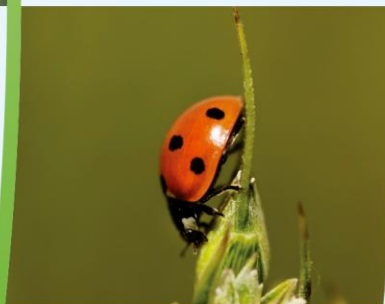


Soil for life

Rapport 1753.N.18

Nitraatonderzoek Limburg

over de periode 2011 tot 2017



Nitraatonderzoek Limburg (2011-2017)

Auteur(s): Gerard H. Ros (NMI)
Job de Pater (NMI)

©2018 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI. Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Waterleiding Maatschappij Limburg (WML), Delphy, AgriConnection

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Introductie	3
2 Werkwijze	4
2.1 Locatiebeschrijving	4
2.2 Bemonstering en analyse	5
2.3 Berekening nitraatconcentraties	6
2.4 Analyse nitraatconcentraties	9
3 Resultaten	11
3.1 Berekening nitraatconcentraties	11
3.2 Beschrijving gemeten nitraatconcentraties	12
3.3 Verschil metingen bodemvocht en grondwater in de zandgebieden	26
3.4 Effect van diepte op de nitraatconcentraties	28
4 Discussie en conclusies	32
Literatuur	35
Bijlagen	36
A Details monsters diepere lagen	37
B Data per grondwaterbeschermingsgebied	39
C Neerslagcorrectie	85

Woord vooraf

Zowel voor WML als voor de agrarische sector is het nuttig om inzicht te verkrijgen in het effect van bovengrondse activiteiten op de uitspoeling van nitraat richting het grondwater. Dit rapport draagt hieraan bij door een overzicht te geven van alle metingen die zijn uitgevoerd gedurende de jaren 2003 tot 2017 binnen grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg. De auteurs willen Ellen Kusters, Sjef Crijns en Frans Vaessen hartelijk bedanken voor het werk wat binnen Duurzaam Schoon Grondwater is verzet, het aanleveren van de meetgegevens, en het voorwerk waarvan deze publicatie het eindresultaat is. Hun meedenken, kritische feedback en inspiratie worden erg gewaardeerd.

Samenvatting

Binnen het project Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) wordt door Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) al meerdere jaren actief samengewerkt met de agrarische sector om de emissie van stikstof naar het grondwatersysteem te verlagen. In eerdere publicaties van WML zijn de ontwikkelingen in het nitraatgehalte van het ondiepe en diepe bodemvocht beschreven tot aan het jaar 2010. De voorliggende rapportage beschrijft de gemeten nitraatgehalten in het ondiepe en diepe bodemvocht over de periode 2010 tot 2017. Verder wordt nagegaan of de nitraatconcentraties over de jaren veranderen voor de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden en of deze veranderingen afhankelijk zijn van landgebruik of grondsoort. Daarnaast wordt ook gekeken naar de verticale verplaatsing van de nitraatconcentraties door het bodemprofiel. De resultaten van Duurzaam Schoon Grondwater over de periode 2010 tot 2017 laten zien dat:

- de perceelsgemiddelde nitraatconcentraties variëren van 2 tot 640 mg/L met een gemiddelde waarde van 29 mg/L. De nitraatgehalten onder percelen waarop aardappels, snijmais of groenten geteeld worden, liggen gemiddeld hoger dan andere gewassen. Lage nitraatconcentraties zijn vooral te vinden onder percelen met gewassen die minder gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling zoals granen en gras. Gemiddeld genomen zijn de nitraatconcentraties het laagst voor de lössgronden. De nitraatconcentraties in de zand- en Maaskleigronden zijn gemiddeld twee keer hoger dan de concentraties in lössgronden.
- het nitraatgehalte in het ondiepe en diepe bodemvocht is redelijk stabiel. Slechts in enkele grondwaterbeschermingsgebieden is een trend waarneembaar voor de diepe of de ondiepe nitraatconcentraties. Dit is met name het geval voor de gebieden Heer-Vroendaal en De Tombe. Voor De Tombe wordt dit echter sterk beïnvloed door de metingen van het jaar 2011. In sommige gebieden lijken de ondiepe nitraatconcentraties sterk te stijgen, zoals in Bergen, Breehei en IJzeren Kuilen. In verschillende andere gebieden lijkt een sterke daling op te treden, zoals in De Dommel en Heer-Vroendaal. Voor de lössgronden daalt de gemiddelde diepe nitraatconcentratie met 1.35 mg/L per jaar. Voor de zandgronden is er een duidelijke stijging waarneembaar tot aan 2013, waarna deze weer afneemt. De initiële stijging is niet zozeer een tijdseffect, maar hangt samen met de het aantal en type percelen dat bemonsterd is.
- er binnen en tussen percelen een grote variatie optreedt in het gemeten nitraatgehalte. Voor een goede bedrijfsanalyse is het belangrijk om rekening te houden met deze variatie. Een rekenkundig gemiddelde zorgt in de praktijk voor een overschatting van het nitraatgehalte. Log-transformatie van de data kan deze overschatting voorkomen.
- vruchtopvolging op veel percelen een grote invloed heeft op het nitraatgehalte in zowel het diepe als ondiepe bodemvocht. Door een optimale afstemming van ondiepe en diep wortelende gewassen kan het risico op nitraatuitspoeling richting het grondwater worden verkleind, in het bijzonder op de zandgronden. Effecten van landgebruik en bemesting zijn veelal groter op zand- en kleigronden dan op löss.
- er over alle gebieden een grote overeenkomst is tussen het nitraatgehalte in het ondiepe en diepe bodemvocht. De grote overeenkomst tussen ondiepe en diepe metingen suggereert dat het bodemvocht op 250 cm-mv nog beïnvloedbaar is (of wordt) via gewasopname, capillaire opstijging of andere bodemprocessen. Of dit consequenties heeft voor de bemonsteringsdiepte is nog onduidelijk, ook omdat de metingen in de diepere ondergrond een grote variatie vertonen die (op dit moment) niet verklaard kan worden op basis van gewasvolgorde en bemesting. Dit betekent ook dat voor een betrouwbare schatting van het nitraatgehalte op een perceel bij voorkeur meer dan twee metingen aanwezig zijn.

1 Introductie

Binnen het project Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) wordt door WML al meerdere jaren actief samengewerkt met de agrarische sector om het risico op uitspoeling van nitraat naar het grondwatersysteem te verlagen. Om het effect van toegepaste maatregelen te monitoren, worden vanaf 2003 op de deelnemende bedrijven nitraatmetingen uitgevoerd in het ondiepe en diepe bodemvocht. Naast het monitoren worden deze resultaten ook gebruikt voor een nitraatuitspoelingsmodel om agrariërs inzicht te geven in de hoeveelheid nitraatuitspoeling als functie van de toegepaste gewasrotaties en bemesting.

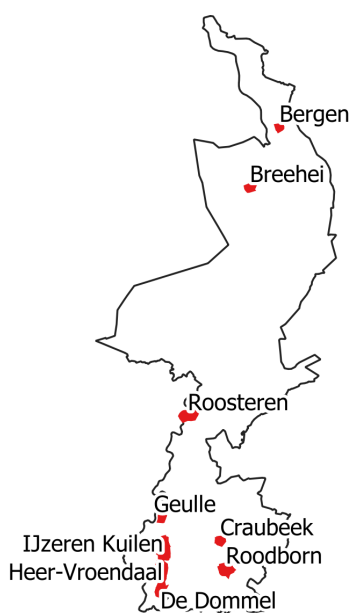
Het doel van deze rapportage is om een overzicht te geven van de gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht van de jaren 2011 tot 2017. Hierbij wordt ook in beeld gebracht hoe de nitraatmetingen gecorrigeerd kunnen worden voor verschillen in het neerslagoverschot om zo de nitraatmetingen over de verschillende jaren met elkaar te vergelijken. Verder wordt nagegaan of de nitraatconcentraties over de jaren veranderen voor de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden en of deze veranderingen afhankelijk zijn van landgebruik of grondsoort. Daarnaast wordt ook gekeken naar de verticale verplaatsing van de nitraatconcentraties door het bodemprofiel om na te gaan of deze gerelateerd is aan de diepte.

2 Werkwijze

2.1 Locatiebeschrijving

In de periode van 2003 tot 2017 is de nitraatconcentratie gemonitord in een aantal grondwaterbeschermingsgebieden van Noord-Limburg (Bergen en Breehei), Midden-Limburg (Roosteren) en Zuid-Limburg (Craubeek, De Dommel, De Tombe, Geulle, Heer-Vroendaal, IJzeren Kuilen en Roodborn). Voor de grondwaterbeschermingsgebieden Craubeek en Roodborn wordt al sinds 2003 de nitraatconcentratie in het bodemvocht gemeten terwijl in het gebied Geulle de monitoring pas in 2015 in gang is gezet. De bemonsterde percelen bestaan voor 84% uit lössgrond, voor 10% uit zandgrond en voor 6% uit rivierklei. Voor de bemonsterde percelen van de grondwaterbeschermingsgebieden is ook de vruchtopvolging bekend.

In het zandgebied van Noord-Limburg wordt 37.4% van de bemonsterde percelen als bouwland en 39.4% als grasland gebruikt. De resterende 23.2% bestaat uit natuurpercelen. In het rivierkleigebied in Midden-Limburg wordt 63.3% van de percelen als grasland gebruikt en 20.4% als bouwland. Daarnaast wordt 16.3% van de bemonsterde percelen voor de snijmaisteelt gebruikt. In het lössgebied van Zuid-Limburg wordt 43.6% van de percelen als bouwland en gebruikt, 37.4% wordt als grasland gebruikt en 17.3% wordt gebruikt voor de teelt van snijmais. De resterende percelen worden gebruikt voor natuur (1.8%). Een overzicht van de locaties en de hoeveelheid bemonsterde percelen wordt gegeven in Figuur 2.1 en Tabel 2.1.



Figuur 2.1. Locatie van de grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Limburg.

Tabel 2.1. Locatiekenmerken van de gebieden waar nitraatmetingen van het bodemvocht zijn gedaan. Voor elk grondwaterbeschermingsgebied is de locatie in Limburg gegeven als ook het meest voorkomende bodemtype, het aantal percelen, het aantal monsters en het jaar waarin voor het eerst nitraatmetingen zijn gedaan.

Wingebied	Locatie	Grondsoort	Percelen	Monsters	Startjaar
Bergen	Noord	zand	5	145	2008
Breehei	Noord	zand	7	189	2008
Craubeek	Zuid	löss	17	296	2003
De Dommel	Zuid	löss	7	182	2010
De Tombe	Zuid	löss	16	316	2010
Geulle	Zuid	löss	3	26	2015
Heer-Vroendaal	Zuid	löss	18	328	2011
IJzeren Kuilen	Zuid	löss	7	110	2013
Roodborn	Zuid	löss	38	500	2003
Roosteren	Midden	Maasklei	8	179	2009

2.2 Bemonstering en analyse

Binnen het project DSG heeft WML een gestandaardiseerd protocol ontwikkeld om het nitraatgehalte in het bodemvocht te bepalen. Het protocol voor monsternamen, transport en analyse is uitgebreid beschreven in Ros (2014). Bij deze methode worden in het najaar op een specifiek perceel twee ongestoorde grondmonsters genomen op 150 en 250 cm beneden maaiveld (cm-mv). De monsters worden gekoeld bewaard en binnen twee dagen geanalyseerd in het lab. In het laboratorium worden de grondmonsters na homogenisatie gesplitst waarna één deel gebruikt wordt voor de bepaling van het vochtgehalte (bij 105 °C) en één deel wordt gebruikt voor de N-min bepaling via de CaCl₂-extractiemethode (Houba e.a., 2000). Als de concentratie lager is dan de detectielimiet van 0.5 mg / L, dan wordt gerekend met de helft van de detectiegrens. Het nitraatgehalte in het extract wordt met het vochtgehalte en het inweeggewicht omgerekend naar het nitraatgehalte in het bodemvocht via:

$$\text{NO}_3 = N\text{-NO}_3 \cdot \frac{\frac{W_m}{1+\theta} \cdot \theta + W_e}{\frac{W_m}{1+\theta} \cdot \theta} \cdot M$$

Hierbij is N-NO₃ de gemeten N-NO₃ in het extract (mg / L), W_m het inweeggewicht (mg), W_e het gewicht van de gebruikte oplossing (mg), θ het vochtgehalte (g / g) en M de verhouding tussen de molaire massa van nitraat en stikstof.

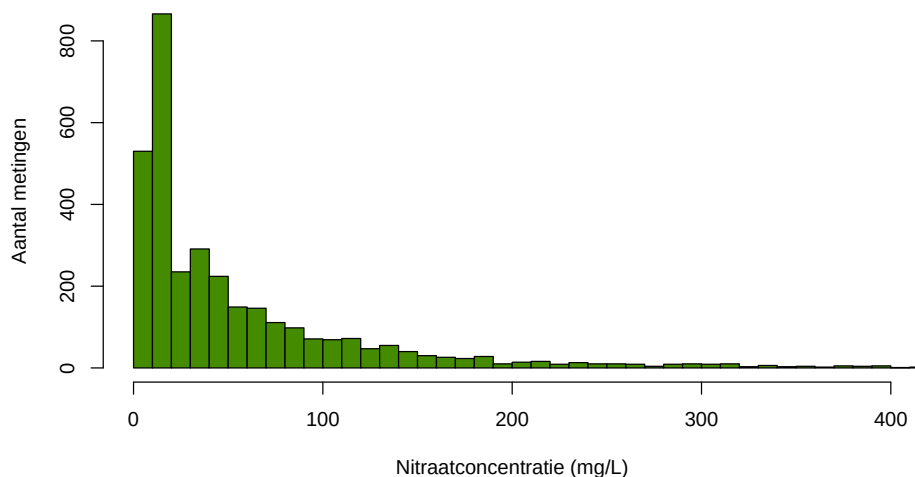
De monsters van het bodemvocht worden genomen op 150 en 250 cm-mv om om inzicht te geven in de uitspoeling van nitraat uit het bodemprofiel in relatie tot gewaskeuze en bemesting. In totaal zijn er 3304 monsters genomen in de periode 2003 tot 2017. Van deze monsters is 71% genomen op de dieptes van 150 ± 10cm en 250 ± 10cm terwijl 11% van de monsters is genomen op bodemdieptes dieper dan 250 cm-mv. Deze extra diepe metingen zijn uitgevoerd om extra inzicht te krijgen in de verplaatsing van nitraat over de diepte. De overige 18% van de monsters is genomen van de resterende bodemlagen (0-130 cm-mv en 170-220 cm-mv).

2.3 Berekening nitraatconcentraties

2.3.1 Perceelsmiddeling

Om een goede indicatie te krijgen van het nitraatconcentratie in het bodemvocht, worden op elk perceel minimaal twee of meer monsters genomen. De nitraatconcentratie kan namelijk sterk variëren binnen een perceel. De verschillende metingen worden vervolgens gemiddeld om per perceel een nitraatconcentratie te krijgen die inzicht geeft in het effect van bemesting en landgebruik.

Uit de metingen blijkt dat de nitraatconcentraties inderdaad sterk kunnen variëren. De metingen laten duidelijk zien dat deze niet normaal zijn verdeeld (Figuur 2.2). Er kunnen grote uitschieters voorkomen met concentraties groter dan 300 mg/L. Om uitschieters minder te laten meewegen in het berekenen van een gemiddelde kunnen diverse methoden worden gebruikt. Een rekenkundig gemiddelde veronderstelt dat de metingen normaal zijn verdeeld met een constante variantie. Als de metingen niet normaal zijn verdeeld, wordt vaak een (logaritmische) datatransformatie uitgevoerd waarna de metingen veel beter aan deze veronderstellingen voldoen. Een andere maat voor het gemiddelde van niet-normale verdelingen is de mediaan omdat deze veel minder gevoeliger is voor afwijkende waarden. De mediaan is de middelste waarde van een reeks metingen.



Figuur 2.2. Verdeling van alle gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht.

Diverse alternatieve methoden om een gemiddelde te berekenen worden besproken in de eerdere studie van Ros (2017). In het voorliggende rapport wordt alleen gebruik gemaakt van de meest gangbare methoden: het rekenkundig gemiddelde, de mediaan en het rekenkundig gemiddelde na log-transformatie. Voor toepassing op de individuele metingen per perceel om zo een perceelsgemiddelde te bepalen heeft de keuze van de middelmingsmethode weinig effect. Als namelijk per perceel en per jaar een perceelsgemiddelde wordt berekend, en vervolgens de gemiddelde nitraatconcentratie van alle perceel-jaarcombinaties wordt berekend, dan varieert de gemiddelde nitraatconcentratie tussen 58 en 62 mg N/L. Het verschil tussen de middelmingsmethoden is klein, omdat per perceel-jaarcombinatie maar weinig metingen beschikbaar zijn. Als er meerdere meetpunten beschikbaar zijn, dan zal het verschil toenemen. Dit kan worden geïllustreerd door de verschillende middelmingsmethoden toe te passen op alle uitgevoerde metingen om zo een meerjarig en gebiedsgemiddelde nitraatgehalte

te schatten. Als het gemiddelde wordt berekend van alle perceelsmetingen dan neemt het gemiddelde toe van 30.6 mg/L voor de mediaan tot 31 mg/L voor het rekenkundig gemiddelde na log-transformatie tot 59.5 mg/L voor het rekenkundig gemiddelde. Van deze drie methoden wordt in de hoofdttekst van het rapport gebruik gemaakt van het rekenkundig gemiddelde na log-transformatie, omdat deze beter toepasbaar is op zowel grote series (per gebied per jaar) als hele kleine series (per perceel) en deze methode corrigeert voor grotere fouten bij hogere nitraatconcentraties (dat betekent dat er na log-transformatie sprake is van een constante variantie over de hele reeks aan metingen).

2.3.2 Neerslagcorrectie

Het neerslagoverschot beïnvloedt de nitraatconcentraties omdat een groter neerslagoverschot de nitraatconcentratie verdund bij een gelijkblijvend stikstofoverschot op de bodembalans. Om inzicht te krijgen in het effect van gewaskeuze en bemesting op nitraatconcentraties over de verschillende jaren is het belangrijk om rekening te houden met de invloed van een variërend neerslagoverschot. Hiervoor wordt normaliter gebruik gemaakt van een neerslagcorrectie. In de literatuur worden circa vier correctiemethoden gebruikt waarbij (soms) rekening wordt gehouden met het landgebruik, de grondsoort en de diepte onder het maaiveld. De meest voorkomende methoden om te corrigeren voor een variërend neerslagoverschot zijn:

1. **Gewascorrectie:** hierbij wordt de nitraatconcentratie gecorrigeerd voor het neerslagoverschot van het geteelde gewas ten opzichte van het meerjarig neerslagoverschot van de voorkomende gewassen in de regio.
2. **Gewascorrectie positief:** hetzelfde als de gewascorrectie methode, maar hierbij wordt aangenomen dat het neerslagoverschot op maandbasis niet negatief mag zijn.
3. **Regiocorrectie:** hierbij wordt de nitraatconcentratie gecorrigeerd voor het verschil tussen het neerslagoverschot in een specifiek jaar en het meerjarig neerslagoverschot van het referentiegewas gras.
4. **Statistische correctie:** hierbij wordt de nitraatconcentratie gecorrigeerd voor het neerslagoverschot via lineaire regressie modellen waarbij rekening wordt gehouden met grondsoort en het landgebruik.

Al deze methoden berekenen in de praktijk een correctiefactor cf die gebruikt kan worden om de gemeten nitraatconcentratie te corrigeren voor variatie in het neerslagoverschot. Deze correctie ziet er als volgt uit:

$$NO_3\text{-gecorrigeerd} = cf \cdot NO_3\text{-meting} \quad (2.1)$$

In een enkele situatie kan het voorkomen dat het neerslagoverschot negatief is. Omdat dit zorgt voor onrealistische gecorrigeerde nitraatconcentraties, wordt dit voorkomen door de aanname dat de correctiefactor altijd groter moet zijn dan nul. De verschillende methoden worden hieronder in meer detail uitgelegd.

Gewascorrectie

De methode *gewascorrectie* (methode 1) wordt toegepast in Hubeek e.a. (2011) en is gedefinieerd als:

$$cf = \max\left(0, \frac{\sum_{n=1}^{12} P_{jaar, n} - mak \cdot ET_{jaar, n}}{P_{meerjarig} - mak \cdot ET_{meerjarig}}\right) \quad (2.2)$$

waarbij P de neerslag is en ET de verdamping. De verdamping van het perceel wordt voor elk gewas berekend via de Makkink-methode (Hooghart en Lablans, 1988). Het jaar waarvoor het neerslagoverschot

wordt bepaald, is het voorgaande jaar voor de ondiepe metingen en twee jaar terug voor de diepe metingen. Het meerjarig neerslagoverschot is per regio (Noord-, Midden- en Zuid-Limburg) bepaald en gecorrigeerd voor de gemiddelde gewasverdamping d.m.v. een gewogen Makkinkfactor die gebaseerd is op de voorkomende gewassen in de dataset van DSG (zie Bijlage C.1 voor Makkinkfactoren per gewas). Als in een regio bijvoorbeeld veel mais staat, dan wordt de Makkinkfactor van mais zwaarder meegewogen. Voor de gewassen zonder bekende Makkinkfactor is een factor gekozen op basis van expertkennis. Het meerjarig neerslagoverschot is gebaseerd op de neerslag- en verdampinggegevens van 1980-2017 (zie Tabel 2.2). De verdampingsgegevens zijn afkomstig van de KNMI weerstations Eindhoven, Volkel en Maastricht terwijl neerslaggegevens gebruikt zijn van de neerslagstations Arcen, Beek, Buchten, Oost Maarland, Ubachsberg, Valkenburg en Venray.

Tabel 2.2. KNMI-stations die zijn gebruikt voor het bepalen van het neerslagoverschot per perceel.

Grondwaterbeschermingsgebied	Lokaal station	Regionaal station
Bergen	Arcen	Volkel
Breehei	Venray	Volkel
Roosteren	Buchten	Volkel
Craubeek	Ubachsberg	Maastricht
De Dommel	Oost Maarland	Maastricht
De Tombe	Valkenburg	Maastricht
Geulle	Beek	Maastricht
Roodborn	Ubachsberg	Maastricht
Heer-Vroendaal	Oost Maarland	Maastricht
IJzeren Kuilen	Valkenburg	Maastricht

Gewascorrectie positief

De methode *gewascorrectie positief* is in essentie hetzelfde als methode *gewascorrectie*, maar hierbij wordt voorkomen dat het neerslagoverschot op maandbasis negatief kan zijn. De correctiefactor kan namelijk onrealistisch laag of zelfs negatief worden als het jaarlijkse neerslagoverschot gebaseerd is op negatieve maand-neerslagoverschotten. Door deze maanden niet mee te nemen in de berekening wordt hiervoor gecorrigeerd. Deze aanpak wordt bijvoorbeeld gebruikt in bodemmodellen voor koolstof en stikstof zoals het model RothC (Jenkinson en Coleman, 1994). Deze correctie voor het neerslagoverschot is als volgt gedefinieerd:

$$cf = \frac{\sum_{n=1}^{12} \max(0, P_{jaar, n} - mak \cdot ET_{jaar, n})}{P_{meerjarig} - mak \cdot ET_{meerjarig}} \quad (2.3)$$

Regiocorrectie

De methode *regiocorrectie* houdt geen rekening met verdampingsverschillen tussen gewassen. Deze methode gebruikt dezelfde berekeningsmethode als methode *gewascorrectie*, maar doet dit alleen voor het referentiegewas gras. Het is zodoende een 'gewasonafhankelijke' correctie die rekening houdt met variatie in neerslag en verdamping tussen de jaren. Dit zorgt voor een robuuste correctie die generiek toepasbaar is. De correctie is gedefinieerd als:

$$cf = \frac{\sum_{n=1}^{12} \max(0, P_{jaar, gras, n} - mak \cdot ET_{jaar, gras, n})}{P_{meerjarig, gras} - ET_{meerjarig, gras}} \quad (2.4)$$

Statistische correctie

De *statistische methode* houdt rekening met variatie in neerslagoverschot door deze mee te nemen als random factor in een lineair regressie-model (Boumans en Fraters, 2017). Het idee hierachter is dat de gemeten nitraatconcentraties gerelateerd worden aan het neerslagoverschot in relatie tot omgevingsfactoren en het type bedrijf waar de metingen zijn gedaan¹. Voor deze studie gebruiken we dezelfde statistische methodiek (Mixed Effect Modelling²) op de meetgegevens van DSG. Hierbij zijn de nitraatconcentraties gemodelleerd op basis van het jaar, de bodemsoort, het neerslagoverschot en het grondgebruik (gras, mais, bouwland, fruitteelt of natuur). Het model is gedefinieerd als:

$$NO_3 = \text{jaar} * \text{grondsoort} + \text{diepte} + \text{gebruik} + (1|\text{neerslagoverschot}) + \epsilon \quad (2.5)$$

2.4 Analyse nitraatconcentraties

2.4.1 Trend over 2011 tot 2017

De verandering van de nitraatconcentratie over de loop van de jaren is in beeld gebracht voor de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden. Per grondwaterbeschermingsgebied is bepaald of het nitraatgehalte over de afgelopen jaren is gedaald, gestegen of gelijk is gebleven. Bij de analyse wordt expliciet gekeken naar het effect van de gewasvolgorde en bemonsterde diepte. Voor deze trendanalyses zijn alleen de nitraatmetingen gebruikt die afkomstig zijn van de bodemlagen 150 cm-mv $\pm$ 10cm en 250 cm-mv $\pm$ 10cm. De overige metingen zijn gebruikt om aanvullend inzicht te geven in het transport van nitraat over het bodemprofiel (sectie 2.4.3).

2.4.2 Grondwater zandgebieden

In de twee zandgebieden Bergen en Breehei is het grondwater op diverse percelen gestegen door een ander (grond)waterbeheer, waardoor het binnen de meetbare diepte komt waar normaliter het bodemvocht wordt bemonsterd. Om na te gaan of de nitraatconcentraties in het bodemvocht vergelijkbaar zijn met de nitraatconcentraties in het grondwater, zijn in 2016 op enkele locaties monsters genomen van het bodemvocht net boven de grondwaterspiegel. Deze extra grondwatermonsters zijn genomen op de percelen: 600504, 600505, 600506, 602701, 602702, 602703, 602704, 602705 en 602701. Concreet zijn er op deze percelen in totaal veertien watermonsters genomen van de ondiepe bodemlaag (130, 140 en 150 cm-mv) en drie watermonsters van de diepe bodemlaag (230 en 250 cm-mv). Daarnaast zijn er tien watermonsters genomen van de laag ertussenin (190, 200, 210 en 220 cm-mv). Omdat uit een eerste vergelijking bleek dat de metingen in het bodemvocht en het grondwater in dezelfde richting varieerden, zijn in 2017 deze metingen niet herhaald.

2.4.3 Effect van diepte

Naast het verloop van de nitraatconcentratie over de jaren is ook gekeken naar het verloop van de nitraatconcentratie over de diepte en hoe dit beïnvloed wordt door de wortelingsdiepte van het geteelde gewas. Om na

¹De toegepaste modellen veranderen als er meer meetgegevens beschikbaar zijn. Zie de studie van Boumans en Fraters (2017) voor oplossingen hiervoor. Het was niet mogelijk om de beschreven modellen in Boumans en Fraters (2011) exact op dezelfde manier toe te passen omdat de verzamelde datasets voor LMM anders is dan voor DSG.

²Hierbij wordt gebruik gemaakt van de Restricted Maximum Likelihood (REML) methode. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de R packages lme4 (Bates e.a., 2015) en lmerTest (Kuznetsova e.a., 2017).

te gaan of een nitraatfront zich over de tijd en diepte verplaatst, is het verschil in nitraatconcentraties tussen twee jaren vergeleken met wat het verschil zou moeten zijn als het nitraat zonder enig verlies of opname naar beneden zou spoelen.

Voor de bepaling van de significantie van de trends over de tijd en de diepte is gebruik gemaakt van mixed effects models (zie uitleg in paragraaf 2.3.2).

3 Resultaten

3.1 Berekening nitraatconcentraties

3.1.1 Perceelsmiddeling

De nitraatconcentraties worden in deze studie niet alleen gemiddeld per perceel, maar ook per gebied, jaar en gewas. Omdat er per perceel maar één tot vier metingen ¹ beschikbaar zijn, is het rekenkundige gemiddelde minder geschikt als middelingsmethode omdat deze erg gevoelig is voor extreme meetwaarden. Bij hele kleine meetseries (zoals hier het geval is voor de percelen) is dat ook het geval voor de mediaan als middelingsmethode. Daarom geven we de voorkeur aan de log-transformatie in combinatie met een rekenkundig gemiddelde als de beste aanpak. Concreet betekent dit vaak een lagere concentratie in vergelijking met het rekenkundig gemiddelde op niet-getransformeerde metingen. De standaardfout van de gemiddelde nitraatconcentratie is daarbij sterk afhankelijk van de absolute waarde van de meting: een hogere gemeten nitraatconcentratie heeft meestal ook een grotere fout. Het voordeel van de log-transformatie is dat de relatieve meetfout gelijk blijft over de hele meetreeks aan nitraatconcentraties. De hoofdtekst van dit rapport beschrijft de resultaten op basis van deze log-getransformeerde gegevens. In de bijlagen wordt per perceel zowel het rekenkundig gemiddelde op de originele metingen als op de log-getransformeerde metingen weergegeven.

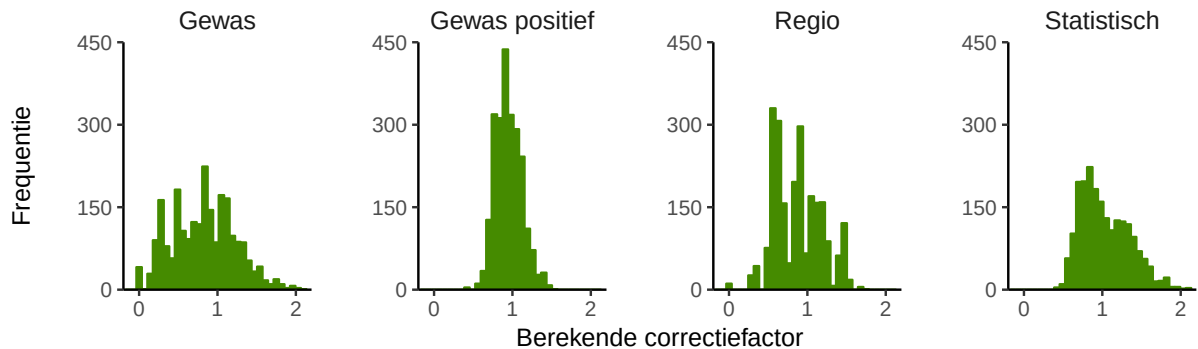
3.1.2 Neerslagcorrectie

Het neerslagoverschot varieert sterk over de jaren (zie Bijlage C) waardoor het nuttig is om de gemeten nitraatconcentraties te corrigeren. De vier gebruikte correctiemethoden in deze studie zorgen ervoor dat de nitraatmetingen onderling beter vergelijkbaar zijn. Alle vier maken ze gebruik van de neerslag en verdampingsgegevens van nabijgelegen KNMI-stations. Deze neerslagcorrectie is overigens nuttig voor het vergelijken van trends en het vergroten van inzicht in relatie tot bodem- en teeltaspecten die de uitspoeling van nitraat beïnvloeden. Voor de kwantificering van het nitraatgehalte van het uitspoelend water naar het grondwater is het daarentegen niet direct van belang. Het berekende meerjarige neerslagoverschot per regio conform *methode gewas* was 269 mm/jaar voor Noord- en Midden-Limburg en 319 mm/jaar voor Zuid-Limburg. *Methode gewas positief* zorgde voor een hoger meerjarige neerslagoverschot van 395 mm/jaar voor Noord- en Midden-Limburg en 394 mm/jaar voor Zuid-Limburg. Voor *methode regio* is het meerjarige neerslagoverschot 237 mm/jaar voor Noord- en Midden-Limburg en 247 mm/jaar voor Zuid-Limburg.

Wat betekent dit nu voor de berekende neerslagcorrecties waarmee de nitraatmetingen gecorrigeerd worden? De verdeling van de vier neerslagcorrecties worden weergegeven in Figuur 3.1. Uit deze vergelijking wordt duidelijk dat er grote verschillen optreden tussen de vier correctiemethodes. De gemiddelde correctiefactor voor alle nitraatmetingen conform *methode gewascorrectie* is 0.8 met een standaardafwijking van 0.4. Gecorrigeerde nitraatconcentraties zullen in de meeste situaties daardoor 20% hoger of lager liggen dan de gemeten concentratie. Als in de correctie van het neerslagoverschot wordt gecorrigeerd voor een negatief overschot (*methode gewascorrectie positief*), dan varieert de gemiddelde correctiefactor rond de 0.9 met een standaardafwijking van 0.16. Dit betekent dat de gecorrigeerde nitraatconcentraties circa 16% hoger of lager liggen dan de meting.

¹althans voor de metingen in de bodemlaag op 150 cm-mv; in de bodemlaag 250 cm-mv zijn er nooit meer dan twee metingen beschikbaar

De grootste spreiding in de correctiefactoren zijn aanwezig bij methode *regiocorrectie* en methode *statistische correctie*. De laatste methode levert daarbij structureel zelfs hogere nitraatconcentraties op dan de huidige metingen; de gemiddelde correctiefactor is namelijk 1.1 met een standaardafwijking van 0.53.



Figuur 3.1. Berekende correctiefactoren op basis van het neerslagoverschot.

Gegeven de spreiding in correctiefactoren, gaat de voorkeur uit naar methode *gewascorrectie positief*. Allereerst sluit dit beter aan bij de werkelijkheid dat in een gemiddeld jaar het water structureel naar beneden stroomt (er is dus een neerslagoverschot groter dan nul) én dat verdamping van water varieert per gewas. Daarbij komt dat de spreiding van de correctiefactoren tussen de gewassen en jaren niet zo extreem groot is dat de concentraties een factor twee hoger kunnen zijn dan de daadwerkelijke meting. De methode *statistische correctie* laat vooralsnog een te grote spreiding zien die sterk afhangt van het aantal bemonsterde meetjaren in de gegevensset van DSG.

Alle figuren, en de hooftekst van het rapport, maken gebruik van de ongecorrigeerde gemeten nitraatconcentraties. Alleen de trendlijnen in de figuren die ingaan op de variatie over de tijd (Figuren 3.6 tot 3.14) zijn gebaseerd op de neerslaggecorrigeerde nitraatconcentraties.

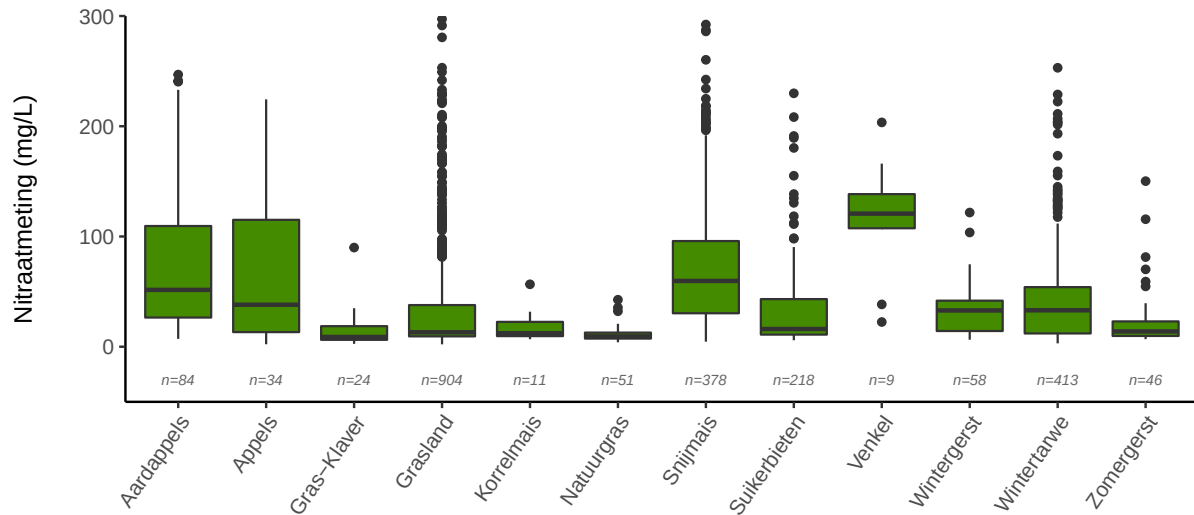
3.2 Beschrijving gemeten nitraatconcentraties

3.2.1 Algemeen beeld

De perceelsgemiddelde nitraatconcentraties variëren van 2 tot 640 mg/L over de periode van 2011 tot 2017 met een gemiddelde waarde van 29 mg/L. Figuur 3.2 geeft een overzicht van de gemeten nitraatconcentraties voor de meest voorkomende gewassen met meer dan 10 meetpunten per gewas. In totaal zijn er 2647 metingen uitgevoerd. De nitraatgehaltes onder percelen waarop aardappels, snijmais of groenten geteeld worden liggen gemiddeld hoger dan de andere teelten. Lage nitraatconcentraties zijn vooral te vinden onder percelen met gewassen die minder gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling door het wortelpatroon en de lengte van de groeiperiode dan wel lagere mestgiftten: gras-klover, natuurgras en zomergerst. De spreiding van de gemeten nitraatconcentraties is daarentegen het grootst voor grasland en snijmais. Dit zijn ook de meest voorkomende teelten binnen de bemonsterde percelen. Er zijn 79 metingen met een nitraatgehalte groter dan 300 mg/L en deze metingen komen voornamelijk voor onder grasland en snijmais.

Naast de bewortelbare diepte van het gewas en de bijbehorende bemesting heeft ook het bodemtype veel invloed op de uitspoeling van nitraat. De voorkomende bodemtipes van alle grondwaterbeschermingsgebieden hangen samen met de locatie in Limburg: in het Zuiden zijn er vooral lössgronden, in het midden Maaskleigronden en

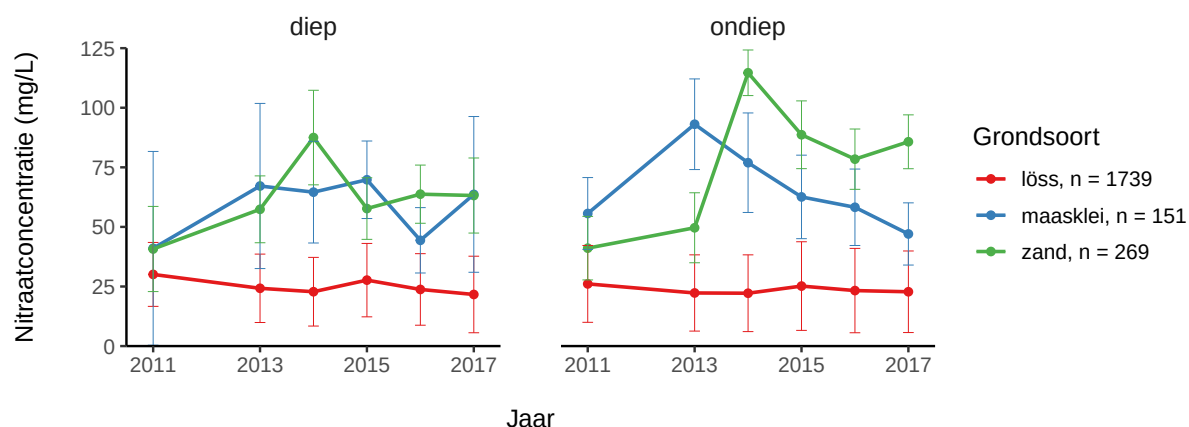
in het Noorden zijn er vooral zandgronden. Gemiddeld genomen zijn de nitraatconcentraties het laagst voor de lössgronden. De nitraatconcentraties in de zand- en Maaskleigronden zijn gemiddeld twee keer zo hoog. De gemiddelde nitraatconcentratie is namelijk 25 mg/L voor de lössgronden, 64 mg/L voor de Maaskleigronden en 61 mg/L voor de zandgronden.



Figuur 3.2. Gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht in de periode 2011-2017 voor de meest voorkomende teelten (waarvoor meer dan 10 monsters zijn genomen). Let op: de y-as is voor visuele doeleinden begrensd op 300 mg/L.

Figuur 3.3 geeft een overzicht van de gemiddelde waarden van de gemeten nitraatconcentraties per grondsoort over de jaren. Voor de lössgronden daalt de gemiddelde diepe nitraatconcentratie met 1.35 mg/L per jaar in de periode van 2011 tot 2017 ($p < 0.05$). Voor de ondiepe metingen in löss is geen trend zichtbaar. Voor de Maaskleigronden is er voor zowel de diepe als de ondiepe metingen geen trend aantoonbaar, maar deze conclusie wordt sterk bepaald door de metingen uit het jaar 2011. Als deze niet worden meegeneomen, is er een sterke daling waarneembaar na 2012. De nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht blijft stabiel. Voor de zandgronden is daarentegen een duidelijk stijgende trend zichtbaar over de periode 2011 tot 2017; de ondiepe en de diepe metingen stijgen met 8-12 mg/L per jaar ($p < 0.01$). Deze stijging wordt sterk beïnvloed door de initiele toename tot 2014. De laatste drie jaren daalt het nitraatgehalte in zowel het ondiepe als diepe bodemvocht met meer dan 10 mg/L per jaar.

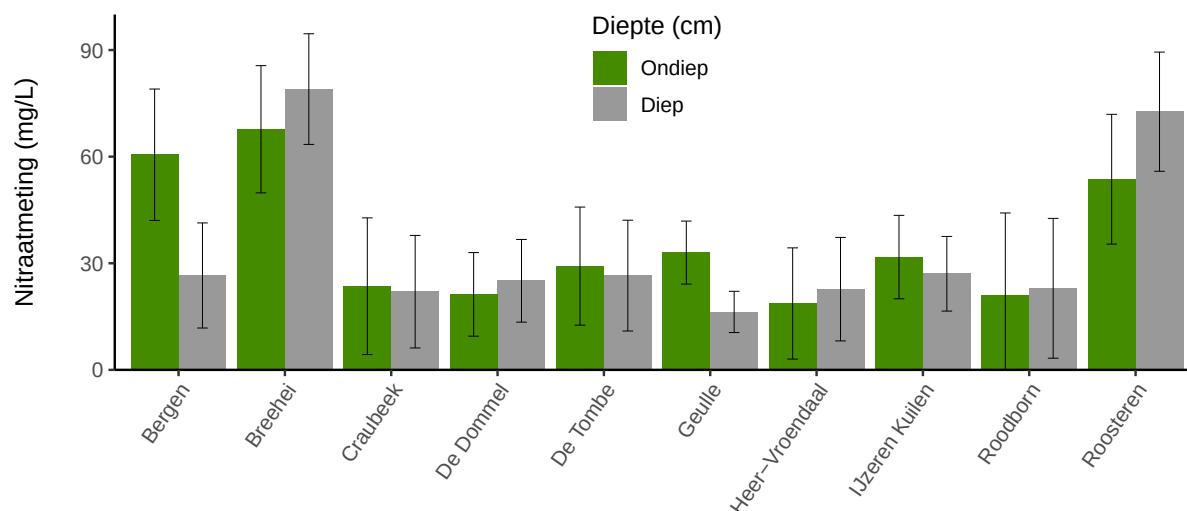
Gemiddeld over de jaren is er geen verschil tussen absolute waarde van de diepe en de ondiepe nitraatconcentraties voor alle drie grondsoorten. In een individueel jaar kan dit verschil echter wel hoog oplopen. Voor zandgronden in 2015 zijn de ondiepe concentraties bijvoorbeeld 31 mg/L hoger dan de diepe concentraties en voor de Maaskleigronden in 2017 zijn de ondiepe concentraties 17 mg/L lager dan de diepe concentraties. Wat opvalt zijn de hoge nitraatconcentraties in de zandgebieden in het jaar 2014. Dat heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat er in dat jaar, en het jaar daarvoor, relatief veel uitspoelingsgevoelige gewassen geteeld zijn (aardappels, snijmais, groenten, bloembollen en gescheurd grasland).



Figuur 3.3. Verloop van de nitraatmetingen over de tijd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende grondsoorten die overeenkomen met de regio's in Limburg (Noord is zand, midden is Maasklei en zuid is löss). De foutenbalken geven de standaardafwijking weer.

3.2.2 Trendanalyse per grondwaterbeschermingsgebied

De nitraatconcentraties variëren sterk tussen de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden (Figuur 3.4). Ook hier is zichtbaar dat gebieden met overwegend zand (Bergen en Breehei) of rivierklei (Roosteren) hogere nitraatconcentraties laten zien dan gebieden met lössgronden (overige grondwaterbeschermingsgebieden in Zuid-Limburg). Dat betekent dat de bodem van grote invloed is op de uitspoeling van nitraat. Uiteraard is dit niet alleen te danken aan de bodem zelf, maar ook aan de meestvoorkomende teelten en bemestingspraktijk op deze percelen.



Figuur 3.4. Gemiddelde nitraatconcentraties voor de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ondiepe ($150 \pm 10\text{cm}$) en diepe ($250 \pm 10\text{cm}$) metingen. De foutenbalken geven de standaardafwijking (std) weer.

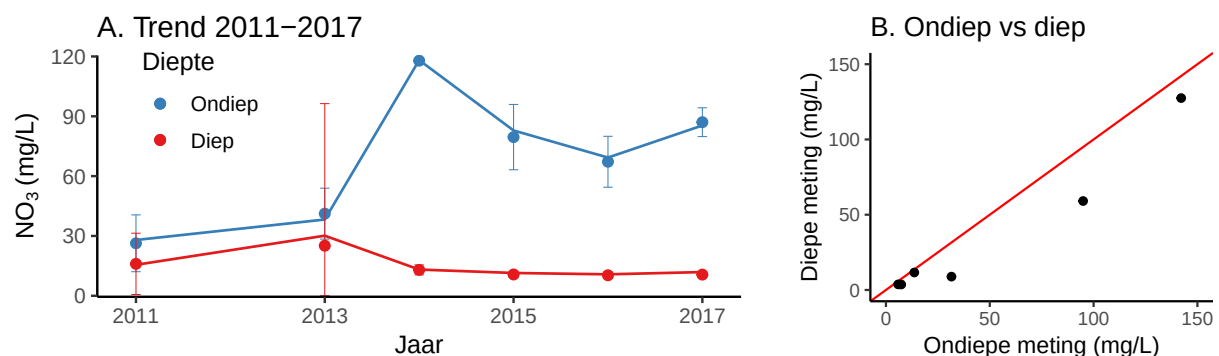
Binnen elk gebied is er sprake van veel variatie in de nitraatconcentraties. De nitraatconcentraties worden hieronder per grondwaterbeschermingsgebied beschreven waarbij gekeken wordt naar de relatie met het toegepaste bouwplan op de bemonsterde percelen. Daarnaast wordt specifiek onderzocht of of er een trend over de jaren zichtbaar is. Opmerkelijke resultaten worden separaat besproken. In Bijlage B is voor elk grondwaterbeschermingsgebied gedetailleerde informatie te vinden over de geteelde gewassen en de nitraatmetingen.

Bergen

In het grondwaterbeschermingsgebied Bergen zijn in totaal 112 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op vijf verschillende percelen waarbij er 91 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 21 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Het landgebruik op deze percelen is overwegend akkerbouw, waarbij één perceel op een natuurlijke manier wordt beheerd. Over de periode 2011 tot 2017 zijn er twee percelen waar overwegend uitspoelingsgevoelige gewassen worden geteeld zoals snijmais, groenten en aardappels. De resterende twee percelen zitten in een bouwplan met overwegend gras, waarbij gras om de twee á drie jaar wordt afgewisseld met akkerbouwmatige teelten.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van van 3 tot 434 mg/L voor de ondiepe metingen en van 2 tot 203 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 60 mg/L, terwijl de diepe metingen een gemiddelde nitraatconcentratie hebben van 15 mg/L. Het perceel dat als natuur wordt beheerd is een zandduin en wordt in het geheel niet bemest waardoor het een erg lage concentratie (< 15 mg/L) heeft. Vergelijkbare lage nitraatconcentraties (< 10 mg/L) worden ook gemeten onder grasland. Uit de metingen blijkt dat na het scheuren van het grasland nitraatconcentraties beduidend hoger zijn.

Er is in de nitraatconcentraties een duidelijk gewasafhankelijkheid waarneembaar. De gemiddelde nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht nemen toe van natuur (9 mg/L), grasland (42 mg/L), groenten (60 mg/L), snijmais (105 mg/L) tot aardappel (127 mg/L). Dit bevestigt dat de gewaskeuze en de bewortelbare diepte van invloed is op het gemeten nitraatgehalte. Percelen met relatief veel grasland zorgen in dit gebied voor een lagere uitspoeling van nitraat. De hoge nitraatconcentratie in het jaar 2014 voor de ondiepe monsters hangt waarschijnlijk samen met het grote aantal monsters onder uitspoelingsgevoelige gewassen.



Figuur 3.5. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Bergen. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

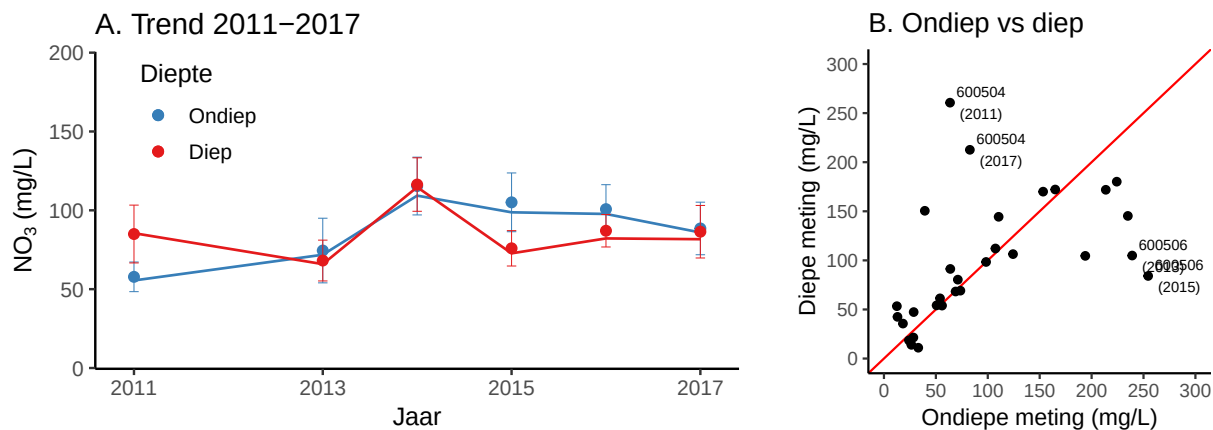
De verandering in nitraatgehaltenes in het ondiepe bodemvocht suggereren een sterke stijging over de periode van 2011 tot 2016 (Figuur 3.5). Deze stijging kan worden verklaard door het verschil in landgebruik. Metingen met akkerbouwteelten komen vaker voor in recente jaren. De stijging is gemiddeld 9.3 mg/L over de jaren als rekening gehouden wordt met het landgebruik ($p < 0.1$). De sterke stijging in de gemiddelde nitraatconcentraties van de ondiepe metingen in het jaar 2014 komt doordat er in dat jaar relatief veel (83%) ondiepe metingen zijn uitgevoerd onder uitspoelingsgevoelige gewassen. De nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht lijkt over de jaren heel stabiel te zijn. Deze stabiliteit hangt samen met het feit dat vrijwel alle metingen in het diepe bodemvocht zijn uitgevoerd op het ene natuurperceel; er zijn namelijk geen metingen uitgevoerd in het diepe bodemvocht op de agrarische percelen, met uitzondering van het jaar 2011. Voor dit specifieke jaar ligt het gemiddelde nitraatgehalte in het ondiepe bodemvocht circa 12 mg/L hoger dan in het diepe bodemvocht. Er zijn echter te weinig gegevens voorhanden om hier duidelijke conclusies aan te verbinden. Er is een duidelijk lineair verband tussen de nitraatconcentraties in het diepe en ondiepe bodemvocht (Figuur 3.5.B). Als de nitraatconcentratie in het ondiepe bodemvocht hoger ligt op een perceel, dan ligt ook de nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht hoger. Opvallend is dat er vrijwel geen verschil zit in de concentratie in het ondiepe en diepe bodemvocht ($p > 0.1$). De reden hiervoor is vooralsnog onduidelijk. Het kan een aanwijzing zijn dat het grondwater op zandgrond zich sneller naar beneden verplaatst dan één meter per jaar, waardoor het bodemvocht op 2,5 m-mv een vergelijkbaar nitraatgehalte heeft dan het ondiepe bodemvocht.

Door de stijging van de grondwaterstand in de zandgebieden zijn op sommige percelen in Bergen ook grondwatermonsters genomen. Deze worden separaat besproken in paragraaf 3.3.

Breehei

In het grondwaterbeschermingsgebied Breehei zijn in totaal 157 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op zeven percelen waarbij er 75 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 82 monsters zijn genomen op 250 cm onder maaiveld. De reden voor het lagere aantal monsters van het ondiepe bodemvocht is dat een deel van deze monsters is afgekeurd in verband met te lage vochtgehaltenes. Het landgebruik op deze percelen is net als in Bergen overwegend akkerbouw, waarbij één perceel een zeer intensief bouwplan heeft met aardappel, graszaad, suikerbieten, bloembollen, schorseneren, andijvie en sla. Er zijn twee graslandpercelen, waarbij één perceel twee jaar is afgewisseld met lelies en schorseneren. Naast deze beide graslandpercelen is er ook een perceel dat (behalve voor de laatste twee jaar) gebruikt is voor de teelt (of productie) van graszoden. Tenslotte zijn er twee natuurpercelen die in gebruik zijn als bos. Beide pospercelen zijn zowel diep als ondiep bemonsterd, waarbij op perceel 600505 de laatste jaren grondwater wordt gemeten op 250 cm-mv. De ondiepe metingen van perceel 600507 zijn de laatste jaren afgekeurd in verband met te lage vochtgehaltenes.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van van 6 tot 640 mg/L voor de ondiepe metingen en van 3 tot 560 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 78 mg/L, terwijl de diepe metingen een nitraatconcentratie hebben van 82 mg/L. De beide bospercelen hebben lage nitraatconcentraties (< 30 mg/L), behalve voor de meting die gedaan is op perceel 600505 in het jaar 2016 waarbij zowel de diepe als de ondiepe meting gemiddeld 98 mg/L is. Deze hoge meting lijkt te zijn veroorzaakt door een monsternamfout want het eerste monsterpunt geeft hoge meetresultaten voor zowel de diepe als de ondiepe meting (gem. 145 mg/L) terwijl dit voor het tweede monsterpunt juist voor beide dieptes aanzienlijk lager is (gemiddeld 65 mg/L). Zo niet, dan is hier sprake van een grote ruimtelijke variatie op korte afstand.



Figuur 3.6. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Breehei. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

De nitraatconcentraties die zijn gemeten onder grasland verschillen veel. Op het grasperceel waarop in twee jaren lelies en schorseneren geteeld zijn, zijn hoge nitraatconcentraties gemeten voor alle jaren. Dat geeft aan dat de teelt van lelies en schorseneren niet de enige oorzaak is voor de hoge nitraatconcentraties, maar dat deze wellicht ook komen door een relatief hoge mestgiften dan wel samenhangen met het scheuren van het gras. Onder het andere graslandperceel worden lagere nitraatconcentraties gevonden, behalve voor de diepe metingen van het jaar 2011 en voor zowel de diepe als de ondiepe metingen van het jaar 2014 waarbij de gemeten nitraatconcentraties een factor drie hoger zijn. De hoge nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht in het jaar 2011 is waarschijnlijk het gevolg van de teelt van consumptieaardappelen in het jaar 2009. Het effect van de intensieve gewasrotaties is duidelijk te zien aan de hoge nitraatconcentraties die gemeten worden (gemiddeld 124 mg/L). Hoge nitraatconcentraties zijn met name gemeten in het jaar 2014 na de teelt van bloembollen (gemiddeld 257 mg/L).

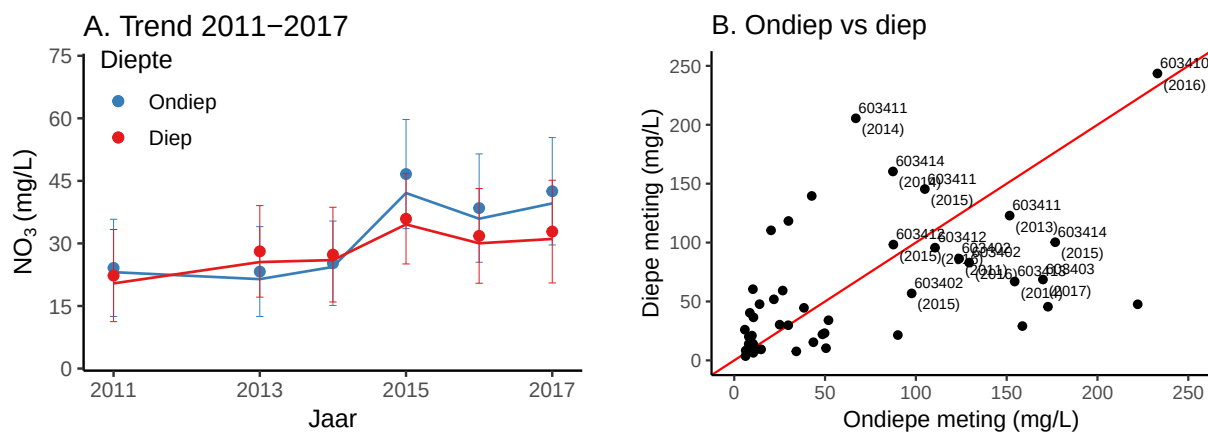
Er is geen duidelijke trend zichtbaar voor de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht over de periode 2011 tot 2017 (Figuur 3.6). De nitraatconcentratie lijkt te dalen met 3 mg/L per jaar ($p = 0.47$). Over deze periode stijgt de nitraatconcentratie in het ondiepe bodemvocht met 11.1 mg/L per jaar ($p < 0.05$). De sterke stijging in de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht van het jaar 2014 wordt mogelijk veroorzaakt door de teelt van schorseneren en graszoden.

De nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht wijken in het algemeen niet veel af van de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht (Figuur 3.6.B). In sommige gevallen zijn de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht echter aanzienlijk hoger dan de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht. Dat is bijvoorbeeld het geval voor perceel 600506 in het jaar 2013 waar graszoden geteeld werden. Het tegenovergestelde was het geval voor perceel 600504 waar in 2011 de nitraatconcentratie in het ondiepe bodemvocht aanzienlijk lager was dan de nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht. Deze hoge concentratie in het diepe bodemvocht komt overeen met de verwachtingen omdat er in het jaar ervoor zowel tuinbonen als venkel geteeld werden die beide gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling.

Door de stijging van de grondwaterstand in de zandgebieden zijn ook op sommige percelen in Breehei ook grondwatermonsters genomen. In paragraaf 3.3 worden de nitraatconcentraties van deze grondwatermonsters vergeleken met de concentratie in het bodemvocht.

Craubeek

In het grondwaterbeschermingsgebied Craubeek zijn in totaal 294 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 17 verschillende percelen waarbij er 184 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 110 monsters zijn genomen op 250 cm onder maaiveld. Op de percelen in Craubeek worden voornamelijk voedergrassen gras en snijmais geteeld waarbij op zes percelen de snijmais wordt afgewisseld met akkerbouwmatige teelten. Op vier percelen wordt blijvend grasland geteeld, waarvan één perceel als natuur wordt beheerd. In 2012 zijn alle bemonsterde percelen opnieuw beoordeeld en zijn kwetsbare gebieden gedefinieerd op basis van de dikte van de lösslaag en de horizontale en verticale reistijden tot de winning. Daarbij zijn vier percelen afgevalen en tien toegevoegd aan de lijst te bemonsteren percelen. Deze wijziging zorgde voor een lichte verschuiving in het landgebruik van de bemonsterde percelen: vier percelen met akkerbouw en fruitteelt zijn vervangen door percelen met overwegend grasland en snijmais. Deze wisseling betekent concreet dat er slechts op één perceel met akkerbouwgewassen een tijdreeks beschikbaar is voor de periode 2011 tot 2017.



Figuur 3.7. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Craubeek. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

De nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 2 tot 341 mg/L voor de ondiepe metingen en van 3 tot 287 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 30 mg/L, terwijl de diepe metingen een gemiddelde nitraatconcentratie hebben van 28 mg/L. Het natuurgrasperceel heeft door het lage stikstofoverschot erg lage nitraatconcentraties (gemiddeld 10 mg/L). Vergelijkbare concentraties worden gevonden bij twee percelen met de diepwortelende appelbomen (gemiddeld 8 mg/L). Ook agrarische percelen met blijvend grasland hebben lage nitraatconcentraties (gemiddeld 13 mg/L). In tegenstelling tot deze stikstof-efficiënte gewassen hebben de gewassen snijmais en aardappelen vaak nitraatconcentraties boven de 100 mg/L. Dit geldt voor de nitraatconcentraties in zowel het diepe als het ondiepe bodemvocht.

De nitraatconcentratie lijkt licht te stijgen over de periode 2011 tot 2017 (Figuur 3.7). In zowel het diepe als ondiepe bodemvocht stijgt deze met 3.2 tot 3.7 mg/L ($p < 0.3$). De nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht wijken gemiddeld over alle percelen niet veel af van de concentraties in het ondiepe bodemvocht. Dit varieert echter wel sterk per teelt en bouwplan. In Figuur 3.7.B is de grote variatie goed te zien in de

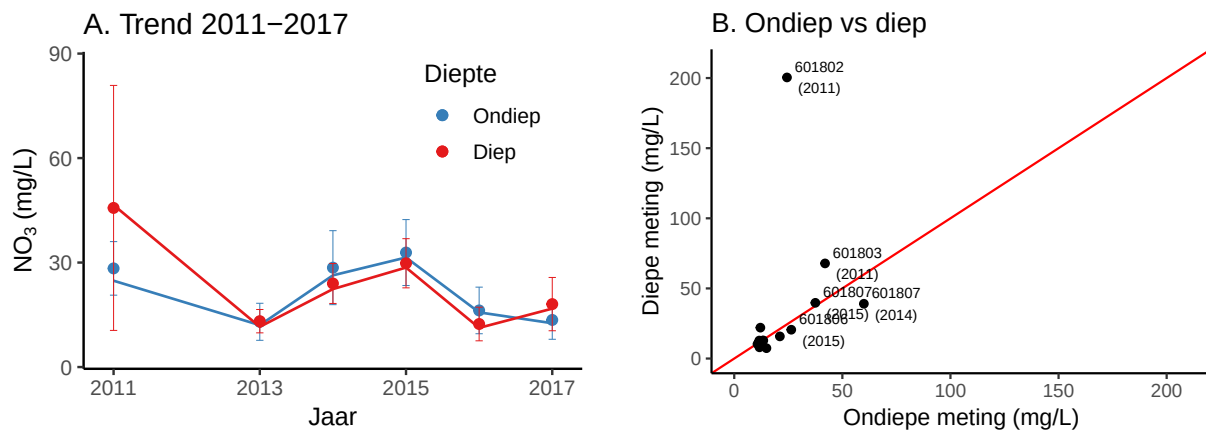
verhouding tussen de nitraatconcentraties in het ondiepe en diepe bodemvocht. Relatief hoge nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht ten opzichte van de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht worden met name gevonden bij uitspoelingsgevoelige teelten als snijmais, aardappelen en groenten die gevolgd zijn op een efficiënte teelt als wintertarwe of grasland.

In sommige gevallen zijn de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht aanzienlijk hoger dan de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht. Dit is het geval na de teelt van aardappels en zaaiuien op het perceel 603403. Vergelijkbare resultaten zijn te zien na de teelt van aardappels en snijmais op perceel 603414. Na vier jaren ondiep teelten (aardappels en mais) kan de nitraatconcentratie in de diepe laag zelf veel hoger zijn zoals zichtbaar is voor percelen 603411 en 603414. Perceel 603410 in het jaar 2015 heeft een extreem hoge concentratie in zowel diep als ondiep bodemvocht. Hier is sprake van een gewasvolgorde van aardappels en ui, geteeld na het scheuren van grasland.

De Dommel

In het grondwaterbeschermingsgebied De Dommel zijn in totaal 154 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 7 verschillende percelen waarbij er 84 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 70 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Op de percelen binnen het grondwaterbeschermingsgebied De Dommel worden zowel gras en mais als akkerbouwgewassen geteeld. Opvallend is dat er op de bemonsterde percelen vrijwel uitsluitend stikstof-efficiënte gewassen geteeld worden. Slechts in twee gevallen is snijmais en aardappel geteeld. In alle andere gevallen bestaat het bouwplan uit grasland, zomergerst, wintertarwe en suikerbieten. Van de vijf percelen is op drie percelen alleen data beschikbaar van het jaar 2011. Voor de resterende twee percelen zijn gegevens beschikbaar van de jaren 2013-2017. Op deze twee percelen worden alleen akkerbouwgewassen geteeld.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 6 tot 134 mg/L voor de ondiepe metingen en van 4 tot 233 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 21 mg/L, terwijl de diepe metingen een gemiddelde nitraatconcentratie hebben van 20 mg/L. Onder het grasland van perceel 601802 is er in 2011 een extreem hoge waarde nitraatconcentratie gemeten in het diepe bodemvocht. Dit is mogelijk een gevolg van de teelt van snijmais in het jaar 2009. Een dergelijk effect is echter niet zichtbaar op perceel 601801 terwijl daar ook snijmais heeft gestaan twee jaar voor de meting. Mogelijk heeft perceel 601801 een lagere mestgift gekregen of is het perceel zelf gevoeliger voor uitspoeling.



Figuur 3.8. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied De Dommel. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

De metingen suggereren dat de nitraatconcentraties dalen met maximaal 1.0 tot 2.1 mg/L per jaar over de periode 2011 tot 2017 ($p < 0.6$). Dat komt echter doordat in de jaren 2013-2017 andere percelen zijn bemonsterd dan in het jaar 2011 waar de hoge nitraatconcentraties sterk afhangt van één extreem perceel (perceel nummer 601802). Er is geen trend waar te nemen als alleen de twee percelen worden meegenomen die over de jaren 2013 tot 2017 zijn bemonsterd. Ook de verschillen tussen de dieptes zijn verwaarloosbaar, behalve voor de meting op het grasperceel (601802) in 2011 waarbij de nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht vele malen hoger is dan de nitraatconcentratie in het ondiepe bodemvocht. Dit hangt waarschijnlijk samen met de teelt van snijmais in het voorgaande jaar. Percelen die een hogere concentratie meten in het ondiepe bodemvocht hebben ook een hogere concentratie in het diepe bodemvocht.

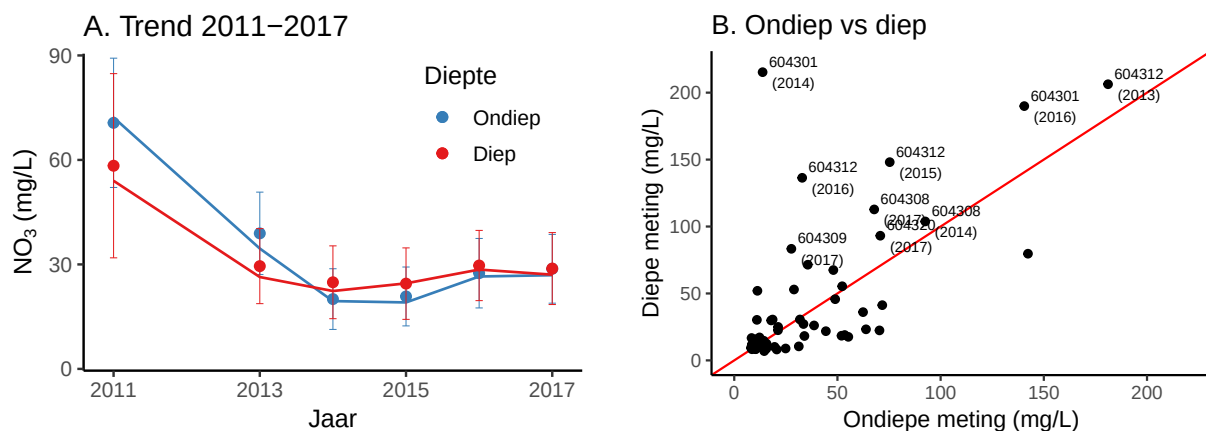
De Tombe

In het grondwaterbeschermingsgebied De Tombe zijn in totaal 262 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 16 verschillende percelen waarbij er 137 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 125 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Op deze percelen worden in de periode van 2011 tot 2017 voornamelijk (>75%) niet-uitspoelingsvoelige gewassen geteeld. Op vier percelen wordt blijvend grasland geteeld, waarvan één perceel vanaf 2015 als natuurgrasland wordt beheerd en zodoende weinig tot geen bemesting krijgt. Ook wordt er een perceel gebruikt als huisweide met een hoge bezetting van (droogstaand) melkvee. Op perceel 604303 is weinig tot geen bemesting toegepast. Tot 2009 heeft hier populierenbos gestaan gevolgd door een jaar braak en twee jaar (biologische) graanteelt. Vanaf het jaar 2013 wordt het perceel gebruikt voor de teelt van natuurgras. Hiernaast wordt één perceel ook als hamsterperceel gebruikt. Op dit perceel staat vanaf 2013 winter tarwe. Op het aanwezige fruitperceel is de appelteelt in 2016 vervangen door de teelt van snijmais. Opmerkelijk is ook dat de nitraatconcentratie op de thuisweide gemiddeld erg hoog is (149 mg/L) terwijl het andere blijvend-graslandperceel gemiddeld juist erg laag is (13 mg/L). Mogelijk komt dat doordat er veel puntbelastingen (urine) plaatsvinden en doordat de koeien ook lang in het najaar, als er weinig gewasopname is, buiten blijven.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 4 tot 625 mg/L voor de ondiepe metingen

en van 4 tot 394 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 28 mg/L, 2 mg/L meer dan de gemiddelde nitraatconcentratie van de diepe metingen. De laagste nitraatconcentraties worden gevonden onder natuurgras (gemiddeld 9 mg/L). De hoogste nitraatconcentraties zijn daarentegen gemeten op percelen met appels en aardappels (gemiddeld >50 mg/L), waarbij met name de nitraatconcentraties op het aardappelperceel hoog zijn (71 mg/L in het ondiepe bodemvocht en 93 mg/L in het diepe bodemvocht). Deze hoge nitraatconcentraties zijn naast de uitspoelingsgevoeligheid van de teelt zelf mogelijk ook het gevolg van het rooien van de appelboomgaard en de teelt van snijmais in het voorgaande jaar. Opmerkelijk is ook de nitraatconcentratie op het veronderstelde blijvend-graslandperceel (604301) dat gemiddeld erg hoog is (149 mg/L) terwijl het andere blijvend-graslandperceel gemiddeld juist erg laag is (13 mg/L). Mogelijk is de aanname van blijvend-grasland voor dit perceel niet terecht.

De metingen laten een duidelijke daling zien van de nitraatconcentraties over de periode 2011 tot 2017 (Figuur 3.9). Deze daling is echter niet meer waarneembaar als de metingen van het jaar 2011 niet worden meegenomen in de analyse. De daling hangt daardoor sterk samen met de hoge concentratie in 2011 die sterk bepaald wordt door de hoge nitraatconcentraties van het grasperceel 604301 (omdat er in 2011 maar vier percelen zijn bemonsterd, tellen deze hoge concentraties extra zwaar mee). Voor geen van de jaren is er een duidelijk verschil te zien tussen de gemiddelde nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht ten opzichte van het ondiepe bodemvocht. Voor een paar situaties zijn de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht wel aanzienlijk hoger dan de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht. Dit is het geval bij een wintertarwe en een graslandperceel (604301; 604312). Het is op basis van de gewasvolgorde alleen onduidelijk waar deze hoge concentraties op het perceel met wintertarwe vandaan komen; mogelijk heeft het perceel veel mest ontvangen in het voorgaande jaar.

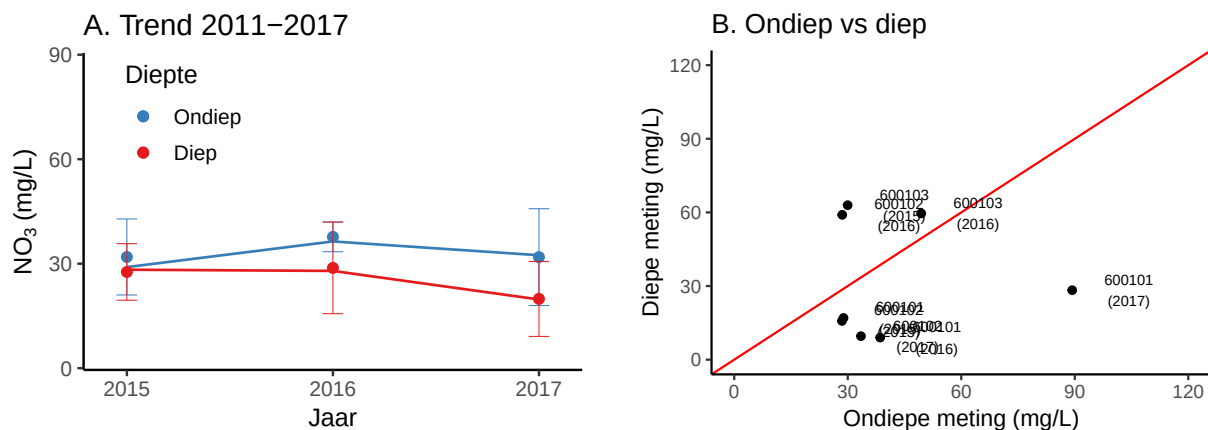


Figuur 3.9. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied De Tombe. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

Geulle

In het grondwaterbeschermingsgebied Geulle zijn in totaal 33 monsters genomen in de periode 2015 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op drie verschillende percelen waarbij er 20 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 13 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Op twee percelen wordt een gras-mais rotatie toegepast en op één perceel staat er drie jaar achtereen gras.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 10 tot 205 mg/L voor de ondiepe metingen en van 9 tot 73 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 32 mg/L, 2 mg/L meer dan de gemiddelde nitraatconcentratie van de diepe metingen. De gemiddelde nitraatconcentratie op grasland is 22 mg/L terwijl de gemiddelde nitraatconcentratie op maisland 44 mg/L is. Voor beide gewassen geldt dat de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht een factor twee hoger liggen dan de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht. Ondanks dat de nitraatconcentratie in het diepe bodemvocht lijkt te dalen, is op basis van de beschikbare data niet te zeggen of de nitraatconcentraties gelijkblijven of dat er een dalende of stijgende lijn is waar te nemen. Datzelfde geldt voor het verschil tussen de nitraatconcentraties in het diepe en de ondiepe bodemvocht. De variatie over deze drie percelen en weerjaren is daarvoor te groot.



Figuur 3.10. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Geulle. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

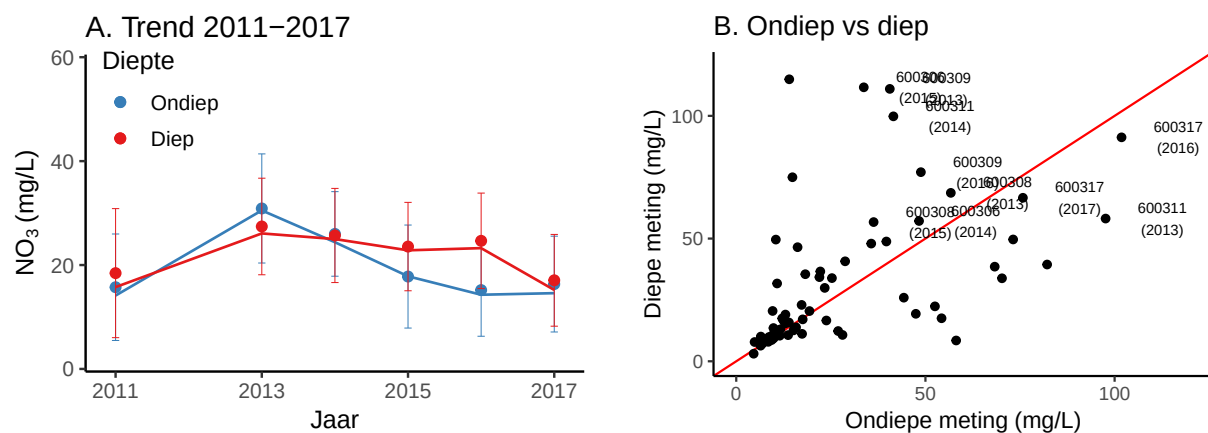
Heer-Vroendaal

In het grondwaterbeschermingsgebied Heer-Vroendaal zijn in totaal 354 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 18 percelen waarbij er 204 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 150 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Ongeveer 60% van de percelen is bemonsterd vanaf het jaar 2013 en 20% vanaf 2015, terwijl de resterende 20% enkel is bemonsterd in het jaar 2011. In 2011 stonden op deze percelen gras en gras-klover. Het landgebruik van alle andere percelen is voor ongeveer de helft gericht op de melkveehouderij en voor de andere helft op de akkerbouw waardoor relatief veel gewassen worden geteeld die een hoge N-benutting kennen. Van de graslandpercelen worden drie percelen vanaf 2015/2016 op een natuurlijke wijze beheerd.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 3 tot 230 mg/L voor de ondiepe metingen en van 3 tot 193 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 18 mg/L, terwijl de diepe metingen een gemiddelde nitraatconcentratie hebben van 21 mg/L. Nitraatconcentraties hoger dan 50 mg/L worden voornamelijk gemeten op de percelen met akkerbouwmatige teelten. Het effect van de wortelingsdiepte van de voorteelt komt op deze percelen niet duidelijk naar voren. Wel is duidelijk te zien dat nitraatconcentraties dalen als er gras wordt geteeld na een aantal jaren snijmais. De natuurgraspercelen hebben ook in dit gebied erg lage nitraatconcentraties van gemiddeld minder dan 10

mg/L.

De nitraatconcentraties lijken niet te veranderen over de periode 2011 tot 2017 ($p > 0.1$). De trend wordt echter sterk beïnvloed door de lage nitraatconcentraties in het jaar 2011 die zijn gemeten onder grasland. Over de periode 2013 tot 2017 blijken de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht wel te dalen met 1.8 mg/L per jaar ($p < 0.01$). De nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht lijken gemiddeld over de jaren niet veel af te wijken van de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht. In deze afwijking zit echter een grote variatie (Figuur 3.11.B). Zoals verwacht blijkt dat hogere nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht ten opzichte van het ondiepe bodemvocht met name worden gemeten bij de uitspoelingsgevoelige voorteelten snijmais of uien. Het tegenovergestelde, dus hogere nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht ten opzichte van het diepe bodemvocht, blijkt vaak het geval te zijn als er een gewas wordt geteeld die gevoelig is voor nitraatuitspoeling met als voorvrucht een dieper wortelend gewas.



Figuur 3.11. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Heer-Vroendaal. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

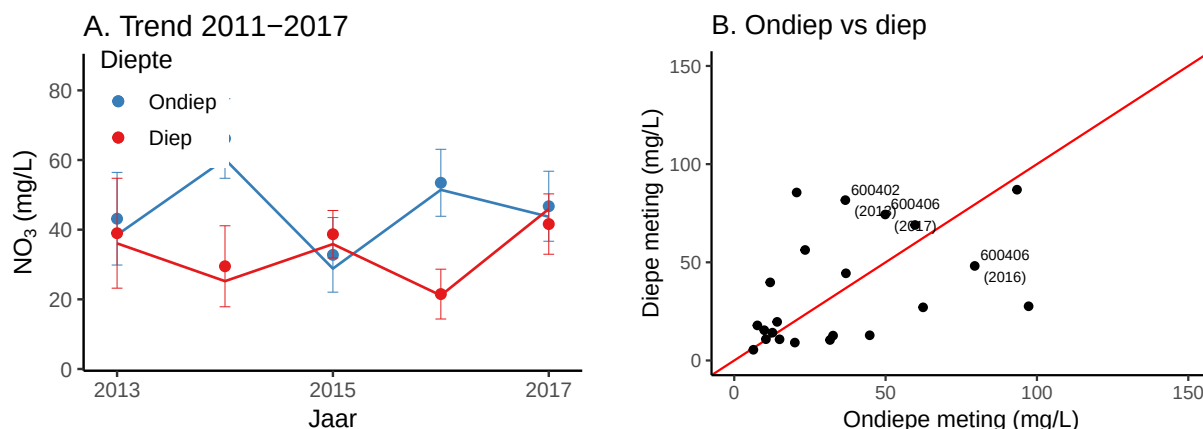
IJzeren Kuilen

In het grondwaterbeschermingsgebied IJzeren Kuilen zijn in totaal 143 monsters genomen in de periode 2013 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 7 percelen waarbij er 84 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 59 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Van de zeven percelen wordt één perceel vanaf 2017 in twee delen bemonsterd. Het perceel 600404 is in 2017 namelijk opgesplitst voor de teelt van suikerbieten. Van de andere percelen worden vier percelen gebruikt voor de teelt van grasland en snijmais. Van deze percelen wordt op één perceel blijvend grasland en op één perceel continu snijmais geteeld en op de andere percelen wordt de snijmais geroteerd met grasland. Op de overblijvende twee percelen worden uitsluitend de akkerbouwgewassen aardappels, wintergranen en korrelmais geteeld. Opvallend is dat op drie van de zeven percelen geen diepe monsters zijn genomen. Diepe bemonstering was niet mogelijk in verband met een dunne lösslaag en de aanwezigheid van grind / kiezels dan wel kalksteen direct onder deze lösslaag.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van van 6 tot 321 mg/L voor de ondiepe metingen en van 5 tot 198 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatcon-

concentratie van 44 mg/L, terwijl de diepe metingen een concentratie hebben van 34 mg/L. De percelen met de gras-mais rotatie en de continu-mais teelt hebben gemiddeld een hoge nitraatconcentratie (>50 mg/L). Voor de akkerbouwpercelen zijn er vooral hoge nitraatconcentraties gemeten na de teelt van korrelmais.

De nitraatconcentraties veranderen niet over de periode 2013 tot 2017 ($p > 0.3$) zowel in het ondiep als in het diepe bodemvocht. De nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht wijken gemiddeld over de jaren ook niet veel af van de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht. Er komen evenveel situaties voor waarin de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht hoger is dan in het diepe bodemvocht als situaties waarin het tegenovergestelde het geval is.



Figuur 3.12. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied IJzeren Kuilen. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

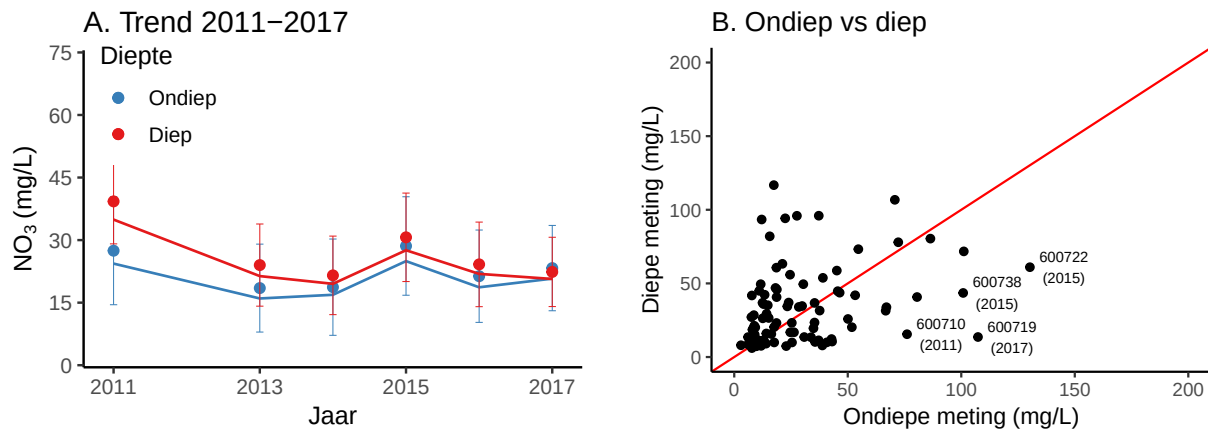
Roodborn

In het grondwaterbeschermingsgebied Roodborn zijn in totaal 499 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 35 percelen waarbij er 312 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 187 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Vanaf 2011 zijn er monsters genomen op twaalf percelen, waarvan zeven percelen niet meer in de latere jaren zijn bemonsterd. De resterende percelen zijn vanaf 2013 of 2014 bemonsterd. Op 30% van de percelen in Roodborn vindt blijvend grasteelt plaats. Opvallend is het lage aandeel snijmais en het feit dat snijmais slechts een enkele keer gewisseld wordt met gras. In plaats daarvan wordt de geteelde snijmais voornamelijk geteeld in akkerbouwrotaties. Naast de gangbare gewassen zijn er twee natuurpercelen waar grasland en bos staan. Deze percelen zijn wel frequent bemonsterd (600710) maar niet altijd op beide dieptes in verband met toegankelijkheid, helling en dikte van de aanwezige lösslaag. Op een ander perceel (600732) staat vanaf 2016 natuurgras.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 2 tot 337 mg/L voor de ondiepe metingen en van 2 tot 423 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 20 mg/L, terwijl de diepe metingen een concentratie hebben van 23 mg/L. De graspercelen hebben structureel lagere nitraatconcentraties, behalve perceel 600738 die gemiddeld over de jaren en dieptes een nitraatconcentratie heeft van 38 mg/L. Dat suggereert een hogere bemesting op dat perceel.

De nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht lijken licht te dalen met 1.6 mg/L per jaar over de periode

2011 tot 2017 ($p < 0.06$). Als de percelen die enkel bemonsterd zijn in 2011 ook worden meegenomen, dan is deze daling echter niet aantoonbaar. Ook voor Roodborn is er een grote spreiding zichtbaar tussen de nitraatconcentraties in het diepe bodemvocht en de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht (Figuur 3.13.B). In dit gebied is er vrijwel geen relatie tussen de nitraatgehaltes op beide dieptes: hogere als lagere concentraties komen even vaak voor. Een verschil tussen de concentraties in het ondiepe en diepe bodemvocht is daarom niet aantoonbaar.

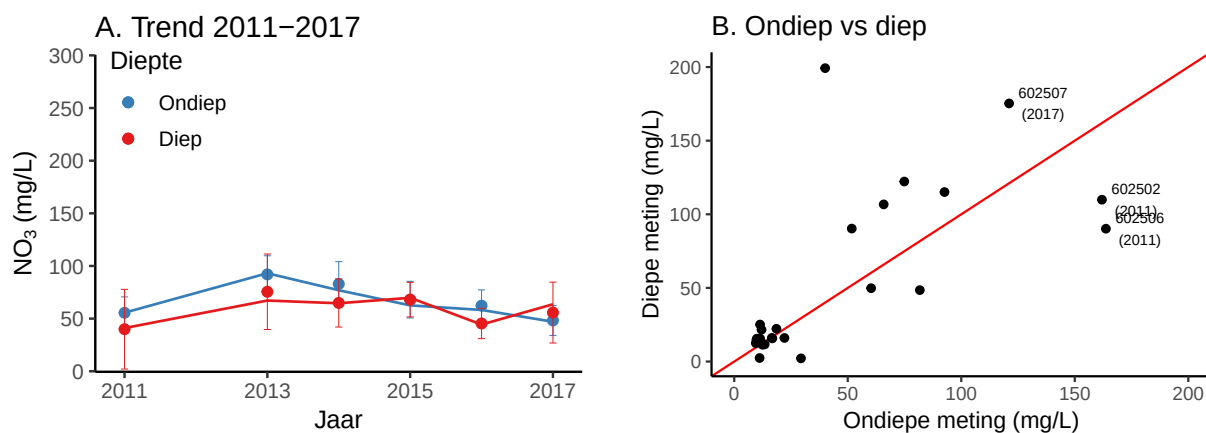


Figuur 3.13. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in grondwaterbeschermingsgebied Roodborn. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe metingen ten opzichte van de ondiepe metingen voor de percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

Roosteren

In het grondwaterbeschermingsgebied Roosteren zijn in totaal 151 monsters genomen in de periode 2011 tot 2017. De metingen zijn uitgevoerd op 8 percelen waarbij er 100 monsters zijn genomen op een diepte van 150 cm onder maaiveld en 51 monsters zijn genomen op een diepte van 250 cm onder maaiveld. Op ruim 70% van de percelen groeit gras, waarbij op vier percelen blijvend grasland staat en twee percelen alleen in het jaar 2011 zijn bemonsterd. Het resterende gedeelte van de bouwplannen wordt opgevuld met groenten, tarwe en snijmais. Er zijn weinig diepe monsters genomen op de percelen van Roosteren en vrijwel alle metingen zijn in enkelvoud uitgevoerd.

De gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht variëren van 4 tot 527 mg/L voor de ondiepe metingen en van 2 tot 456 mg/L voor de diepe metingen. De ondiepe metingen hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 63 mg/L, terwijl de diepe metingen een gemiddelde nitraatconcentratie hebben van 56 mg/L.



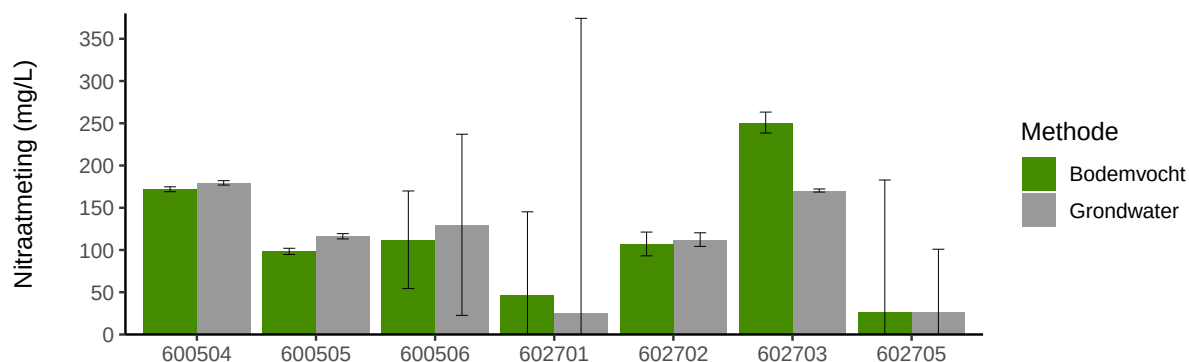
Figuur 3.14. Overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in waterbeschermingsgebied Roosteren. Figuur A geeft de trend weer over de jaren 2011 tot 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking van het gemiddelde weer. Geen foutenbalk betekent dat er slechts 1 observatie is. Figuur B laat de afwijking zien van de diepe ten opzichte van de ondiepe metingen voor percelen waarbij op beide dieptes gemeten is.

De nitraatconcentraties stijgen of dalen niet over de periode 2011 tot 2017. Alleen als de situatie in 2011 genegeerd wordt, dan is er een duidelijke dalende lijn waarneembaar in de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht. Ook is er geen aantoonbaar verschil tussen de concentraties in het ondiepe bodemvocht en de concentraties in het diepe bodemvocht. De weinige gegevens die er zijn, suggereren dat het verschil in nitraatgehalte tussen percelen en jaren groter is dan het verschil tussen diepe en ondiepe bodemlagen.

3.3 Verschil metingen bodemvocht en grondwater in de zandgebieden

Een vergelijking tussen de nitraatconcentraties van de grondwatermonsters en de bodemvochtmonsters is weer gegeven in Figuur 3.15. De gemiddelde nitraatconcentratie van het grondwater in de zandgebieden varieerde van 7 tot 256 mg/L met een gemiddelde van 86 mg/L en een standaardafwijking van 14. De gemiddelde nitraatconcentratie van het bodemvocht, bemonsterd op dezelfde percelen, varieerde van 9 tot 346 mg/L met een gemiddelde van 94 mg/L en een standaardafwijking van 13.

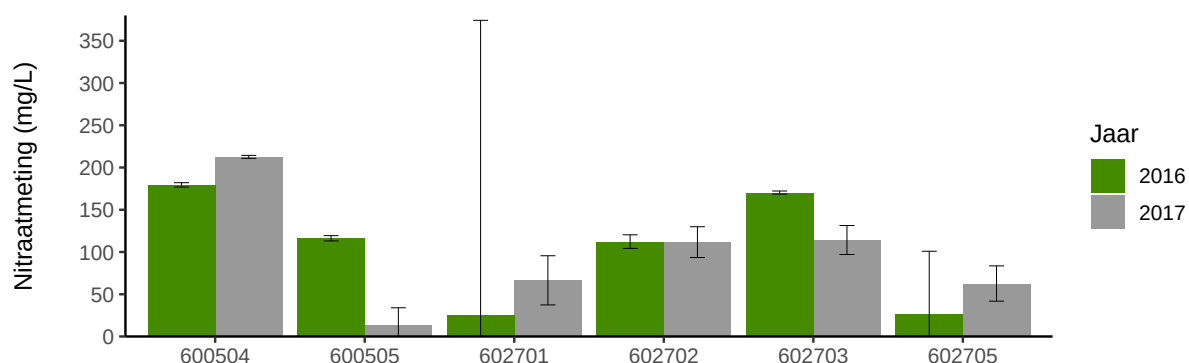
Figuur 3.15 laat zien dat voor de meeste percelen de nitraatconcentratie van het bodemvocht in dezelfde range ligt als de nitraatconcentratie van het grondwater. Bij zowel perceel 602701 als 602703 treden relatief grote verschillen op tussen de twee methoden wat waarschijnlijk samenhangt met de ruimtelijke variatie op desbetreffende percelen; er zijn namelijk op twee verschillende locaties monsters genomen op het perceel.



Figuur 3.15. Gemiddelde nitraatconcentraties gemeten in het bodemvocht ten opzichte van de nitraatconcentraties gemeten in het grondwater voor de vier percelen in waterbeschermingsgebied Bergen en Breehei in het jaar 2016. De foutenbalken geven de standaardafwijking weer. Voor de situaties waarbij geen foutenbalken zijn gegeven is het aantal metingen één, voor de andere situaties zijn er twee metingen beschikbaar.

Op basis van alle metingen kan er geen structureel verschil tussen beide methoden worden aangetoond ($p > 0.1$). Dit resultaat voor de zandgronden van Bergen en Breehei komt niet overeen met het eerdere vergelijkingsonderzoek van nitraatmeetmethoden op de lössgronden van Zuid-Limburg (onderzoek RIVM, WML en WUR). Daar was de hypothese, gesteund door metingen, dat het gebruik van centrifugeren een betere indicatie geeft van het nitraatgehalte van het uitspoelend water dan het gebruik van extractiemethoden conform de meetmethode van WML. Het verschil tussen dat onderzoek en de metingen in Bergen en Breehei bevestigt dat het verschil tussen de meetmethoden afhangt van de grondsoort. Het verschil tussen het nitraatgehalte in het bodemvocht en het daaronder liggende grondwater lijkt in de praktijk mee te vallen op zand. Of dat op lössgronden ook daadwerkelijk het geval is, kan met deze metingen niet worden aangetoond.

Bij de percelen in Bergen (602701, 602702, 602703 en 602705) is het grondwater al rond de 150 cm-mv, terwijl het grondwater in de percelen van Breehei (600504 en 600505) rond de 200 cm-mv is. Figuur 3.16 laat voor deze percelen zien hoe de nitraatconcentraties in het grondwater zijn veranderd over de jaren 2016 en 2017. De nitraatconcentratie blijft voor alle percelen gemiddeld gelijk. De nitraatconcentratie in het grondwater daalt aantoonbaar voor de percelen 600505 (bos) en 602703 (grasland), terwijl een duidelijke stijging plaatsvindt op perceel 600504 (grasland).

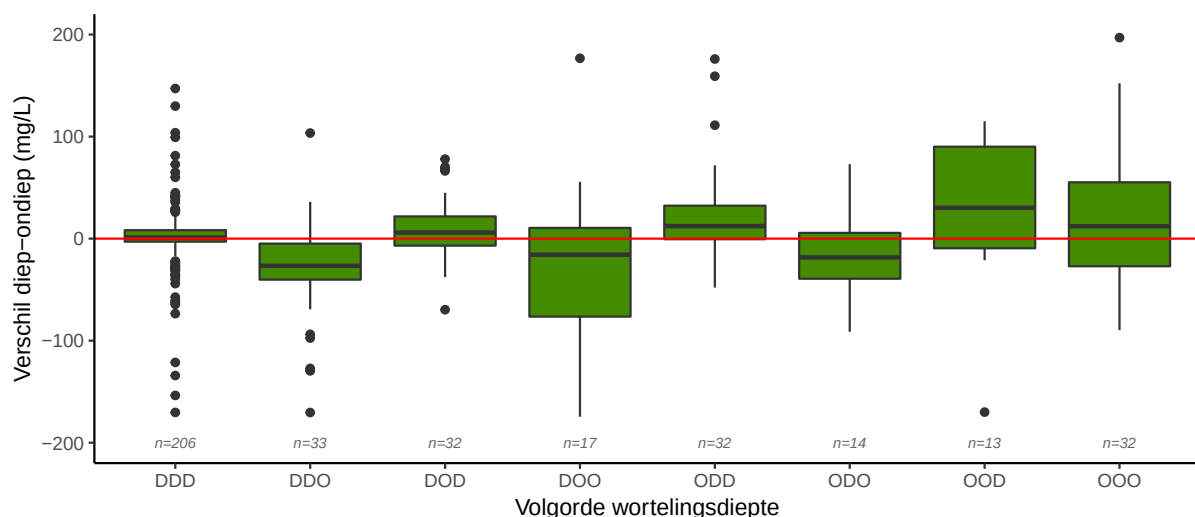


Figuur 3.16. Gemiddelde nitraatconcentraties in het grondwater voor de jaren 2016 en 2017. De foutenbalken geven de standaardafwijking weer.

3.4 Effect van diepte op de nitraatconcentraties

Verskil diepe en ondiepe metingen

Het water dat door de poriën van de bodem stroomt, zorgt ervoor dat het nitraat zich naar beneden verplaatst langs het bodemprofiel. De daadwerkelijke nitraatconcentratie in het bodemvocht wordt niet alleen beïnvloed door stikstofproducerende en -consumerende bodemprocessen, maar ook door de opname via het wortelstelsel van het geteelde gewas. Gewasopvolging is daarbij belangrijk. Als een ondiep wortelend gewas namelijk gevolgd wordt door een diep wortelend gewas, dan is het mogelijk dat een gedeelte van het al uitgespoelde nitraat (d.w.z., het nitraat dat tot onder de bouwvoor is verplaatst) alsnog wordt opgenomen. Gewassen wortelen over het algemeen tot een diepte van 75 cm-mv (globale schatting), met uitzondering van diep wortelende gewassen waarbij de wortels tot op een diepte van 2 m-mv stikstof kunnen opnemen. De grondwaterstand staat in het lössgebied enkele (tientallen) meters onder maaiveld. Dit is te zien in Figuur 3.17 waar het verschil tussen de nitraatconcentraties in het diepe en ondiepe bodemvocht wordt weergegeven in relatie tot de verschillende gewasvolgordes van opvolgende diep wortelende (afgekort met D) en ondiep wortelende (afgekort met O) gewassen. Grasland wordt voor deze analyse als diep wortelend beschouwd omdat het - in tegenstelling tot veel andere gewassen - heel efficiënt met stikstof omgaat waardoor er weinig verliezen optreden. Dit is in het bijzonder het geval voor meerjarig grasland. Het verschil tussen de nitraatconcentraties in het diepe en het ondiep bodemvocht varieert sterk, met situaties waarin het nitraatgehalte in het ondiepe bodemvocht zowel 175 mg/L hoger als 379 mg/L lager ligt dan het nitraatgehalte in het diepe bodemvocht. Het overgrote merendeel van de metingen laat een verschil zien van 70 tot 100 mg/L. Gemiddeld over alle metingen is het verschil tussen ondiepe en diepe metingen 5 mg/L. De meest voorkomende (lees: over meerdere jaren gemeten) rotatie is de continue diepwortelende teelt. Dit zijn teelten met overwegend grasland. Meerdere jaren achter elkaar een ondiep wortelend gewas (DOO, OOD en OOO) komt voornamelijk voor bij de teelt van mais.



Figuur 3.17. Boxplot van het verschil tussen de gemiddelde nitraatconcentraties in het diepe en de ondiepe bodemvocht (diep minus ondiep) voor verschillende 3-jarige rotaties van wortelingsdiepten van de geteelde gewassen (O is ondiep wortelend en D is diep wortelend). Verschillen groter dan 200 mg/L worden niet getoond.

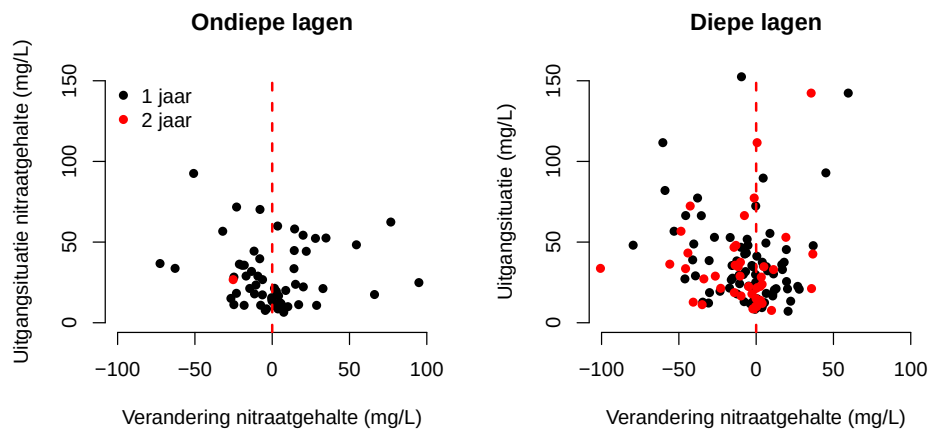
Zoals ook in de analyse per grondwaterbeschermingsgebied naar voren kwam, is er geen systematisch verschil

tussen de nitraatconcentraties in het diepe en het ondiepe bodemvocht als er geen rekening wordt gehouden met de gewasvolgorde. Als er wel rekening gehouden wordt met de gewasvolgorde dan is een duidelijk verschil te zien tussen de nitraatconcentraties in het diepe en ondiepe bodemvocht voor de rotaties DDO (diep<ondiep, $p < 0.001$), ODD (diep>ondiep, $p < 0.05$) en OOO (diep>ondiep, $p < 0.05$) terwijl ze ook voor rotatie OOD lijken te verschillen (diep>ondiep, $p < 0.1$). Duidelijk is dat de nitraatconcentraties in het ondiepe bodemvocht hoger zijn dan in het diepe bodemvocht als er een diep wortelend gewas geteeld wordt in de jaren voor de bemonstering. Dit is echter niet het geval als in het jaar van bemonstering zelf ook een diep wortelend gewas geteeld wordt. Dit bevestigt dat diep wortelende gewassen een groot deel van het profiel 'leegmaken' voor wat betreft beschikbaar nitraat.

Verloop nitraatfront over de diepte

De verschillen in de nitraatconcentraties na de teelt van diep of ondiep wortelende gewassen suggereren een bepaald verloop van de nitraatconcentratie. Om na te gaan hoe het nitraatfront zich verplaatst over het bodemprofiel zijn er naast de standaard dieptes (150 en 250 cm-mv) ook bodemvochtmonsters genomen van diepere lagen (van 300 tot 600 cm-mv). In totaal zijn er 329 monsters genomen van deze diepere bodemlagen. Dit is gedaan op 15 percelen in de grondwaterbeschermingsgebieden De Dommel (2 percelen), De Tombe (7 percelen), Heer-Vroendaal (5 percelen) en IJzeren Kuilen (1 perceel). Perceel 604320 (De Tombe) is een opgesplits appelperceel wat bouwland is geworden. De nitraatconcentraties die gemeten zijn op deze percelen zijn gevisualiseerd in Bijlage A.

Als het nitraat zich als één front naar beneden verplaatst met het neerslagoverschot gedurende de winterperiode (met een snelheid van 100 cm per jaar) én er in de winterperiode geen gewasopname dan wel denitrificatie plaatsvindt, dan verwachten we dat de nitraatconcentratie op een diepte van 250 cm-mv gelijk is aan de concentratie op 150 cm-mv in het najaar van het voorgaande jaar. Vergelijkbaar zal de concentratie op 350 cm-mv gelijk zijn aan de concentratie op 250 cm-mv van het voorgaande jaar als ook gelijk aan de concentratie op 150 cm-mv van twee jaar geleden. Op zandgronden is het mogelijk dat het water zich sneller naar beneden verplaatst, waardoor de verschillen tussen het ondiepe (150 cm-mv) en diepe bodemvocht (250 cm-mv) kleiner zijn dan op lössgronden. Het patroon over de diepte zal echter wel vergelijkbaar zijn.



Figuur 3.18. Verandering in nitraatconcentratie op een bepaalde diepte ten opzicht van de nitraatconcentratie in de uitgangssituatie (in het voorgaande jaar van de bodemlaag 100 cm hoger, en in de bodemlaag 200 cm hoger voor twee jaar geleden). Links: resultaat voor de ondiepe lagen (0-300 cm) waarbij gewasopname de relatie beïnvloedt. Rechts: resultaat voor de diepe lagen (300-600 cm) waarvoor wordt aangenomen dat de nitraatconcentraties niet worden beïnvloed door de gewasopname.

Concreet betekent dit dat de verandering in nitraatconcentraties over het bodemprofiel gelijk is aan nul. Nu blijkt uit de metingen dat de ondiepe en diepe metingen sterk aan elkaar gerelateerd zijn en zelfs om de één-op-één lijn schommelen in vrijwel alle grondwaterbeschermingsgebieden. Dit suggereert dat er gedurende het transport van 150 cm-mv naar 250 cm-mv weinig tot geen verandering optreedt, dan wel dat gewassen tot op 250 cm-mv stikstof kunnen opnemen. Een ondersteunend bewijs voor uniforme verplaatsing van nitraat over de diepte zou zichtbaar zijn als de verandering in het nitraatgehalte over één meter bodemprofiel gerelateerd is aan de hoogte van het nitraatgehalte: percelen die beginnen met een hoog nitraatgehalte in de ondiepe bodemlaag, zullen één jaar later ook een hoger nitraatgehalte hebben in de diepe bodemlaag. Uit de metingen blijkt dat dit niet het geval is; er zijn grote schommelingen mogelijk rondom de één-op-één lijn, wat betekent dat de concentraties op het ene perceel hoger liggen in de ondiepe bodemlaag en op het andere perceel hoger liggen in die diepe bodemlaag. Uit onze analyse blijkt ook dat dit verschil beïnvloed kan worden door de gewasvolgorde: een diep wortelend volggewas is in staat om het nitraatconcentratie op grotere diepte te verlagen.

Dit wordt bevestigd als we het genoemde ondersteunende bewijs illustreren op basis van de metingen. Uit Figuur 3.18 blijkt dat de verandering in het nitraatgehalte over de verschillende bodemdieptes niet gerelateerd is aan het nitraatgehalte van de bovenliggende bodemlaag van het voorgaande jaar. Als alleen gekeken wordt naar transport van de nitraat van 250 cm-mv naar diepere lagen (350 cm-mv, 450 cm-mv, etc) dan zijn er evenveel situaties mogelijk waarbij het nitraatgehalte in de diepere laag lager of hoger ligt dan de bodemlaag erboven in het voorgaande jaar. Er is ook geen verband waarneembaar met de hoogte van het nitraatgehalte. Het patroon is vergelijkbaar wanneer de verandering in nitraatgehaltenes over een periode van één jaar (en één meter waterverplaatsing) worden vergeleken met de verandering in nitraatgehaltenes over een periode van twee jaar (en daarbij twee meter waterverplaatsing). Dit alles betekent dat het nitraatgehalte zich niet uniform verplaatst over de diepte dan wel dat het gedurende het transport beïnvloed kan worden door andere bodemprocessen dan wel gewasopname. Opvallend is ook dat zelfs op diepere lagen de concentratie kan stijgen met de diepte. Dit betekent dat er mogelijk nitraat van diepere lagen omhoog komt via capillaire opstijging dan wel dat er lateraal transport kan plaatsvinden van nitraat.

De profielen van nitraatconcentraties (Bijlage A) bevestigen dat er geen eenduidig patroon bestaat waarmee verklaard kan worden hoe het nitraat zich verplaatst over de diepte. Een mooi patroon van dalende nitraatconcentraties over de diepte is bijvoorbeeld zichtbaar in sommige percelen in grondwaterbeschermingsgebied De Tombe, en wel op perceel 604306 (2016), 604309 (2016) en 604320 (2017). Zowel voor 604306 als voor 604320 geldt dat er tot het jaar voor waarneming appels geteeld zijn op het perceel. Perceel 604309 was voorheen grasland, maar in de laatste jaren werd er graan en mais geteeld. Op de percelen 604316, 604308, 600308 en 600306 komen bijvoorbeeld sterke stijgingen voor over de diepte.

Opvallend is ook dat op veel plekken de concentraties stijgen met de diepte. Gemiddeld over alle percelen loopt dit op met 1 mg/L per meter ($p < 0.001$) over de diepte 1.5 tot 6 meter onder maaiveld. Betekent deze daling dat de uitspoeling aan het maaiveld elk jaar daalt of zijn er processen in de ondergrond die zorgen voor verdunning dan wel denitrificatie van nitraat? De huidige tijdreeksen zijn te kort om deze veranderingen mechanistisch te verklaren, en specifieke gegevens over bodemstructuur, geohydrologie en watertransport (infiltratiesnelheden) zijn nodig om deze patronen mechanistisch te interpreteren. Wel bevestigt dit dat er grote ruimtelijke variatie bestaat tussen percelen.

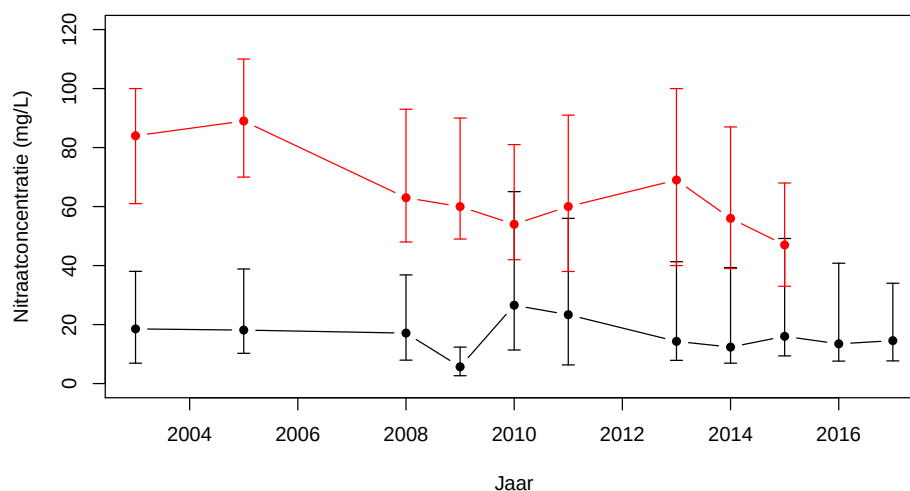
4 Discussie en conclusies

Dit rapport beschrijft de nitraatmetingen die zijn uitgevoerd over de periode 2011-2017 in het ondiepe en diepe bodemvocht in tien grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg. Uit deze metingen blijkt dat er een grote ruimtelijk spreiding aanwezig is als gevolg van bouwplan, bemesting en perceelskenmerken. De percelen op lössgronden hebben de laagste concentraties en het gemiddelde schommelt rond de 25 mg/L in zowel het ondiepe als diepe bodemvocht. De concentraties zijn structureel hoger in zand- en rivierkleigebieden. Daar schommelt de gemiddelde concentratie rond de 60 mg/L. Wel is er sprake van substantiele variatie rond het gemiddelde in alle grondsoorten wat bevestigt dat er handelingsperspectief is voor maatregelen om het nitraatgehalte te verlagen.

Het nitraatgehalte over de jaren en dieptes is redelijk stabiel. Slechts in enkele grondwaterbeschermingsgebieden is een trend waarneembaar voor de diepe of de ondiepe nitraatconcentraties over de jaren 2011 - 2017. Dit is met name het geval voor de gebieden Heer-Vroendaal en De Tombe. De trend in de nitraatconcentraties in De Tombe wordt echter sterk beïnvloed door de metingen van het jaar 2011. In sommige gebieden lijken de ondiepe nitraatconcentraties sterk te stijgen, zoals in Bergen, Breehei en IJzeren Kuilen. In verschillende andere gebieden lijkt een sterke daling op te treden, zoals bijvoorbeeld in De Dommel en Heer-Vroendaal. Gewassen die diep wortelen dan wel weinig bemesting krijgen, hebben een lagere nitraatconcentratie dan gewassen die ondiep wortelen dan wel substantieel meer stikstof krijgen dan de gewasopname. Vruchtopvolging heeft op veel percelen grote invloed op het nitraatgehalte in zowel het diepe als ondiepe bodemvocht. Stijgende of stabiele trends zijn waarneembaar in Bergen, Breehei, Craubeek, Geulle en IJzeren Kuilen. Door de grote variatie binnen een grondwaterbeschermingsgebied is een analyse over het totaal van gebieden (en mogelijk per grondsoort) robuuster om trends in de tijd aan te tonen. Op grondsoortniveau daalt de nitraatconcentratie in lössgronden met circa 1.35 mg/L per jaar over de hele periode, terwijl deze vanaf 2012 lijkt te dalen in het ondiepe bodemvocht in rivierklei en vanaf 2013 in de zandgronden. Het effect van begeleiding rond landgebruik en bemesting (binnen het DSG-netwerk) lijkt daarmee groter te zijn op de zand- en kleigronden. Omdat de gewaskeuze en -volgorde een grote invloed heeft op het nitraatgehalte is het van cruciaal belang om te zorgen voor een gebalanceerde meetreeks over de jaren heen, waar per grondwaterbeschermingsgebied (of per grondsoort, afhankelijk van de gebiedsdoelstellingen) diep en ondiep wortelende gewassen evenredig voorkomen.

De huidige rapportage focust op de resultaten van 2011 tot 2017. Eerdere resultaten zijn in andere rapportages beschreven. Omdat Duurzaam Schoon Grondwater de langste historie heeft in begeleiding en monitoring van percelen in lössgronden, illustreren we de impact hiervan over de meetperiode vanaf 2003 (zie Figuur 4.1). De jaarlijkse gemiddelde nitraatconcentraties in het bodemvocht van lössgronden (zwarte lijn) blijken consistent laag, variërend rond de 25 mg/L. De verandering in het LMM (rood) zijn sterker maar wel in dezelfde richting. De concentratie in het LMM ligt echter consistent hoger dan de concentratie in de percelen in het netwerk van DSG. Deze hogere concentratie hangt samen met de meetmethodiek, zoals beschreven bij Ros et al (2014). Opgemerkt moet worden dat deze vergelijking tussen de meetmethodieken alleen is gedaan voor lössgronden en dus niet één op één te vertalen is voor de zandgronden. De reden van de sterkere daling bij het LMM in vergelijking met DSG moet samenhangen met de locatiemarkers van de deelnemende bedrijven. Dit is in deze studie niet verder onderzocht, maar hangt zeer waarschijnlijk samen met de al erg lage concentraties en het grote aandeel grasland en diep wortelende gewassen in de onderzochte percelen. Op percelen met uitspoelingsgevoelige gewassen kan de uitspoeling (ook op lössgronden) nog behoorlijk oplopen: 50% van deze percelen heeft nog nitraatconcentraties boven de 50 mg/L. Voor verdere onderbouwing van nitraatverliezen

onder akkerbouwgewassen is het aan te bevelen om bij de bemonstering niet alleen rekening te houden met de kwetsbaarheid van de percelen voor uitspoeling (dikte lösslaag en korte verblijftijd van bodemvocht tot opgepompt grondwater) maar ook met het agrarisch landgebruik.



Figuur 4.1. Mediane waarden van de DSG metingen van regio Zuid-Limburg ten opzichte van de mediane waarden van de LMM metingen. De foutenbalken geven de 25% en 75% kwantielen aan.

Een opvallend resultaat van de huidige analyse is de grote overeenkomst tussen het diepe en ondiepe bodemvocht. Over alle gebieden - zowel voor zand, klei als lössbodems - lijken deze twee sterk met elkaar samen te hangen: percelen met een hoge concentratie in het ondiepe bodemvocht hebben ook een hoge concentratie in het diepe bodemvocht. Rondom deze hoofdboodschap zit overigens nog veel variatie die samenhangt met de gewasvolgorde. De beide meetdieptes van 150 en 250 cm-mv zijn ooit gekozen omdat de concentratie op deze dieptes indicatief zijn voor het nitraat wat de bewortelbare zone verlaat. De grote overeenkomst tussen ondiepe en diepe metingen suggereert dat het bodemvocht op 250 cm-mv nog beïnvloedbaar is (of wordt) via gewasopname, capillaire opstijging of andere bodemprocessen. Of dit consequenties moet hebben voor de bemonsteringsdiepte is nog onduidelijk, ook omdat de metingen die over een dieper profiel zijn uitgevoerd een grote variatie vertonen die (op dit moment) niet verklaard kan worden op basis van gewasvolgorde en bemesting zonder inzicht in watertransport door het bodemprofiel. De grote variatie in nitraatgehaltes binnen één perceel bevestigt wel dat voor betrouwbaar perceelsgericht inzicht meer dan twee metingen op twee dieptes nodig zijn. Wanneer de metingen van individuele percelen met elkaar worden gecombineerd, dan is het echter wel mogelijk om per gewas en bodemtype betrouwbare adviezen te geven waarmee gestuurd kan worden op lagere nitraatgehaltes in het bodemvocht.

Opvallend is ook de grote overeenkomst in nitraatconcentraties in bodemvocht en grondwater bij een vergelijkbare bodemdikte. Dit resultaat lijkt te contrasteren met het eerdere vergelijkingsonderzoek van nitraatmeetmethoden door RIVM, WML en WUR die zijn uitgevoerd voor lössbodems. Daar was de hypothese (gesteund door metingen) dat het gebruik van centrifugerende een betere indicatie geeft van het nitraatgehalte van het uitspoelend water dan het gebruik van extractiemethoden (conform de meetmethode van WML). Het verschil tussen het nitraatgehalte in het bodemvocht en het diepere grondwater lijkt in de praktijk mee te vallen voor zandgronden en bevestigt daarmee dat het verschil in meetmethodiek primair zichtbaar is in lössgronden.

Gezien de variatie in het neerslagoverschot (Figuur C.1) is het een goede keuze om de nitraatconcentraties te corrigeren voor het neerslagoverschot. Dit is vooral belangrijk om zicht te krijgen op het effect van landgebruik én bemesting op het nitraatgehalte in het bodemvocht. Gedurende het transport naar het diepere grondwater, wordt dit jaareffect echter kleiner. De manier waarop deze correctie gedaan wordt heeft grote invloed op de weersgecorrigeerde nitraatconcentraties. Gemiddeld genomen over alle metingen over een periode van 2001 tot 2017 zou de gecorrigeerde concentratie niet veel hoger of lager moeten zijn dan de gemeten nitraatconcentratie. Het blijkt echter dat sommige methoden lager uitvallen (gewascorrectie en regiocorrectie) en anderen juist hoger (statistische correctie). Vanuit theoretisch oogpunt is de statistische correctie het beste, helemaal als met meer factoren rekening gehouden kan worden. In de praktijk is het echter lastig omdat deze methode erg gevoelig is voor het aantal metingen en weerjaren waarin de metingen verzameld zijn. De methode die alleen gebruik maakt van de jaarlijkse en meerjarige gewasverdamping van een referentiegewas is robuust, aantrekkelijk in eenvoud, maar sluit minder aan bij de realiteit dat verdamping sterk samenhangt met het gewas. Dit betekent dat er een sterke voorkeur is voor de gebruikte neerslagcorrectie via een gewasafhankelijke Makkinkcorrectie, waarbij negatieve neerslagoverschotten moeten worden gecorrigeerd om onrealistische (lees: negatieve) correcties te voorkomen.

Monitoring van nitraatconcentraties in het bodemvocht is belangrijk omdat dit een indicatie geeft van het nitraatgehalte van het uitspoelend bodemvocht richting het grondwater. Correctie voor het neerslagoverschot is hiervoor minder relevant; een hogere concentratie geeft een hoger risico op nitraatverliezen naar het grondwater. Voor een robuuste indicatie is het belangrijk om de nitraatconcentraties niet te bepalen in het ondiepe bodemvocht. Deze zijn namelijk erg variabel afhankelijk van het weer, de bodemeigenschappen, het gewas en het werkzame N-overschot. De concentraties op 250 cm-mv geven in vergelijking met het ondiepe bodemvocht een betere indicatie van het nitraatgehalte in het uitspoelend bodemvocht. De huidige studie laat echter ook zien dat hier nog aanzienlijke variatie in kan optreden waarvan de oorzaak nog niet helemaal is opgehelderd. Desondanks zijn er duidelijke trends waarneembaar als de metingen worden gegroepeerd per bodem en landgebruiksklasse. De huidige metingen kunnen daarom functioneren als een early warning systeem. De beschreven metingen in deze rapportage bevestigen de relevantie ervan en laten zien dat goede aansturing van bouwplan en bemesting mogelijkheden oplevert voor verdere verlaging dan wel stabilisatie. Gezien de grote variatie tussen percelen, kan het wenselijk zijn om gericht te sturen op uitspoelingsgevoelige percelen. De onverklaarbare patronen die op diverse percelen optreden beneden de bewortelbare zone laat ook zien dat er nog steeds inhoudelijke vragen onbeantwoord zijn die inzicht geven in de effectiviteit van ingezet bodembeheer en bemestingsmanagement.

Literatuur

- Bates, D., M. Mächler, B. Bolker en S. Walker (2015). "Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4". In: *Journal of Statistical Software* 67.1, p. 1–48. DOI: 10.18637/jss.v067.i01.
- Boumans, L en D Fraters (2017). "Actualisering van de trendmodellering van gemeten nitraatconcentraties bij landbouwbedrijven: Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid". In:
- Boumans, L. J. M. en B Fraters (2011). "Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van de zandregio en de invloed van het Mestbeleid: Visualisatie afname in de periode 1992 tot 2009". In:
- Hooghart, J. en W. Lablans (1988). "Van Penman naar Makkink: een nieuwe berekeningswijze voor de klimatologische verdampingsgetallen". In: *De Bilt, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI)*.
- Houba, V. J. G., E. J. M. Temminghoff, G. A. Gaikhorst en W Van Vark (2000). "Soil analysis procedures using 0.01 M calcium chloride as extraction reagent". In: *Communications in soil science and plant analysis* 31.9-10, p. 1299–1396.
- Hubeek, A., J. Lambie, F. Vaessen en P. Kusters (2011). *Nitraatbodenvochtonderzoek 2010 (Roodborn, Craubeek, Bergen, Breehei, Roosteren, De Dommel en De Tombe)*. Tech. rap. Maastricht: Waterleidingsmaatschappij Limburg.
- Jenkinson, D. S. en K Coleman (1994). "Calculating the annual input of organic matter to soil from measurements of total organic carbon and radiocarbon". In: *European Journal of Soil Science* 45.2, p. 167–174.
- Kuznetsova, A., P. B. Brockhoff en R. H. B. Christensen (2017). "lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models". In: *Journal of Statistical Software* 82.13, p. 1–26. DOI: 10.18637/jss.v082.i13.
- Ros, G. H. (2014). *Kennisbundeling nitraatmeting bodenvocht lössgronden*. Tech. rap. Wageningen: NMI.
- Ros, G. (2017). *Analyse : bereken bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte*. Tech. rap. Wageningen: NMI.

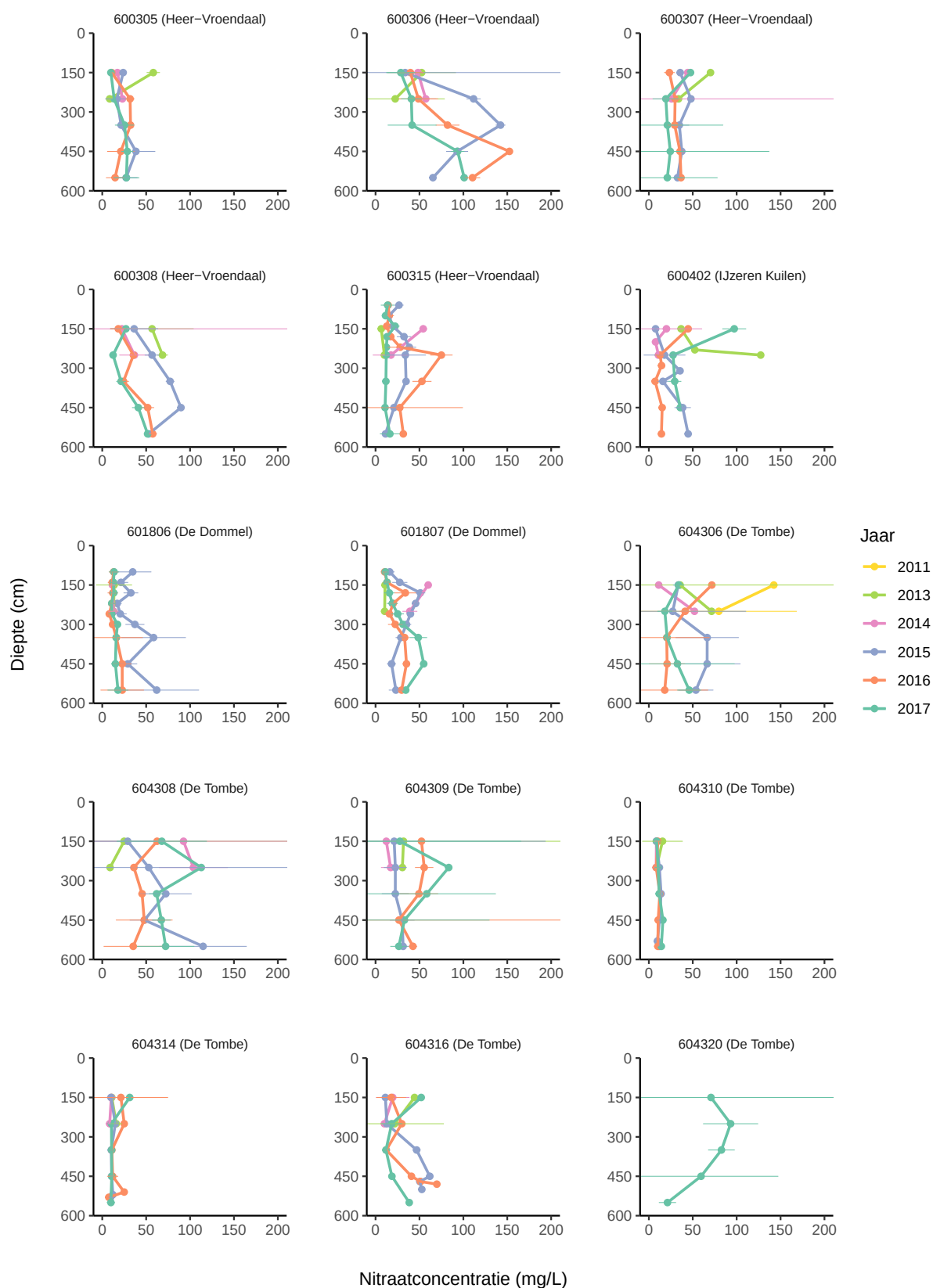
Bijlagen

A Details monsters diepere lagen

Tabel A.1. Eigenschappen van de percelen waar de nitraatmetingen van het bodemvocht zijn gedaan op meerdere dieptes en voor meerdere jaren.

Wingebied	Perceel	Beginjaar	Eindjaar	Dieptes
De Dommel	601806	2013	2017	100, 140, 150, 180, 220, 250, 260, 300, 350, 450, 550
De Dommel	601807	2013	2017	100, 140, 150, 180, 220, 250, 260, 300, 350, 450, 550
De Tombe	604306	2010	2017	150, 250, 350, 450, 550
De Tombe	604308	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
De Tombe	604309	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
De Tombe	604310	2013	2017	150, 250, 350, 450, 530, 550
De Tombe	604314	2013	2017	150, 250, 350, 450, 510, 520, 530, 550
De Tombe	604316	2013	2017	150, 250, 350, 450, 470, 480, 500, 550
De Tombe	604320	2017	2017	150, 250, 350, 450, 550
Heer-Vroendaal	600305	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
Heer-Vroendaal	600306	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
Heer-Vroendaal	600307	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
Heer-Vroendaal	600308	2013	2017	150, 250, 350, 450, 550
Heer-Vroendaal	600315	2013	2017	60, 100, 140, 150, 180, 220, 250, 350, 450, 550
IJzeren Kuilen	600402	2013	2017	150, 200, 230, 250, 290, 310, 350, 450, 550

Figuur A.1 geeft de nitraatconcentraties over de diepte weer voor de verschillende jaren. Hierin zijn alleen de percelen meegenomen waarvoor op meerdere dieptes metingen zijn gedaan voor meerdere jaren. Een overzicht van de geteelde gewassen voor de percelen is weergegeven in Tabel B.39.



Figuur A.1. Nitraatconcentratie over de diepte voor de percelen uit grondwaterbeschermingsgebieden De Dommel, De Tombe, Heer-Vroendaal en IJzeren Kuilen. De foutenbalken geven de standaardafwijking weer. Voor de situaties waar geen standaardafwijking gegeven is bestaan uit enkele metingen (geen herhaling beschikbaar).

B Data per grondwaterbeschermingsgebied

B.1 Bergen

B.1.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.1. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Bergen

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602701	Snijmais	Aardappels	Snijmais	Groenten	Grasland	Grasland	Grasland
602702	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Aardappels	Snijmais	Stamsperziebonen	Schorseneren
602703	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Stamsperziebonen	Grasland	Grasland
602704	Zandduinen	Zandduinen	Zandduinen	Zandduinen	Zandduinen	Zandduinen	Zandduinen
602705	Grasland	Grasland	Grasland	Aardappels	Grasland	Grasland	Grasland

B.1.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.2. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602701	3	0	4	4	4	4	2
602702	4	0	3	4	4	4	2
602703	4	0	4	4	4	4	2
602704	3	0	2	0	0	0	0
602705	4	0	4	4	4	4	2

Tabel B.3. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602701	2	0	0	0	0	0	0
602702	2	0	1	0	0	0	0
602703	2	0	0	0	0	0	0
602704	2	0	2	2	2	2	2
602705	2	0	0	0	0	0	0

B.1.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.4. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
602701	2011	150	137	129	19	150	142	21
602701	2011	250	128	128	1	128	127	7
602701	2013	150	79	37	22	67	32	19
602701	2014	150	109	108	5	102	101	4
602701	2015	150	147	91	30	157	91	36
602701	2016	150	137	91	29	138	94	30
602701	2017	150	74	64	26	77	66	28
602702	2011	150	102	83	15	119	95	20
602702	2011	250	73	65	23	66	59	20
602702	2013	150	139	106	31	155	113	38
602702	2013	180	165	165		203	203	
602702	2014	150	112	111	5	116	110	11
602702	2015	130	355	344	63	297	290	44
602702	2015	140	289	281	49	316	294	83
602702	2016	130	126	113	39	116	107	31
602702	2016	140	97	77	42	103	78	48
602702	2017	150	121	118	20	122	112	36
602703	2011	150	6	5	1	7	6	2
602703	2011	250	3	3	0	4	4	0
602703	2013	150	105	68	20	100	64	20
602703	2014	130	121	121	4	117	115	15
602703	2014	140	96	96	1	124	123	5
602703	2015	140	47	47		51	51	
602703	2015	150	17	15	4	21	18	5
602703	2016	140	179	179		182	182	
602703	2016	150	118	54	53	135	58	61
602703	2017	150	121	109	37	125	114	35
602704	2011	150	9	7	2	9	7	2
602704	2011	250	3	3	0	4	4	0
602704	2013	150	17	16	5	15	14	5
602704	2013	180	9	9		11	11	
602704	2013	250	11	11		12	12	
602704	2014	250	13	13	1	13	13	2
602704	2015	250	11	11	0	12	11	1
602704	2016	250	10	10	0	11	11	1
602704	2017	250	11	11	0	12	12	2
602705	2011	150	57	32	12	60	32	12

602705	2011	250	21	11	13	19	9	12
602705	2013	100	9	9		9	9	
602705	2013	130	31	30	4	27	26	2
602705	2014	120	136	136		128	128	
602705	2014	130	178	178		216	216	
602705	2014	140	139	139		115	115	
602705	2014	150	150	150		148	148	
602705	2015	130	89	89	4	88	88	0
602705	2015	150	59	58	10	72	68	16
602705	2016	130	35	25	17	32	22	17
602705	2016	150	48	44	12	58	54	14
602705	2017	150	78	70	24	71	63	24

B.2 Breehei

B.2.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.5. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Breehei

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600501	Grasland	Grasland	Lelies	Schorseneren	Grasland	Grasland	Grasland
600502	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600503	Graszaadteelt	Graszaadteelt	Suikerbieten	Bloembollen	Schorseneren	Andijvie	Sla
600504	Venkel	Aardappels	Korrelmais	Korrelmais	Grasland	Grasland	Grasland
600505	Jong bos	Jong bos	Jong bos	Jong bos	Bos	Bos	Bos
600506	Graszoden	Suikerbieten	Graszoden	Graszoden	Graszoden	Aardappels	Suikerbieten
600507	bos	bos	bos	bos	bos	Bos	Bos

B.2.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.6. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600501	1	0	2	0	0	0	1
600502	4	0	2	2	2	1	2
600503	4	0	2	2	2	2	2
600504	4	0	2	2	2	2	2
600505	4	0	2	2	2	2	2
600506	4	0	2	2	2	2	2
600507	2	0	0	0	0	0	0

Tabel B.7. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600501	2	0	2	2	2	2	1
600502	2	0	2	2	2	2	2
600503	2	0	2	2	2	2	2
600504	2	0	2	2	2	2	2
600505	2	0	2	2	2	2	2
600506	2	0	2	2	2	2	2
600507	1	0	2	2	2	2	2

B.2.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.8. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
600501	2011	150	162	162		224	224	
600501	2011	250	186	173	49	201	180	64
600501	2013	150	458	458	2	635	635	4
600501	2013	250	329	323	43	473	464	62
600501	2014	250	321	321	6	444	444	8
600501	2015	250	203	188	54	291	270	78
600501	2016	250	72	68	17	73	69	17
600501	2017	150	386	386		321	321	
600501	2017	250	338	338		281	281	
600502	2011	150	45	43	3	42	39	5
600502	2011	250	147	142	25	157	151	31
600502	2013	150	22	20	6	20	18	6
600502	2013	250	42	35	16	41	36	14
600502	2014	150	151	151	2	154	153	9

600502	2014	220	191	191		210	210	
600502	2014	250	122	122		137	137	
600502	2015	150	93	53	54	87	54	48
600502	2015	250	72	68	17	65	61	15
600502	2016	150	12	12		13	13	
600502	2016	250	47	42	15	46	42	12
600502	2017	150	32	29	9	33	29	12
600502	2017	250	54	50	14	50	47	10
600503	2011	150	87	82	8	67	64	5
600503	2011	250	107	107	0	92	91	5
600503	2013	150	87	69	37	65	56	24
600503	2013	220	40	40		37	37	
600503	2013	230	86	86		79	79	
600503	2014	150	372	364	56	313	310	31
600503	2014	230	216	216		153	153	
600503	2014	250	373	373		297	297	
600503	2015	150	231	227	29	200	194	35
600503	2015	250	132	130	16	105	105	3
600503	2016	150	105	105	2	111	110	2
600503	2016	250	160	158	18	144	144	2
600503	2017	150	274	249	82	249	235	58
600503	2017	250	183	177	32	149	145	23
600504	2011	150	93	73	16	84	64	16
600504	2011	250	294	276	72	269	261	46
600504	2013	150	67	67	2	71	71	2
600504	2013	250	85	85	4	80	80	3
600504	2014	150	75	73	13	70	69	7
600504	2014	180	87	82	20	72	68	17
600504	2015	150	132	132	1	125	124	11
600504	2015	190	106	101	22	112	106	24
600504	2016	150	250	233	64	243	214	82
600504	2016	190	211	210	17	174	172	18
600504	2017	150	78	71	22	87	83	20
600504	2017	250	198	198	13	213	213	11
600505	2011	150	45	31	10	45	33	9
600505	2011	250	24	11	15	24	11	15
600505	2013	150	19	15	8	15	12	6
600505	2013	250	82	58	41	68	53	30
600505	2014	150	32	23	16	34	24	17
600505	2014	220	22	20	7	22	19	9
600505	2015	150	49	31	27	40	28	20
600505	2015	210	10	10		8	8	
600505	2015	220	72	72		57	57	
600505	2016	150	104	96	28	116	98	43
600505	2016	210	114	114		120	120	
600505	2016	220	65	65		81	81	
600505	2017	150	30	26	11	35	26	16

600505	2017	250	19	14	9	19	14	9
600506	2011	150	73	67	8	80	74	9
600506	2011	250	83	67	36	87	69	38
600506	2013	150	264	259	36	239	239	4
600506	2013	250	147	141	28	113	105	30
600506	2014	150	224	224	6	199	197	20
600506	2014	200	291	291		333	333	
600506	2014	210	310	310		356	356	
600506	2015	150	262	260	20	255	254	9
600506	2015	200	104	104		104	104	
600506	2015	230	82	82		68	68	
600506	2016	150	173	129	82	144	107	68
600506	2016	200	92	92		61	61	
600506	2016	230	179	179		206	206	
600506	2017	150	195	195	4	174	165	39
600506	2017	250	172	168	26	173	172	13
600507	2011	150	89	49	52	104	51	64
600507	2011	250	45	45		54	54	
600507	2013	250	15	15	1	13	13	0
600507	2014	250	65	43	34	62	37	35
600507	2015	250	57	36	31	47	32	24
600507	2016	250	58	36	32	56	32	33
600507	2017	250	81	51	45	66	46	34

B.3 Craubeek

B.3.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.9. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Craubeek

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
603401	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
603402	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Snijmais	Snijmais
603403	Wintertarwe	Suikerbieten	Zomergerst	Suikerbieten	Wintertarwe	Aardappels	Zaaiuien
603404	Groenten						
603405	Appels						
603406	Korrelmais						
603407	Appels						
603408	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Snijmais
603409	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Grasland	Snijmais	Snijmais
603410	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Gras-Klaver	Aardappels	Zaaiuien	Snijmais
603411	Aardappels	Snijmais	Snijmais	Aardappels	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais
603412	Aardappels	Wintertarwe	Snijmais	Aardappels	Snijmais	Snijmais	Snijmais
603413	Snijmais	Wintertarwe	Groenten	Snijmais	Wintertarwe	Wintertarwe	Snijmais
603414	Aardappels	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Aardappels	Snijmais	Wintertarwe
603415	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
603416	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
603417	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland

B.3.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.10. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
603401	4	0	2	2	2	2	2
603402	4	0	4	2	2	2	2
603403	4	0	2	2	2	2	2
603404	4	0	0	0	0	0	0
603405	4	0	0	0	0	0	0
603406	4	0	0	0	0	0	0
603407	4	0	0	0	0	0	0
603408	0	0	2	2	3	2	2
603409	0	0	4	4	4	4	4
603410	0	0	2	2	3	2	2
603411	0	0	2	2	2	2	2
603412	0	0	2	2	3	3	2
603413	0	0	2	2	2	2	2
603414	0	0	2	2	2	3	3
603415	0	0	4	4	4	4	2
603416	0	0	2	2	2	2	2
603417	0	0	2	2	2	2	2

Tabel B.11. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
603401	2	0	2	2	2	2	2
603402	2	0	0	2	2	2	2
603403	2	0	2	2	2	2	2
603404	2	0	0	0	0	0	0
603405	2	0	0	0	0	0	0
603406	2	0	0	0	0	0	0
603407	2	0	0	0	0	0	0
603408	0	0	2	2	1	2	0
603410	0	0	2	2	1	2	2
603411	0	0	2	2	2	2	0
603412	0	0	2	2	1	1	1
603413	0	0	2	2	2	2	1
603414	0	0	2	2	2	1	1
603416	0	0	2	2	2	2	2
603417	0	0	2	2	2	2	2

B.3.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.12. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
603401	2011	150	13.00	11.00	2.20	13.00	10.00	2.30
603401	2011	250	10.00	7.00	4.90	9.00	6.00	4.60
603401	2013	150	16.00	14.00	5.50	12.00	10.00	4.20
603401	2013	250	8.00	8.00	0.20	8.00	8.00	0.60
603401	2014	150	9.00	9.00	0.10	11.00	11.00	1.00
603401	2014	250	9.00	9.00	0.00	9.00	9.00	0.10
603401	2015	150	11.00	11.00	0.10	10.00	10.00	0.10
603401	2015	250	12.00	12.00	0.60	13.00	13.00	1.30
603401	2016	150	9.00	9.00	0.10	8.00	8.00	0.20
603401	2016	250	9.00	9.00	0.20	9.00	9.00	0.10
603401	2017	150	9.00	9.00	0.20	10.00	9.00	2.10
603401	2017	250	10.00	10.00	0.50	11.00	11.00	0.20
603402	2011	120	128.00	128.00		121.00	121.00	
603402	2011	140	142.00	142.00		123.00	123.00	
603402	2011	150	118.00	118.00	2.70	126.00	126.00	0.50
603402	2011	200	134.00	134.00		148.00	148.00	
603402	2011	250	63.00	63.00		50.00	50.00	

603402	2013	130	12.00	12.00		15.00	15.00	
603402	2013	140	10.00	10.00		12.00	12.00	
603402	2013	150	73.00	73.00		69.00	69.00	
603402	2013	170	79.00	79.00		79.00	79.00	
603402	2014	150	16.00	15.00	4.00	15.00	14.00	3.10
603402	2014	220	32.00	32.00		32.00	32.00	
603402	2014	250	79.00	79.00		71.00	71.00	
603402	2015	150	99.00	97.00	13.90	98.00	98.00	4.20
603402	2015	230	40.00	40.00		49.00	49.00	
603402	2015	250	53.00	53.00		65.00	65.00	
603402	2016	150	120.00	119.00	11.70	135.00	129.00	26.50
603402	2016	230	134.00	134.00		118.00	118.00	
603402	2016	250	63.00	63.00		58.00	58.00	
603402	2017	150	31.00	22.00	15.20	33.00	25.00	15.40
603402	2017	250	50.00	36.00	24.50	41.00	30.00	19.10
603403	2011	150	51.00	40.00	8.90	47.00	38.00	8.30
603403	2011	250	58.00	52.00	17.60	51.00	45.00	17.80
603403	2013	150	11.00	10.00	0.90	11.00	11.00	0.70
603403	2013	250	51.00	33.00	27.20	64.00	37.00	36.80
603403	2014	150	19.00	17.00	5.70	15.00	15.00	3.00
603403	2014	250	10.00	10.00	0.70	9.00	9.00	0.20
603403	2015	150	13.00	13.00	0.20	12.00	12.00	1.70
603403	2015	250	12.00	12.00	1.70	9.00	9.00	0.40
603403	2016	150	47.00	45.00	9.10	45.00	44.00	6.40
603403	2016	250	19.00	16.00	6.90	19.00	15.00	7.80
603403	2017	150	162.00	161.00	5.80	170.00	170.00	7.60
603403	2017	250	78.00	68.00	25.90	80.00	69.00	28.40
603404	2011	150	51.00	25.00	12.20	43.00	22.00	9.80
603404	2011	200	90.00	90.00		64.00	64.00	
603404	2011	250	43.00	43.00		42.00	42.00	
603405	2011	150	11.00	6.00	3.80	14.00	6.00	5.40
603405	2011	250	3.00	3.00	0.10	4.00	4.00	0.20
603406	2011	150	56.00	51.00	7.00	54.00	50.00	5.90
603406	2011	250	28.00	27.00	6.40	24.00	23.00	5.50
603407	2011	150	13.00	11.00	1.70	14.00	10.00	2.00
603407	2011	250	15.00	14.00	2.30	15.00	14.00	4.20
603408	2013	150	9.00	9.00	0.10	10.00	10.00	0.90
603408	2013	250	22.00	20.00	6.80	24.00	21.00	7.90
603408	2014	150	51.00	50.00	7.50	53.00	51.00	11.80
603408	2014	190	11.00	11.00		11.00	11.00	
603408	2014	250	10.00	10.00		10.00	10.00	
603408	2015	100	315.00	315.00		199.00	199.00	
603408	2015	150	385.00	385.00		341.00	341.00	
603408	2015	250	62.00	62.00		48.00	48.00	
603408	2015	80	168.00	168.00		161.00	161.00	
603408	2016	150	52.00	46.00	16.60	59.00	49.00	23.40
603408	2016	180	12.00	12.00		11.00	11.00	

603408	2016	250	52.00	52.00		45.00	45.00	
603408	2017	150	93.00	88.00	22.50	85.00	82.00	16.70
603409	2013	150	10.00	10.00		10.00	10.00	
603409	2013	50	22.00	18.00	9.20	22.00	18.00	9.10
603409	2013	70	18.00	18.00		19.00	19.00	
603409	2014	40	60.00	60.00		49.00	49.00	
603409	2014	50	10.00	10.00		10.00	10.00	
603409	2014	70	10.00	10.00		8.00	8.00	
603409	2014	90	11.00	11.00		12.00	12.00	
603409	2015	40	45.00	45.00		40.00	40.00	
603409	2015	50	51.00	48.00	12.00	41.00	39.00	10.20
603409	2015	70	34.00	34.00		33.00	33.00	
603409	2016	40	193.00	190.00	23.60	173.00	173.00	7.70
603409	2016	50	218.00	217.00	11.70	166.00	159.00	33.60
603409	2017	110	168.00	168.00	1.30	111.00	111.00	0.00
603409	2017	70	163.00	150.00	46.00	134.00	115.00	48.40
603410	2013	150	9.00	9.00	0.10	6.00	6.00	0.40
603410	2013	250	9.00	9.00	0.20	8.00	8.00	0.70
603410	2014	150	9.00	9.00	0.00	8.00	8.00	0.60
603410	2014	200	9.00	9.00		8.00	8.00	
603410	2014	250	11.00	11.00		9.00	9.00	
603410	2015	150	185.00	181.00	29.10	200.00	198.00	23.10
603410	2015	170	141.00	141.00		132.00	132.00	
603410	2015	250	47.00	47.00		46.00	46.00	
603410	2016	150	266.00	266.00	10.00	233.00	233.00	8.80
603410	2016	250	200.00	198.00	16.40	244.00	244.00	11.10
603410	2017	150	150.00	146.00	24.40	115.00	112.00	16.40
603410	2017	250	276.00	275.00	15.70	256.00	254.00	22.10
603411	2013	150	174.00	168.00	30.60	159.00	152.00	34.90
603411	2013	190	166.00	166.00		136.00	136.00	
603411	2013	250	143.00	143.00		111.00	111.00	
603411	2014	150	79.00	74.00	18.70	71.00	67.00	16.00
603411	2014	190	220.00	220.00		175.00	175.00	
603411	2014	250	260.00	260.00		241.00	241.00	
603411	2015	150	103.00	102.00	11.70	108.00	105.00	17.20
603411	2015	190	157.00	157.00		196.00	196.00	
603411	2015	250	115.00	115.00		108.00	108.00	
603411	2016	150	9.00	9.00	0.00	8.00	8.00	0.70
603411	2016	190	8.00	8.00		9.00	9.00	
603411	2016	250	58.00	58.00		44.00	44.00	
603411	2017	150	56.00	54.00	10.80	53.00	51.00	9.80
603412	2013	150	33.00	33.00	4.40	30.00	30.00	2.50
603412	2013	200	34.00	34.00		30.00	30.00	
603412	2013	250	37.00	37.00		29.00	29.00	
603412	2014	150	75.00	66.00	26.20	54.00	52.00	11.60
603412	2014	250	40.00	38.00	8.00	36.00	34.00	7.50
603412	2015	130	97.00	97.00		95.00	95.00	

603412	2015	150	91.00	90.00	11.80	90.00	84.00	21.90
603412	2015	250	105.00	105.00		98.00	98.00	
603412	2016	120	71.00	71.00		74.00	74.00	
603412	2016	130	110.00	110.00		108.00	108.00	
603412	2016	150	137.00	137.00		171.00	171.00	
603412	2016	250	117.00	117.00		96.00	96.00	
603412	2017	110	10.00	10.00		11.00	11.00	
603412	2017	150	61.00	61.00		63.00	63.00	
603412	2017	250	61.00	61.00		59.00	59.00	
603413	2013	150	102.00	101.00	10.60	94.00	90.00	19.80
603413	2013	200	37.00	37.00		29.00	29.00	
603413	2013	250	27.00	27.00		16.00	16.00	
603413	2014	150	149.00	149.00	3.60	155.00	154.00	11.00
603413	2014	250	80.00	72.00	24.60	75.00	67.00	24.60
603413	2015	150	24.00	20.00	8.60	23.00	20.00	8.10
603413	2015	250	121.00	120.00	11.40	111.00	110.00	10.30
603413	2016	150	10.00	10.00	0.40	9.00	9.00	0.40
603413	2016	250	43.00	43.00	1.90	41.00	40.00	3.20
603413	2017	150	138.00	137.00	11.50	165.00	159.00	32.60
603413	2017	250	32.00	32.00		29.00	29.00	
603414	2013	150	129.00	50.00	83.80	106.00	43.00	68.80
603414	2013	200	268.00	268.00		204.00	204.00	
603414	2013	250	76.00	76.00		95.00	95.00	
603414	2014	150	84.00	83.00	9.10	87.00	87.00	1.50
603414	2014	250	164.00	148.00	49.70	188.00	160.00	69.30
603414	2015	150	228.00	212.00	59.20	187.00	177.00	42.50
603414	2015	250	96.00	91.00	21.00	110.00	100.00	32.50
603414	2016	100	10.00	10.00		8.00	8.00	
603414	2016	150	111.00	111.00		96.00	96.00	
603414	2016	190	135.00	135.00		118.00	118.00	
603414	2016	70	40.00	40.00		36.00	36.00	
603414	2017	110	10.00	10.00		8.00	8.00	
603414	2017	150	10.00	10.00		8.00	8.00	
603414	2017	250	63.00	63.00		60.00	60.00	
603414	2017	70	22.00	22.00		17.00	17.00	
603415	2013	150	8.00	8.00		8.00	8.00	
603415	2013	160	7.00	7.00		7.00	7.00	
603415	2013	70	44.00	44.00		61.00	61.00	
603415	2013	90	42.00	42.00		38.00	38.00	
603415	2014	100	10.00	10.00		11.00	11.00	
603415	2014	110	73.00	73.00		87.00	87.00	
603415	2014	50	26.00	26.00		27.00	27.00	
603415	2014	90	35.00	35.00		31.00	31.00	
603415	2015	130	13.00	13.00		9.00	9.00	
603415	2015	150	16.00	16.00		13.00	13.00	
603415	2015	50	44.00	44.00		35.00	35.00	
603415	2015	90	11.00	11.00		9.00	9.00	

603415	2016	130	31.00	31.00		42.00	42.00	
603415	2016	80	36.00	36.00		32.00	32.00	
603415	2016	90	17.00	16.00	4.80	16.00	15.00	4.90
603415	2017	150	65.00	50.00	29.60	68.00	51.00	31.40
603416	2013	150	9.00	9.00	0.30	6.00	6.00	0.30
603416	2013	250	53.00	29.00	31.60	51.00	26.00	30.70
603416	2014	150	10.00	10.00	0.70	8.00	8.00	0.60
603416	2014	250	8.00	8.00	0.30	9.00	9.00	0.10
603416	2015	150	11.00	11.00	0.60	11.00	11.00	1.20
603416	2015	250	11.00	11.00	0.10	9.00	9.00	0.30
603416	2016	150	9.00	9.00	0.10	8.00	8.00	0.70
603416	2016	250	17.00	15.00	5.00	16.00	14.00	4.90
603416	2017	150	10.00	10.00	0.00	9.00	9.00	0.80
603416	2017	250	10.00	10.00	0.00	11.00	11.00	0.00
603417	2013	150	80.00	36.00	50.80	75.00	34.00	47.60
603417	2013	250	9.00	9.00	0.20	8.00	8.00	0.30
603417	2014	150	9.00	9.00	0.20	10.00	10.00	0.20
603417	2014	250	17.00	15.00	6.20	18.00	15.00	7.60
603417	2015	150	10.00	10.00	0.10	8.00	8.00	0.00
603417	2015	250	10.00	10.00	0.20	10.00	9.00	0.70
603417	2016	150	10.00	10.00	0.70	9.00	9.00	0.50
603417	2016	250	9.00	9.00	0.70	8.00	8.00	0.90
603417	2017	150	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	0.10
603417	2017	250	9.00	9.00	0.30	8.00	8.00	1.00

B.4 De Dommel

B.4.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.13. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied De Dommel

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
601801	Grasland						
601802	Grasland						
601803	Zomergerst						
601804	Gras-Klaver						
601805	Gras-Klaver						
601806	Suikerbieten	Wintertarwe	Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Zomergerst
601807	Wintertarwe	Suikerbieten	Zomergerst	Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe

B.4.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.14. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
601801	4	0	0	0	0	0	0
601802	4	0	0	0	0	0	0
601803	4	0	0	0	0	0	0
601806	0	0	2	2	16	8	8
601807	0	0	2	2	16	8	8

Tabel B.15. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
601801	2	0	0	0	0	0	0
601802	2	0	0	0	0	0	0
601803	2	0	0	0	0	0	0
601806	0	0	2	2	8	4	16
601807	0	0	2	2	8	4	16

B.4.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.16. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
601801	2011	150	20	18	3	17	15	2
601801	2011	250	9	7	3	9	7	4
601802	2011	150	34	26	7	34	24	9
601802	2011	250	200	188	47	203	200	22
601803	2011	150	57	49	9	50	42	7
601803	2011	250	70	70	4	68	68	0
601806	2013	150	22	18	9	17	13	8
601806	2013	250	16	15	4	14	13	3
601806	2014	150	15	14	3	12	12	2
601806	2014	250	18	17	5	14	13	4
601806	2015	100	112	41	24	107	35	24
601806	2015	140	33	23	4	31	21	3
601806	2015	180	49	33	6	44	33	5

601806	2015	220	22	19	2	20	17	2
601806	2015	260	32	23	4	29	21	4
601806	2015	300	65	41	9	58	37	8
601806	2015	350	97	61	23	94	58	21
601806	2015	450	37	28	9	39	29	9
601806	2015	550	121	66	36	115	62	36
601806	2016	100	17	15	2	15	13	2
601806	2016	140	14	12	2	14	11	3
601806	2016	180	16	13	3	15	12	3
601806	2016	220	11	11	0	11	11	0
601806	2016	260	9	9	0	8	8	0
601806	2016	300	13	13	1	13	12	2
601806	2016	350	22	20	6	21	16	10
601806	2016	450	31	25	13	25	23	8
601806	2016	550	32	24	15	28	23	11
601806	2017	100	19	13	5	17	13	4
601806	2017	140	16	14	2	14	13	2
601806	2017	180	16	15	2	15	13	2
601806	2017	220	13	12	2	11	11	1
601806	2017	260	14	13	2	12	11	1
601806	2017	300	16	16	1	18	17	1
601806	2017	350	15	15	0	16	16	0
601806	2017	450	19	19	4	16	15	4
601806	2017	550	20	18	6	20	18	7
601807	2013	150	9	9	0	11	11	0
601807	2013	250	11	11	0	11	10	1
601807	2014	150	59	58	10	60	60	4
601807	2014	250	35	35	5	41	39	10
601807	2015	100	22	17	2	20	16	2
601807	2015	140	44	31	5	38	28	4
601807	2015	180	55	50	4	57	51	4
601807	2015	220	50	49	2	47	46	2
601807	2015	260	40	39	1	41	40	1
601807	2015	300	36	34	2	38	35	2
601807	2015	350	33	28	5	32	29	4
601807	2015	450	21	19	2	21	18	3
601807	2015	550	29	24	6	29	23	6
601807	2016	100	11	11	0	11	10	0
601807	2016	140	13	13	1	14	13	1
601807	2016	180	42	35	6	43	34	7
601807	2016	220	23	19	4	22	20	3
601807	2016	260	21	16	5	20	16	4
601807	2016	300	27	23	4	28	22	5
601807	2016	350	40	39	5	34	33	6
601807	2016	450	35	35	2	36	35	4
601807	2016	550	23	23	1	30	30	2
601807	2017	100	12	12	0	11	11	1

601807	2017	140	16	15	2	14	13	2
601807	2017	180	22	17	5	19	16	4
601807	2017	220	25	21	5	23	19	4
601807	2017	260	33	28	5	29	25	4
601807	2017	300	34	31	4	35	31	4
601807	2017	350	54	51	13	52	49	12
601807	2017	450	61	59	8	55	55	6
601807	2017	550	26	26	1	34	34	0

B.5 De Tombe

B.5.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.17. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied De Tombe

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
604301	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
604302							
604303	Graan	Graan	Natuurgras	Natuurgras	Natuurgras	Natuurgras	Natuurgras
604306	Appels	Appels	Appels	Appels	Appels	Snijmais	Snijmais
604308	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
604309	Grasland	Grasland	Grasland	Wintertarwe	Wintergerst	Snijmais	Snijmais
604310	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Natuurgras	Natuurgras
604311	Snijmais	Wintertarwe	Uien	Wintertarwe			
604312	Luzerne	Korrelmais	Wintertarwe	Wintergerst	Wintertarwe	Hamster	Hamster
604313	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
604314	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Suikerbieten	Korrelmais
604316	Grasland	Korrelmais	Snijmais	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Snijmais
604317					Grasland	Snijmais	Suikerbieten
604318					Suikerbieten	Grasland	Gras-Klaver
604319					Wintertarwe	Wintergerst	Snijmais
604320	Appels	Appels	Appels	Appels	Appels	Snijmais	Aardappels

B.5.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.18. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
604301	4	0	0	2	2	2	2
604302	4	0	0	0	0	0	0
604303	4	0	2	2	2	2	2
604306	4	0	2	2	2	2	2
604308	0	0	2	2	2	2	2
604309	0	0	2	2	2	2	2
604310	0	0	2	2	2	2	2
604311	0	0	2	2	0	0	0
604312	0	0	2	2	2	2	2
604313	0	0	2	2	2	2	2
604314	0	0	2	2	2	2	2
604316	0	0	2	2	2	2	2
604317	0	0	0	0	2	2	2
604318	0	0	0	0	2	2	2
604319	0	0	0	0	3	2	0
604320	0	0	0	0	0	0	2

Tabel B.19. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
604301	2	0	0	2	2	2	2
604302	2	0	0	0	0	0	0
604303	2	0	2	2	2	2	2
604306	2	0	2	2	2	2	2
604308	0	0	2	2	2	2	1
604309	0	0	2	2	2	2	2
604310	0	0	2	2	2	2	2
604311	0	0	2	2	0	0	0
604312	0	0	2	2	2	2	1
604313	0	0	2	2	2	2	2
604314	0	0	2	2	2	2	2
604316	0	0	2	2	2	2	2
604317	0	0	0	0	2	2	2
604318	0	0	0	0	2	2	2
604319	0	0	0	0	1	2	0
604320	0	0	0	0	0	0	2

B.5.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.20. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
604301	2011	150	332	290	54	315	274	53
604301	2011	250	247	211	91	263	227	93
604301	2014	150	19	16	7	15	14	5
604301	2014	250	249	246	26	215	215	5
604301	2015	150	104	102	13	107	106	13
604301	2015	250	232	227	36	235	222	56
604301	2016	150	210	152	102	212	141	112
604301	2016	250	199	179	61	217	190	75
604301	2017	150	112	109	18	101	95	23
604301	2017	250	233	232	14	277	277	1
604302	2011	150	73	52	17	62	48	12
604302	2011	250	81	81	1	68	67	2
604303	2011	150	26	14	9	28	15	9
604303	2011	250	10	8	4	8	7	3
604303	2013	150	26	20	11	23	19	10
604303	2013	250	35	35	4	31	31	3
604303	2014	150	11	11	0	14	14	1
604303	2014	250	12	12	0	11	11	0
604303	2015	150	13	13	1	11	11	1
604303	2015	250	14	14	0	14	14	1
604303	2016	150	21	18	7	25	21	10
604303	2016	250	11	11	1	8	8	1
604303	2017	150	13	13	0	16	16	1
604303	2017	250	15	15	1	13	13	1
604306	2011	150	122	119	9	148	142	13
604306	2011	250	112	89	48	98	80	40
604306	2013	150	63	38	35	57	36	32
604306	2013	250	78	78	3	72	71	3
604306	2014	150	14	14	3	11	11	2
604306	2014	250	54	53	7	52	52	0
604306	2015	150	37	37	2	34	34	1
604306	2015	250	43	32	20	38	27	19
604306	2015	350	105	67	25	103	66	23
604306	2015	450	105	73	20	103	66	22
604306	2015	550	77	58	12	71	54	12
604306	2016	150	73	73	2	72	72	0
604306	2016	250	39	37	7	43	41	8
604306	2016	350	33	25	15	28	20	13
604306	2016	450	26	22	10	25	21	10
604306	2016	550	33	23	17	25	18	13
604306	2017	150	42	40	9	36	34	8

604306	2017	250	22	19	7	20	18	6
604306	2017	350	21	20	3	21	21	2
604306	2017	450	39	31	18	43	33	20
604306	2017	550	58	52	19	50	46	14
604308	2013	150	49	28	29	41	25	23
604308	2013	250	11	11	2	9	9	1
604308	2014	150	112	78	57	139	93	73
604308	2014	250	134	107	58	117	104	39
604308	2015	150	43	30	21	37	29	16
604308	2015	250	102	57	60	93	53	54
604308	2015	350	90	70	13	99	72	16
604308	2015	450	66	52	12	64	48	12
604308	2015	550	174	115	47	194	115	58
604308	2016	150	53	53	4	63	62	3
604308	2016	250	40	40	4	37	36	4
604308	2016	350	56	55	5	46	45	4
604308	2016	450	65	56	23	56	48	20
604308	2016	550	51	36	25	42	35	17
604308	2017	150	93	73	41	80	68	31
604308	2017	250	133	133		113	113	
604308	2017	350	78	71	22	65	62	14
604308	2017	450	72	69	14	71	67	16
604308	2017	550	72	67	18	82	72	28
604309	2013	150	49	31	27	53	32	30
604309	2013	250	29	29	2	31	31	3
604309	2014	150	12	12	2	12	12	0
604309	2014	250	22	20	6	19	17	6
604309	2015	150	35	26	16	36	21	20
604309	2015	250	22	20	6	25	23	8
604309	2015	350	39	27	8	34	23	7
604309	2015	450	47	33	11	44	30	11
604309	2015	550	43	36	6	37	31	5
604309	2016	150	76	71	19	54	52	8
604309	2016	250	74	73	9	59	55	14
604309	2016	350	48	41	18	56	49	18
604309	2016	450	40	29	20	44	27	25
604309	2016	550	48	46	9	44	43	7
604309	2017	150	53	31	30	42	28	22
604309	2017	250	89	88	10	84	83	5
604309	2017	350	65	58	21	73	58	31
604309	2017	450	58	39	30	46	33	22
604309	2017	550	29	26	9	29	26	8
604310	2013	150	25	18	12	20	16	9
604310	2013	250	9	9	0	9	9	1
604310	2014	150	9	9	0	9	9	0
604310	2014	250	10	10	0	9	8	2
604310	2015	150	12	12	0	9	9	1

604310	2015	250	12	12	1	12	12	1
604310	2015	350	15	15	0	14	14	0
604310	2015	450	13	13	1	13	12	1
604310	2015	530	11	11		10	10	
604310	2015	550	13	13	0	12	12	1
604310	2016	150	10	10	0	11	10	2
604310	2016	250	10	10	0	9	8	2
604310	2016	350	12	12	1	12	12	0
604310	2016	450	11	11	0	11	11	0
604310	2016	550	12	12	1	10	10	1
604310	2017	150	10	10	0	9	9	0
604310	2017	250	13	12	2	11	11	2
604310	2017	350	15	15	1	12	12	1
604310	2017	450	15	15	2	17	16	3
604310	2017	550	14	14	1	15	14	2
604311	2013	150	88	88	6	67	64	14
604311	2013	250	59	31	35	36	23	20
604311	2014	150	82	66	34	60	55	16
604311	2014	250	27	21	12	24	18	11
604312	2013	150	238	237	13	191	181	44
604312	2013	200	248	248		201	201	
604312	2013	250	257	257		211	211	
604312	2014	150	76	73	16	72	70	11
604312	2014	200	58	58		54	54	
604312	2014	230	10	10		9	9	
604312	2015	150	91	81	29	79	75	17
604312	2015	180	146	146		155	155	
604312	2015	250	146	146		141	141	
604312	2016	150	44	40	13	37	33	11
604312	2016	200	107	107		103	103	
604312	2016	250	162	162		181	181	
604312	2017	150	45	44	9	41	39	8
604312	2017	250	25	25		26	26	
604313	2013	150	86	69	37	81	54	43
604313	2013	250	29	21	15	30	19	16
604313	2014	150	11	11	0	9	9	1
604313	2014	250	15	13	4	12	11	3
604313	2015	150	14	14	0	15	15	0
604313	2015	250	12	12	0	11	11	0
604313	2016	150	10	10	0	11	11	0
604313	2016	250	10	10	0	11	11	0
604313	2017	150	11	11	0	10	10	1
604313	2017	250	11	11	1	9	9	0
604314	2013	150	9	9	0	11	11	0
604314	2013	250	21	18	8	17	16	5
604314	2014	150	11	11	0	11	10	2
604314	2014	250	10	10	0	8	8	0

604314	2015	150	12	12	0	10	10	0
604314	2015	250	13	13	0	15	15	1
604314	2015	350	12	12	0	10	10	0
604314	2015	450	11	11	0	11	11	0
604314	2015	520	12	12		12	12	
604314	2015	530	11	11	1	10	10	1
604314	2016	150	28	21	12	29	21	14
604314	2016	250	27	27	2	25	25	1
604314	2016	350	11	11	0	11	11	1
604314	2016	450	16	15	5	13	12	4
604314	2016	510	21	21		25	25	
604314	2016	530	10	10		7	7	
604314	2017	150	33	33	2	31	31	0
604314	2017	250	12	12	0	10	10	0
604314	2017	350	14	14	0	11	11	2
604314	2017	450	12	12	1	11	11	1
604314	2017	550	14	14	2	11	10	3
604316	2013	150	49	49	6	45	44	4
604316	2013	250	34	23	18	30	22	15
604316	2014	150	22	18	9	23	20	9
604316	2014	250	9	9	0	10	10	0
604316	2015	150	13	13	0	11	11	0
604316	2015	250	12	12	0	13	13	2
604316	2015	350	52	50	4	49	47	4
604316	2015	450	72	70	4	63	62	3
604316	2015	470	63	63		50	50	
604316	2015	500	58	58		53	53	
604316	2016	150	20	17	7	21	18	8
604316	2016	250	28	27	5	30	30	3
604316	2016	350	10	10	0	12	12	0
604316	2016	450	47	47	1	41	41	2
604316	2016	470	41	41		51	51	
604316	2016	480	66	66		70	70	
604316	2017	150	56	55	7	52	52	2
604316	2017	250	21	19	7	21	18	7
604316	2017	350	12	12	1	12	12	0
604316	2017	450	19	18	4	19	19	2
604316	2017	550	47	47		38	38	
604317	2015	150	12	12	1	12	12	0
604317	2015	250	12	12	0	12	12	0
604317	2016	150	9	9	0	8	8	0
604317	2016	250	9	9	0	9	9	0
604317	2017	150	10	10	1	10	9	1
604317	2017	250	11	11	0	10	10	2
604318	2015	150	13	13	1	14	14	1
604318	2015	250	14	14	1	15	15	1
604318	2016	150	55	51	13	50	49	9

604318	2016	250	45	44	7	48	46	9
604318	2017	150	11	11	0	11	11	0
604318	2017	250	34	34	4	31	30	4
604319	2015	110	12	12		14	14	
604319	2015	150	13	13		14	14	
604319	2015	180	14	14		12	12	
604319	2015	80	13	13		10	10	
604319	2016	150	10	10	0	8	8	0
604319	2016	180	9	9		10	10	
604319	2016	190	33	33		29	29	
604320	2017	150	117	75	64	117	71	66
604320	2017	250	98	88	31	104	93	33
604320	2017	350	83	77	21	89	83	23
604320	2017	450	72	58	30	75	59	33
604320	2017	550	22	20	6	23	21	7

B.6 Geulle

B.6.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.21. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Geulle

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600101					Grasland	Grasland	Snijmais
600102					Grasland	Grasland	Grasland
600103					Snijmais	Snijmais	Grasland

B.6.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.22. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600101	0	0	0	0	2	2	2
600102	0	0	0	0	3	3	2
600103	0	0	0	0	2	2	2

Tabel B.23. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600101	0	0	0	0	2	2	2
600102	0	0	0	0	1	1	1
600103	0	0	0	0	2	2	0

B.6.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.24. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
600101	2015	150	64	39	36	48	29	27
600101	2015	250	18	16	5	19	17	5
600101	2016	150	39	39	2	39	39	0
600101	2016	250	9	9	0	9	9	0
600101	2017	150	135	94	69	122	89	59
600101	2017	250	34	30	11	33	28	13
600102	2015	120	36	36		34	34	
600102	2015	150	34	25	16	36	26	17
600102	2015	190	17	17		16	16	
600102	2016	130	26	26		23	23	
600102	2016	140	23	23		20	20	
600102	2016	150	47	47		50	50	
600102	2016	180	56	56		59	59	
600102	2017	150	32	31	2	34	33	3
600102	2017	200	9	9		10	10	
600103	2015	150	49	31	27	50	30	28
600103	2015	190	69	69		73	73	
600103	2015	200	53	53		54	54	
600103	2016	150	50	50	2	49	49	1
600103	2016	190	66	66	4	60	60	5
600103	2017	150	11	11	1	11	11	1

B.7 Heer-Vroendaal

B.7.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.25. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Heer-Vroendaal

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600301	Gras-Klaver						
600302	Gras-Klaver						
600303	Grasland						
600304	Grasland						
600305	Suikerbieten	Wintertarwe	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Wintertarwe	Wintergerst
600306	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe	Zaaiuien	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe
600307	Wintergerst	Zomergerst	Bladrammenas	Zomergerst	Wintertarwe	Wintergerst	Haver
600308	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Wintergerst	Aardappels
600309	Wintertarwe	Snijmais	Wintertarwe	Suikerbieten	Snijmais	Snijmais	Suikerbieten
600310	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600311	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Grasland	Grasland	Grasland
600312	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Natuurgras	Natuurgras
600315	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600316	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600317	Wintertarwe	Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Aardappels	Wintertarwe
600318					Natuurgras	Natuurgras	Natuurgras
600319					Natuurgras	Natuurgras	Natuurgras
600320					Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten

B.7.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.26. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600301	4	0	0	0	0	0	0
600302	4	0	0	0	0	0	0
600303	3	0	0	0	0	0	0
600304	4	0	0	0	0	0	0
600305	0	0	2	2	2	2	2
600306	0	0	2	2	2	2	2
600307	0	0	2	2	2	2	2
600308	0	0	2	2	2	2	2
600309	0	0	2	2	2	2	2
600310	0	0	2	2	2	2	2
600311	0	0	2	2	2	2	2
600312	0	0	2	2	2	2	2
600315	0	0	2	2	16	8	12
600316	0	0	2	2	16	8	12
600317	0	0	2	2	2	2	2
600318	0	0	0	0	2	3	2
600319	0	0	0	0	2	2	2
600320	0	0	0	0	2	2	2

Tabel B.27. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600301	2	0	0	0	0	0	0
600302	2	0	0	0	0	0	0
600303	2	0	0	0	0	0	0
600304	2	0	0	0	0	0	0
600305	0	0	2	2	2	2	2
600306	0	0	2	2	2	2	2
600307	0	0	2	2	2	2	2
600308	0	0	2	2	2	2	2
600309	0	0	2	2	2	2	2
600310	0	0	2	2	2	2	2
600311	0	0	2	2	2	2	2
600312	0	0	2	2	2	2	2
600315	0	0	2	2	2	2	10
600316	0	0	2	2	2	2	10
600317	0	0	2	2	2	2	2
600318	0	0	0	0	2	1	1
600319	0	0	0	0	2	2	2
600320	0	0	0	0	2	2	2

B.7.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.28. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
600301	2011	150	5	5	1	5	5	0
600301	2011	250	3	3	0	3	3	0
600302	2011	150	19	13	4	15	10	3
600302	2011	250	73	65	23	59	50	22
600303	2011	150	19	13	6	16	11	5
600303	2011	250	12	12	2	10	10	0
600304	2011	150	96	73	22	93	68	23
600304	2011	250	55	46	22	44	39	15
600305	2013	150	71	68	14	61	58	12
600305	2013	250	12	12	0	8	8	0
600305	2014	150	24	24	1	17	17	1
600305	2014	250	28	27	4	23	23	3
600305	2015	150	30	30	3	24	24	4
600305	2015	250	27	23	9	19	17	7
600305	2015	350	28	27	2	23	21	2
600305	2015	450	83	52	21	60	38	15
600305	2015	550	44	33	9	37	27	8
600305	2016	150	9	9	0	11	11	0
600305	2016	250	35	34	6	33	32	6
600305	2016	350	31	31	2	32	32	2
600305	2016	450	27	22	11	24	21	9
600305	2016	550	18	15	7	17	15	6
600305	2017	150	11	10	0	10	10	0
600305	2017	250	13	13	2	14	14	1
600305	2017	350	25	24	6	28	25	8
600305	2017	450	28	26	8	30	29	7
600305	2017	550	31	28	10	31	28	10
600306	2013	150	55	49	18	62	53	23
600306	2013	250	27	21	12	31	22	15
600306	2014	150	54	53	5	50	48	9
600306	2014	250	65	63	12	61	57	15
600306	2015	150	68	42	38	55	34	30
600306	2015	250	120	116	22	115	112	21
600306	2015	350	160	155	12	149	142	13
600306	2015	450	101	91	13	110	93	18
600306	2015	550	65	65	2	66	65	2
600306	2016	150	51	46	15	44	40	13

600306	2016	250	57	51	19	55	49	18
600306	2016	350	74	69	18	87	82	22
600306	2016	450	143	143	0	153	152	11
600306	2016	550	105	104	12	115	110	22
600306	2017	150	41	38	11	33	29	11
600306	2017	250	55	53	11	44	41	12
600306	2017	350	60	54	18	48	42	18
600306	2017	450	125	123	13	97	94	18
600306	2017	550	149	149	11	101	101	7
600307	2013	150	82	81	5	70	70	4
600307	2013	250	40	40	0	34	34	0
600307	2014	150	58	58	5	44	44	0
600307	2014	250	56	34	32	47	26	27
600307	2015	150	52	52	4	36	36	3
600307	2015	250	40	39	5	49	48	6
600307	2015	350	43	38	5	42	35	6
600307	2015	450	61	54	9	42	38	6
600307	2015	550	41	35	6	35	33	3
600307	2016	150	26	25	5	25	23	6
600307	2016	250	32	31	6	31	30	6
600307	2016	350	36	36	4	31	29	8
600307	2016	450	45	45	4	35	35	0
600307	2016	550	48	48	2	37	37	2
600307	2017	150	57	56	10	48	47	6
600307	2017	250	28	22	12	23	19	8
600307	2017	350	39	28	19	30	21	15
600307	2017	450	43	31	22	37	24	20
600307	2017	550	36	26	18	29	21	14
600308	2013	150	83	68	33	68	57	26
600308	2013	250	88	85	15	71	69	12
600308	2014	150	41	27	22	38	22	22
600308	2014	250	47	45	10	41	37	13
600308	2015	150	32	26	12	43	36	16
600308	2015	250	45	43	10	59	57	13
600308	2015	350	72	70	5	81	77	7
600308	2015	450	90	89	5	92	90	5
600308	2015	550	68	68	2	54	53	3
600308	2016	150	18	16	5	20	18	6
600308	2016	250	40	40	0	35	35	0
600308	2016	350	46	43	10	25	24	6
600308	2016	450	74	74	3	54	52	11
600308	2016	550	82	82	1	59	57	9
600308	2017	150	27	27	1	27	27	0
600308	2017	250	12	12	0	12	12	1
600308	2017	350	20	19	4	22	21	5
600308	2017	450	42	40	8	43	41	9
600308	2017	550	48	48	0	52	52	0

600309	2013	150	55	30	33	74	41	43
600309	2013	230	146	146		193	193	
600309	2013	250	46	46		64	64	
600309	2014	150	10	10	0	14	14	0
600309	2014	250	12	12	0	16	16	1
600309	2015	150	53	34	28	50	28	29
600309	2015	200	13	13		13	13	
600309	2015	250	13	13		9	9	
600309	2016	150	60	58	10	53	49	14
600309	2016	250	92	92	1	78	77	10
600309	2017	150	13	13	2	14	14	2
600309	2017	250	101	100	11	116	115	13
600310	2013	150	9	9	0	10	10	0
600310	2013	210	9	9		9	9	
600310	2013	250	15	15		16	16	
600310	2014	150	21	17	8	19	16	7
600310	2014	250	14	14	4	15	14	4
600310	2015	150	12	12	0	13	13	0
600310	2015	250	23	19	8	24	19	10
600310	2016	150	10	10	0	11	11	0
600310	2016	250	11	11	1	13	13	1
600310	2017	150	11	11	1	13	12	1
600310	2017	250	16	15	4	18	17	5
600311	2013	150	87	85	12	100	98	15
600311	2013	250	65	61	15	62	58	15
600311	2014	150	47	46	5	42	42	6
600311	2014	250	113	111	16	103	100	18
600311	2015	150	13	13	0	16	16	0
600311	2015	250	44	36	18	57	46	24
600311	2016	150	14	14	0	18	18	0
600311	2016	250	13	13	1	17	17	1
600311	2017	150	15	15	0	19	19	0
600311	2017	250	17	17	2	20	20	0
600312	2013	150	9	9	0	10	10	0
600312	2013	250	9	9	0	11	11	0
600312	2014	150	10	10	0	12	12	0
600312	2014	250	11	11	0	13	13	0
600312	2015	150	11	11	0	13	13	0
600312	2015	250	14	14	1	16	15	1
600312	2016	150	9	9	0	5	5	1
600312	2016	250	11	11	0	9	8	3
600312	2017	150	10	10	1	6	6	0
600312	2017	250	12	12	1	6	6	0
600315	2013	150	10	10	1	7	6	1
600315	2013	250	12	11	2	11	10	2
600315	2014	150	61	60	6	55	54	8
600315	2014	250	18	16	6	22	18	9

600315	2015	100	13	13	0	16	15	0
600315	2015	140	19	17	1	22	20	2
600315	2015	180	34	27	3	42	32	4
600315	2015	220	36	31	2	47	38	3
600315	2015	250	31	27	11	39	34	14
600315	2015	350	28	27	2	36	35	3
600315	2015	450	20	18	3	24	21	4
600315	2015	550	11	11	1	12	11	1
600315	2015	60	23	22	2	29	27	3
600315	2016	100	14	13	2	18	16	4
600315	2016	140	13	12	2	13	13	1
600315	2016	180	19	15	4	19	17	2
600315	2016	220	32	24	7	41	28	9
600315	2016	250	73	71	11	80	75	19
600315	2016	350	61	58	15	56	53	14
600315	2016	450	31	23	15	38	28	18
600315	2016	550	41	41	2	32	32	2
600315	2016	60	13	12	2	15	14	2
600315	2017	100	11	11	0	11	11	0
600315	2017	140	25	21	4	25	22	3
600315	2017	180	14	14	0	13	13	0
600315	2017	220	14	13	0	12	12	0
600315	2017	250	15	15	1	12	12	0
600315	2017	350	14	14	2	12	12	1
600315	2017	450	13	13	1	11	11	1
600315	2017	550	21	18	7	19	16	6
600315	2017	60	18	15	4	19	14	5
600316	2013	150	9	9	0	10	10	0
600316	2013	250	33	22	17	31	21	16
600316	2014	150	17	16	5	19	17	5
600316	2014	250	12	11	1	11	11	0
600316	2015	100	11	11	0	10	9	0
600316	2015	140	11	11	0	10	10	0
600316	2015	180	11	11	0	11	11	0
600316	2015	220	11	11	0	11	10	0
600316	2015	250	12	12	0	11	11	0
600316	2015	60	25	22	4	24	19	5
600316	2016	100	18	15	3	17	14	3
600316	2016	140	15	13	2	14	12	2
600316	2016	180	9	9	0	8	8	0
600316	2016	220	10	10	0	8	8	0
600316	2016	250	10	9	1	9	9	0
600316	2016	60	12	11	2	12	11	2
600316	2017	100	11	11	0	8	8	0
600316	2017	140	11	11	0	8	8	0
600316	2017	180	11	11	0	10	9	0
600316	2017	220	11	11	0	9	9	1

600316	2017	250	12	12	0	10	10	0
600316	2017	60	30	18	10	25	14	9
600317	2013	150	69	69	3	73	73	3
600317	2013	250	59	56	11	52	50	10
600317	2014	150	27	23	10	28	22	12
600317	2014	250	58	35	32	61	34	36
600317	2015	150	10	10	1	10	10	1
600317	2015	250	14	14	1	12	12	0
600317	2016	150	116	116	1	102	102	1
600317	2016	250	92	92	5	91	91	1
600317	2017	150	106	106	9	77	76	10
600317	2017	250	82	82	1	67	67	3
600318	2015	150	11	11	0	9	9	0
600318	2015	200	11	11	0	9	9	1
600318	2016	100	11	11		7	7	
600318	2016	120	8	8		7	7	
600318	2016	150	10	10		7	7	
600318	2016	190	9	9		8	8	
600318	2017	150	11	11	0	9	8	1
600318	2017	250	12	12		8	8	
600319	2015	150	11	11	0	9	8	0
600319	2015	250	11	11	0	9	9	0
600319	2016	150	9	9	0	7	7	1
600319	2016	250	9	9	0	7	7	0
600319	2017	150	17	16	4	15	14	4
600319	2017	250	18	16	6	12	11	4
600320	2015	150	99	86	35	91	82	28
600320	2015	250	55	51	14	45	39	15
600320	2016	150	10	10	0	9	9	1
600320	2016	250	11	11	1	10	10	2
600320	2017	150	12	12	0	12	12	0
600320	2017	250	17	17	1	17	17	0

B.8 IJzeren Kuilen

B.8.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.29. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied IJzeren Kuilen

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600401	Aardappels	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe	Korrelmais
600402	Wintergerst	Korrelmais	Wintertarwe	Korrelmais	Wintertarwe	Aardappels	Wintertarwe
600403	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600404	Grasland	Grasland	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais
600405	Grasland	Snijmais	Snijmais	Grasland	Grasland	Grasland	Snijmais
600406				Snijmais	Snijmais	Snijmais	Snijmais
600407	Grasland	Grasland	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Wintertarwe	Suikerbieten

B.8.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.30. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600401	0	0	2	3	2	4	1
600402	0	0	2	2	2	2	2
600403	0	0	2	2	2	2	2
600404	0	0	4	4	4	4	2
600405	0	0	2	2	2	2	2
600406	0	0	0	2	4	8	8
600407	0	0	0	0	0	0	2

Tabel B.31. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600401	0	0	2	1	1	0	0
600402	0	0	2	2	2	2	2
600403	0	0	2	2	2	2	2
600405	0	0	2	2	2	2	2
600406	0	0	0	2	7	3	13

B.8.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.32. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
600401	2013	150	39	38	5	37	37	2
600401	2013	190	74	74		65	65	
600401	2013	220	31	31		30	30	
600401	2014	150	26	22	10	28	23	11
600401	2014	170	74	74		67	67	
600401	2014	200	13	13		13	13	
600401	2015	150	98	80	40	71	62	25
600401	2015	180	30	30		27	27	
600401	2016	100	51	51		46	46	
600401	2016	150	53	53		48	48	
600401	2016	170	61	58	12	55	53	10
600401	2017	150	61	61		57	57	
600402	2013	150	48	45	12	38	37	6
600402	2013	230	56	56		52	52	
600402	2013	250	136	136		127	127	
600402	2014	150	30	24	12	27	20	12
600402	2014	200	10	10		8	8	
600402	2014	250	12	12		11	11	
600402	2015	150	12	12	0	8	8	0
600402	2015	250	33	27	13	22	18	10
600402	2015	310	49	49		36	36	
600402	2015	350	26	24	4	18	16	3
600402	2015	450	56	53	14	41	39	10
600402	2015	550	61	61		45	45	
600402	2016	150	63	63	2	45	45	0
600402	2016	250	19	18	5	14	13	4
600402	2016	290	20	20		14	14	
600402	2016	350	12	12		7	7	
600402	2016	450	22	22		15	15	
600402	2016	550	23	23		14	14	
600402	2017	150	125	122	18	103	97	24
600402	2017	250	34	34	1	28	28	3
600402	2017	350	34	32	8	31	29	7
600402	2017	450	39	39	0	36	36	0
600403	2013	150	36	23	20	33	21	18
600403	2013	250	109	83	50	113	86	52
600403	2014	150	136	111	56	131	93	65
600403	2014	250	123	103	48	118	87	56
600403	2015	150	11	11	0	12	12	0
600403	2015	250	37	36	8	42	40	8
600403	2016	150	15	14	4	15	14	4
600403	2016	240	19	19		19	19	
600403	2016	250	20	20		20	20	
600403	2017	150	14	13	3	15	15	2

600403	2017	250	10	10	1	11	11	2
600404	2013	100	145	145		197	197	
600404	2013	140	68	68		47	47	
600404	2013	80	307	307		212	212	
600404	2013	90	127	127		173	173	
600404	2014	120	156	156		161	161	
600404	2014	130	186	186		192	192	
600404	2014	140	133	133		115	115	
600404	2014	70	311	311		321	321	
600404	2015	100	137	137		141	141	
600404	2015	140	70	70		72	72	
600404	2015	150	137	137		142	142	
600404	2015	60	160	160		165	165	
600404	2016	110	104	104	8	105	101	19
600404	2016	140	94	94		79	79	
600404	2016	60	112	112		128	128	
600404	2017	100	71	71		49	49	
600404	2017	150	86	86		71	71	
600405	2013	150	8	8	0	6	6	0
600405	2013	250	7	7	1	6	5	1
600405	2014	150	37	37	1	32	32	2
600405	2014	250	13	12	3	11	10	2
600405	2015	150	11	11	0	10	10	0
600405	2015	250	20	18	7	18	15	6
600405	2016	150	9	9	0	10	10	0
600405	2016	250	8	8	0	11	11	0
600405	2017	150	13	12	3	15	13	6
600405	2017	250	15	13	5	19	14	8
600406	2014	150	71	70	4	60	60	2
600406	2014	230	84	84		74	74	
600406	2014	250	78	78		64	64	
600406	2015	100	16	15	2	11	11	1
600406	2015	140	33	29	4	27	23	4
600406	2015	180	51	51	2	52	51	4
600406	2015	210	53	53		51	51	
600406	2015	220	65	62	8	51	38	16
600406	2015	260	68	66	8	67	65	7
600406	2015	300	71	70	6	59	53	12
600406	2016	100	75	64	11	65	62	6
600406	2016	140	87	82	9	86	84	5
600406	2016	180	79	78	4	76	75	4
600406	2016	200	64	64		70	70	
600406	2016	220	57	55	5	57	53	9
600406	2016	260	55	52	6	50	48	6
600406	2016	300	56	55	4	62	60	6
600406	2017	100	45	42	6	46	44	4
600406	2017	140	63	59	7	64	57	9

600406	2017	180	82	74	10	91	77	15
600406	2017	220	64	64	1	75	74	5
600406	2017	260	57	57	2	70	70	3
600406	2017	300	60	60	3	77	76	6
600407	2017	100	323	323		180	180	
600407	2017	150	33	33		32	32	

B.9 Roodborn

B.9.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.33. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Roodborn

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600701	Wintertarwe	Wintergerst	Aardappels	Suikerbieten	Wintertarwe	Suikerbieten	Aardappels
600702	Wintertarwe	Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Snijmais	Suikerbieten
600703	Grasland						
600705	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600706	Snijmais						
600708	Triticale	Snijmais	Wintertarwe	Wintertarwe	Snijmais	Wintertarwe	Wintergerst
600710	bos	bos	bos	bos	bos	bos	bos
600711	Aardappels						
600713	Grasland						
600714	Suikerbieten						
600715	Snijmais						
600716	Wintergerst						
600717	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600718	Aardappels	Suikerbieten	Zomergerst	Suikerbieten	Aardappels	Wintertarwe	Suikerbieten
600719	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Wintertarwe	Wintertarwe	Suikerbieten	Snijmais
600720	Wintertarwe	Suikerbieten	Wintertarwe	Aardappels			
600721	Wintertarwe	Wintergerst	Suikerbieten	Wintertarwe	Wintergerst	Suikerbieten	Wintertarwe
600722	Suikerbieten	Wintertarwe	Wintergerst	Suikerbieten	Snijmais	Wintertarwe	Suikerbieten
600723	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600724	Suikerbieten	Wintertarwe	Wintergerst	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Snijmais
600725	Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten	Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten	Snijmais
600726	Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten	Wintertarwe			
600727	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600728	Suikerbieten	Snijmais	Snijmais	Suikerbieten	Snijmais	Grasland	Grasland
600729	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600730	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600731	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland			
600732	Snijmais	Snijmais	Wintertarwe	Snijmais	Rogge	Natuurgras	Natuurgras
600733	Suikerbieten	Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten			
600734	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland			
600735	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland			
600736	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland			
600737	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600738	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
600739					Wintertarwe	Zomergerst	Wintertarwe

B.9.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.34. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600701	4	0	1	2	2	2	2
600702	4	0	2	2	2	2	2
600703	4	0	0	0	0	0	0
600705	4	0	0	0	3	3	2
600706	4	0	0	0	0	0	0
600708	4	0	2	2	2	2	2
600710	3	0	3	3	3	4	2
600711	4	0	0	0	0	0	0
600713	4	0	0	0	0	0	0
600714	2	0	0	0	0	0	0
600715	4	0	0	0	0	0	0
600716	4	0	0	0	0	0	0
600717	0	0	2	2	2	2	2
600718	0	0	2	2	2	2	2
600719	0	0	2	2	2	2	2
600720	0	0	2	2	0	0	0
600721	0	0	2	2	2	2	2
600722	0	0	2	4	2	2	2
600723	0	0	3	4	3	3	2
600724	0	0	2	4	4	4	2
600725	0	0	2	4	2	2	2
600726	0	0	2	0	0	0	0
600727	0	0	3	2	4	4	2
600728	0	0	3	4	4	4	2
600729	0	0	2	2	2	2	2
600730	0	0	2	2	2	2	2
600731	0	0	2	3	0	0	0
600732	0	0	4	4	2	2	2
600733	0	0	2	2	0	0	0
600734	0	0	2	2	0	0	0
600735	0	0	3	3	0	0	0
600736	0	0	4	2	0	0	0
600737	0	0	0	2	2	2	2
600738	0	0	0	2	2	2	2
600739	0	0	0	0	3	2	2

Tabel B.35. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
600701	2	0	1	2	2	2	2
600702	2	0	2	2	2	2	2
600703	2	0	0	0	0	0	0
600705	2	0	0	0	1	1	2
600706	2	0	0	0	0	0	0
600708	2	0	2	2	2	2	2
600710	1	0	1	1	1	0	0
600711	2	0	0	0	0	0	0
600713	2	0	0	0	0	0	0
600714	1	0	0	0	0	0	0
600715	2	0	0	0	0	0	0
600716	2	0	0	0	0	0	0
600717	0	0	2	2	2	2	2
600718	0	0	2	2	2	2	2
600719	0	0	2	2	2	2	1
600720	0	0	2	2	0	0	0
600721	0	0	2	2	2	2	2
600722	0	0	2	0	2	2	2
600723	0	0	1	0	1	1	1
600724	0	0	2	0	0	0	0
600725	0	0	2	0	2	2	2
600726	0	0	2	0	0	0	0
600727	0	0	1	2	0	0	1
600728	0	0	1	0	0	0	0
600729	0	0	0	1	2	2	2
600730	0	0	2	2	2	2	2
600731	0	0	2	1	0	0	0
600732	0	0	0	0	2	2	2
600733	0	0	2	2	0	0	0
600734	0	0	2	2	0	0	0
600735	0	0	1	1	0	0	0
600736	0	0	0	2	0	0	0
600737	0	0	0	2	2	2	1
600738	0	0	0	2	2	2	2
600739	0	0	0	0	1	2	1

B.9.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.36. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
600701	2011	150	34	32	3	29	28	2
600701	2011	250	30	30	2	34	34	1
600701	2013	150	80	80		71	71	
600701	2013	250	121	121		107	107	
600701	2014	150	32	32	0	38	38	4
600701	2014	250	40	39	6	32	32	5
600701	2015	150	30	24	13	24	19	11
600701	2015	250	41	41	0	41	41	1
600701	2016	150	12	12	2	10	10	1
600701	2016	250	11	11	1	10	10	0
600701	2017	150	56	56	1	51	50	8
600701	2017	250	27	26	2	26	26	1
600702	2011	150	10	7	2	8	6	2
600702	2011	250	12	12	1	9	9	1
600702	2013	150	21	17	8	20	16	9
600702	2013	250	101	100	4	82	82	2
600702	2014	150	9	9	0	8	8	0
600702	2014	250	47	31	25	48	27	28
600702	2015	150	12	12	0	10	10	0
600702	2015	250	13	13	0	11	11	0
600702	2016	150	41	40	5	40	39	7
600702	2016	250	9	9	0	8	8	0
600702	2017	150	18	16	6	15	12	6
600702	2017	250	38	38	1	37	37	0
600703	2011	150	53	31	9	41	24	7
600703	2011	250	75	39	46	75	37	46
600705	2011	120	147	147		108	108	
600705	2011	150	46	40	10	38	35	6
600705	2011	250	52	48	13	47	44	12
600705	2015	150	29	29		25	25	
600705	2015	250	10	10		10	10	
600705	2015	70	86	86		83	83	
600705	2015	90	38	38		32	32	
600705	2016	150	407	407		331	331	
600705	2016	210	340	340		423	423	
600705	2016	60	68	68		55	55	
600705	2016	90	37	37		30	30	
600705	2017	150	10	10	0	9	9	1
600705	2017	250	10	10	0	8	8	0
600706	2011	150	102	98	9	91	86	8
600706	2011	250	91	88	17	81	80	7

600708	2011	150	27	13	8	24	12	7
600708	2011	250	118	116	17	95	93	13
600708	2013	150	77	70	22	80	67	31
600708	2013	250	36	35	6	37	34	11
600708	2014	150	10	10	1	8	8	1
600708	2014	250	49	47	10	44	42	10
600708	2015	150	33	33	4	26	25	2
600708	2015	250	30	30	0	23	23	1
600708	2016	150	25	25	2	23	23	0
600708	2016	250	43	42	5	35	34	6
600708	2017	150	68	48	34	69	46	37
600708	2017	250	42	40	8	46	45	7
600710	2011	150	97	95	8	78	76	6
600710	2011	250	19	19		16	16	
600710	2013	100	21	21		20	20	
600710	2013	150	14	14		13	13	
600710	2013	200	13	13		11	11	
600710	2013	70	10	10		8	8	
600710	2014	150	68	39	39	60	38	33
600710	2014	190	14	14		12	12	
600710	2014	80	68	68		54	54	
600710	2015	150	79	39	48	102	46	64
600710	2015	170	10	10		7	7	
600710	2015	250	493	493		374	374	
600710	2016	120	24	17	12	19	15	9
600710	2016	70	155	155		143	143	
600710	2016	80	97	97		77	77	
600710	2017	130	9	9		7	7	
600710	2017	150	121	121		100	100	
600711	2011	150	84	79	7	83	81	5
600711	2011	250	51	47	13	44	41	11
600713	2011	150	3	3	0	3	3	0
600713	2011	250	17	10	10	14	8	8
600714	2011	120	44	44		39	39	
600714	2011	150	58	58		39	39	
600714	2011	250	61	61		54	54	
600715	2011	150	51	47	6	50	45	6
600715	2011	250	63	62	8	60	59	7
600716	2011	150	21	13	5	18	11	5
600716	2011	250	63	53	24	63	45	31
600717	2013	150	20	16	8	16	12	7
600717	2013	250	63	60	12	51	49	10
600717	2014	150	98	39	64	80	31	52
600717	2014	250	21	18	9	17	14	7
600717	2015	150	12	12	0	9	9	0
600717	2015	250	33	24	16	26	20	12
600717	2016	150	57	51	18	41	35	16

600717	2016	250	35	25	17	27	20	14
600717	2017	150	69	67	14	54	52	11
600717	2017	250	36	23	19	34	20	19
600718	2013	150	63	33	38	39	22	22
600718	2013	250	96	86	30	105	94	32
600718	2014	150	11	11	0	10	9	2
600718	2014	250	12	12	0	13	12	2
600718	2015	150	56	56	2	43	43	2
600718	2015	250	13	13	0	11	11	0
600718	2016	150	22	16	10	20	15	9
600718	2016	250	39	38	7	38	35	11
600718	2017	150	16	14	4	15	13	4
600718	2017	250	41	41	2	43	42	4
600719	2013	150	39	39	0	37	37	0
600719	2013	250	11	11	1	12	11	2
600719	2014	150	37	36	3	36	35	5
600719	2014	250	34	34	3	37	37	1
600719	2015	150	46	32	23	51	37	24
600719	2015	250	102	83	41	113	96	42
600719	2016	150	13	13	1	14	14	1
600719	2016	250	40	29	19	40	29	19
600719	2017	150	109	107	18	109	107	15
600719	2017	250	12	12		14	14	
600720	2013	150	9	9	0	9	9	0
600720	2013	250	19	16	7	17	15	6
600720	2014	150	17	15	4	16	14	6
600720	2014	250	10	10	0	9	9	1
600721	2013	150	9	9	0	7	7	0
600721	2013	250	9	9	0	8	8	0
600721	2014	150	27	26	6	22	21	5
600721	2014	250	73	60	29	81	63	36
600721	2015	150	25	21	9	21	18	7
600721	2015	250	56	52	16	52	47	16
600721	2016	150	24	22	7	19	19	3
600721	2016	200	67	67		69	69	
600721	2016	250	35	35		31	31	
600721	2017	150	10	10	2	10	9	3
600721	2017	250	38	36	9	30	28	7
600722	2013	150	43	29	22	37	26	18
600722	2013	250	32	23	16	24	17	12
600722	2014	130	16	16	4	12	12	2
600722	2014	60	7	7		6	6	
600722	2014	90	21	21		16	16	
600722	2015	150	139	136	20	136	130	28
600722	2015	250	75	69	20	71	61	25
600722	2016	150	54	32	31	49	28	28
600722	2016	250	108	106	15	101	96	22

600722	2017	150	38	26	20	39	25	22
600722	2017	250	64	63	5	56	56	1
600723	2013	100	32	32		30	30	
600723	2013	150	38	38		37	37	
600723	2013	250	57	57		49	49	
600723	2013	80	29	29		26	26	
600723	2014	140	13	13		10	10	
600723	2014	150	11	11		9	9	
600723	2014	80	77	38	47	63	36	36
600723	2015	150	107	107		73	73	
600723	2015	190	147	147		117	117	
600723	2015	80	9	9		10	10	
600723	2015	90	10	10		8	8	
600723	2016	150	16	16		15	15	
600723	2016	180	14	14		12	12	
600723	2016	80	7	7		5	5	
600723	2016	90	8	8		6	6	
600723	2017	150	20	14	10	19	13	10
600723	2017	250	42	43		36	36	
600724	2013	150	22	17	9	20	16	8
600724	2013	220	30	30		24	24	
600724	2013	230	9	9		10	10	
600724	2014	110	55	55		52	52	
600724	2014	60	34	34		25	25	
600724	2014	70	149	149		119	119	
600724	2014	80	60	60		55	55	
600724	2015	60	9	9		7	7	
600724	2015	80	9	9	0	8	8	0
600724	2016	70	24	24		21	21	
600724	2016	80	49	49	0	41	41	1
600724	2017	60	62	62		47	47	
600724	2017	70	33	33		27	27	
600725	2013	150	11	11	1	9	9	2
600725	2013	250	12	12	0	11	11	1
600725	2014	100	9	9		8	8	
600725	2014	130	13	13		12	12	
600725	2014	140	7	7	0	9	9	0
600725	2015	150	11	11	0	11	11	0
600725	2015	250	12	12	1	11	11	1
600725	2016	150	15	14	4	13	13	2
600725	2016	250	10	10	0	10	10	1
600725	2017	150	43	43	6	36	36	3
600725	2017	250	12	12	0	10	10	1
600726	2013	150	23	20	9	20	18	7
600726	2013	250	29	24	12	24	20	9
600727	2013	100	9	9		7	7	
600727	2013	150	36	36		36	36	

600727	2013	250	31	31		27	27	
600727	2013	90	18	18		13	13	
600727	2014	150	9	9	0	8	8	0
600727	2014	230	10	10		11	11	
600727	2014	250	12	12		11	11	
600727	2015	100	40	26	22	35	21	20
600727	2015	110	12	12		10	10	
600727	2015	90	11	11		10	10	
600727	2016	100	9	9	0	8	8	1
600727	2016	110	8	8		10	10	
600727	2016	90	11	11		8	8	
600727	2017	150	32	32		33	33	
600727	2017	210	9	9		10	10	
600727	2017	80	11	11		10	10	
600728	2013	130	59	59		48	48	
600728	2013	150	150	150		174	174	
600728	2013	250	50	50		42	42	
600728	2013	70	25	25		18	18	
600728	2014	150	8	8	0	6	6	0
600728	2015	100	152	151	14	151	142	37
600728	2015	120	162	162		171	171	
600728	2015	80	93	93		76	76	
600728	2016	100	8	8		9	9	
600728	2016	80	9	9	0	8	8	0
600728	2017	40	50	50		41	41	
600728	2017	70	26	26		30	30	
600729	2013	150	8	8	0	7	7	0
600729	2014	150	8	8	1	8	8	0
600729	2014	250	6	6		8	8	
600729	2015	150	12	12	1	11	11	1
600729	2015	250	9	9	0	11	11	0
600729	2016	150	42	25	24	43	23	26
600729	2016	250	8	8	1	8	7	1
600729	2017	150	59	33	35	47	25	28
600729	2017	250	13	13	3	10	10	2
600730	2013	150	10	10	1	7	7	0
600730	2013	250	14	13	4	13	12	3
600730	2014	150	9	9	0	10	9	2
600730	2014	250	9	9	0	7	7	1
600730	2015	150	12	12	0	10	10	0
600730	2015	250	13	13	0	11	11	1
600730	2016	150	9	9	0	8	8	0
600730	2016	250	22	17	9	21	19	7
600730	2017	150	10	10	0	8	8	0
600730	2017	250	10	10	1	9	9	2
600731	2013	150	9	9	0	8	8	1
600731	2013	210	6	6		5	5	

600731	2013	250	8	8		7	7	
600731	2014	150	8	8	2	8	7	2
600731	2014	170	6	6		9	9	
600731	2014	250	12	12		13	13	
600732	2013	110	8	8		6	6	
600732	2013	130	13	12	4	12	10	4
600732	2013	140	10	10		10	10	
600732	2014	40	94	94		105	105	
600732	2014	50	174	174		148	148	
600732	2014	70	72	72		53	53	
600732	2014	80	24	24		18	18	
600732	2015	150	29	23	13	23	19	9
600732	2015	250	29	22	13	28	23	11
600732	2016	120	43	43		32	32	
600732	2016	150	36	36		36	36	
600732	2016	250	17	17	0	13	13	0
600732	2017	150	10	10	0	9	9	0
600732	2017	250	26	20	11	27	21	11
600733	2013	150	80	75	19	68	67	9
600733	2013	250	40	40	4	32	31	5
600733	2014	150	27	21	12	22	19	8
600733	2014	250	71	70	5	61	61	3
600734	2013	150	24	18	11	19	14	9
600734	2013	250	22	17	9	21	16	10
600734	2014	150	9	9	0	9	9	1
600734	2014	250	10	10	0	8	8	0
600735	2013	130	10	10		9	9	
600735	2013	150	10	10	0	11	11	2
600735	2013	240	9	9		8	8	
600735	2014	140	11	11		12	12	
600735	2014	150	18	18		13	13	
600735	2014	240	10	10		8	8	
600735	2014	60	13	13		11	11	
600736	2013	100	8	8		6	6	
600736	2013	150	8	8	0	6	6	0
600736	2013	90	32	32		31	31	
600736	2014	150	9	9	0	10	10	2
600736	2014	250	9	9	0	7	7	1
600737	2014	150	122	109	39	111	101	33
600737	2014	250	91	88	18	73	72	11
600737	2015	150	36	36	2	36	35	5
600737	2015	250	39	28	20	29	23	12
600737	2016	150	8	8	0	6	6	0
600737	2016	250	9	9	1	8	8	0
600737	2017	150	12	12	2	13	13	3
600737	2017	250	29	29		26	26	
600738	2014	150	32	31	5	30	30	3

600738	2014	250	39	38	6	37	35	9
600738	2015	150	190	111	109	184	101	108
600738	2015	250	53	53	1	44	44	3
600738	2016	150	89	77	31	82	72	27
600738	2016	250	83	82	8	79	78	9
600738	2017	150	9	9	0	8	8	1
600738	2017	250	23	18	10	24	19	10
600739	2015	120	79	79		67	67	
600739	2015	130	48	48		38	38	
600739	2015	150	71	71		65	65	
600739	2015	200	100	100		73	73	
600739	2016	150	8	8	1	6	6	0
600739	2016	180	7	7		6	6	
600739	2016	250	43	43		32	32	
600739	2017	110	28	28		28	28	
600739	2017	150	19	19		22	22	
600739	2017	250	21	21		17	17	

B.10 Roosteren

B.10.1 Geteelde gewassen

De geteelde gewassen op de bemonsterde percelen staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.37. Geteelde gewassen voor de bemonsterde percelen in grondwaterbeschermingsgebied Roosteren

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602501	Snijmais	Snijmais	Wintertarwe	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
602502	Venkel	Cichorei	Conservenerwt	Snijmais	Snijmais	Snijmais	Snijmais
602503	Grasland						
602504	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
602505	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
602506	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
602507	Grasland	Venkel	Venkel	Zomergerst	Cichorei	Bloemkool	Spitskool
602508	Grasland						

B.10.2 Aantal monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal monsters per perceel die zijn genomen in het ondiepe (140, 150 en 160 cm-mv) en diepe (240, 250, 260 cm-mv) bodemvocht.

Tabel B.38. Aantal ondiepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602501	4	0	2	2	2	2	2
602502	4	0	3	4	3	3	2
602503	3	0	0	0	0	0	0
602504	3	0	2	2	3	1	2
602505	4	0	2	2	2	2	2
602506	4	0	2	2	3	2	2
602507	4	0	4	3	2	3	2
602508	4	0	0	0	0	0	0

Tabel B.39. Aantal diepe monsters die genomen zijn per perceel.

perceel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
602501	1	0	1	2	2	2	0
602502	1	0	1	0	1	1	1
602503	1	0	0	0	0	0	0
602504	1	0	1	2	1	2	1
602505	1	0	2	2	2	2	2
602506	2	0	2	2	1	2	2
602507	1	0	0	1	2	1	1
602508	1	0	0	0	0	0	0

B.10.3 Nitraatmetingen

De gemiddelde nitraatmetingen van alle percelen en de gecorrigeerde nitraatconcentraties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B.40. Alle nitraatconcentraties en de gecorrigeerde nitraatconcentraties (methode gewascorrectie positief) in mg/L. Zowel het rekenkundige gemiddelde als de loggetransformeerde gemiddelde is gegeven. De gegeven standaardfout (se) is de standaardfout van het gemiddelde.

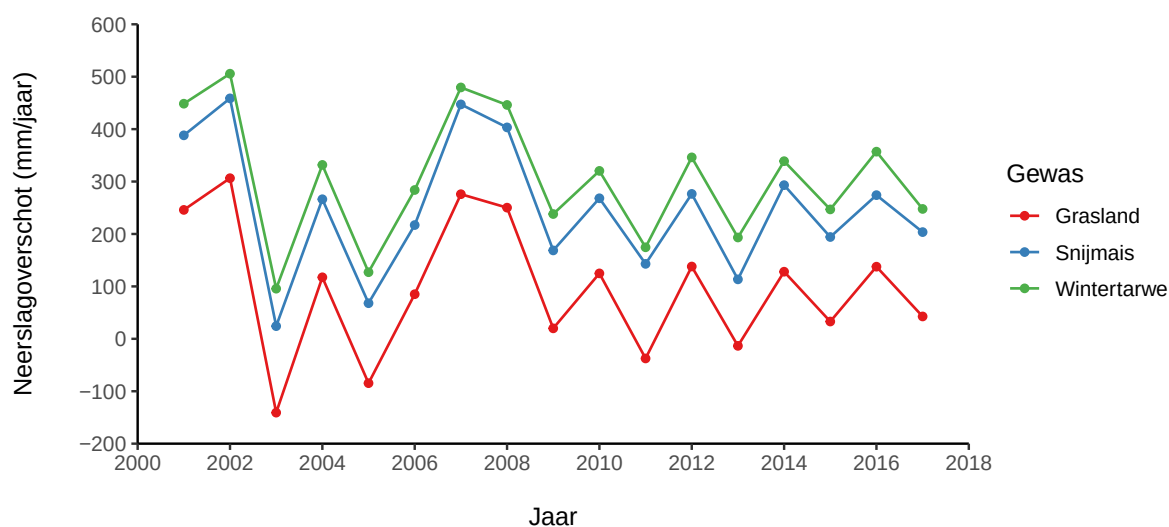
Perceel	Jaar	Diepte	Meting			Correctie		
			gem	log	se	gem	log	se
602501	2011	150	289	286	14	289	280	21
602501	2011	250	388	388		432	432	
602501	2013	150	126	118	32	120	114	28
602501	2013	220	186	186		229	229	
602501	2014	150	49	46	13	46	40	16
602501	2014	230	189	189		190	190	
602501	2014	250	208	208		208	208	
602501	2015	100	248	248		230	230	
602501	2015	150	20	20		19	19	
602501	2015	220	68	68		67	67	
602501	2015	250	184	184		170	170	
602501	2016	150	66	61	19	75	60	31

602501	2016	220	77	77		63	63	
602501	2016	250	36	36		40	40	
602501	2017	150	66	61	17	60	56	15
602502	2011	150	179	163	24	178	162	24
602502	2011	250	133	133		110	110	
602502	2013	120	41	41		48	48	
602502	2013	150	128	128		130	130	
602502	2013	200	147	147		122	122	
602502	2013	70	76	76		67	67	
602502	2014	100	125	125		125	125	
602502	2014	140	177	177		218	218	
602502	2014	150	156	156		141	141	
602502	2014	80	152	152		153	153	
602502	2015	120	62	62		41	41	
602502	2015	150	121	101	47	87	78	27
602502	2015	210	180	180		207	207	
602502	2016	120	94	94		79	79	
602502	2016	140	77	77		78	78	
602502	2016	150	88	88		89	89	
602502	2016	230	58	58		49	49	
602502	2017	130	67	67		61	61	
602502	2017	150	47	47		44	44	
602502	2017	200	89	89		90	90	
602503	2011	150	61	30	28	59	29	26
602503	2011	250	2	2		2	2	
602504	2011	150	17	16	2	19	17	3
602504	2011	250	15	15		16	16	
602504	2013	130	14	14		9	9	
602504	2013	150	13	13		18	18	
602504	2013	200	12	12		11	11	
602504	2014	140	11	11		10	10	
602504	2014	150	11	11		9	9	
602504	2014	200	13	13		16	16	
602504	2014	240	10	10		10	10	
602504	2015	140	14	14		14	14	
602504	2015	150	12	11		11	11	
602504	2015	230	14	14		16	16	
602504	2015	90	42	42		33	33	
602504	2016	150	11	11		10	10	
602504	2016	190	16	16		12	12	
602504	2016	210	16	16		18	18	
602504	2017	150	12	12	1	14	13	2
602504	2017	250	10	10		12	12	
602505	2011	150	24	21	4	21	19	3
602505	2011	250	22	22		22	22	
602505	2013	150	30	22	15	32	22	16
602505	2013	230	12	12		10	10	

602505	2013	250	32	32		25	25	
602505	2014	150	11	11	0	11	11	0
602505	2014	220	35	27	16	31	25	13
602505	2015	150	12	12	0	12	12	1
602505	2015	230	21	18	7	28	22	13
602505	2016	150	11	11	0	10	10	1
602505	2016	220	14	14	0	16	16	0
602505	2017	150	11	11	1	11	11	0
602505	2017	230	14	14	1	16	16	2
602506	2011	150	191	161	26	193	164	28
602506	2011	250	79	79	4	91	90	5
602506	2013	150	354	352	26	437	428	64
602506	2013	220	380	380		297	297	
602506	2013	250	286	286		253	253	
602506	2014	150	353	301	130	326	268	131
602506	2014	200	174	174		133	133	
602506	2014	250	316	316		309	309	
602506	2015	150	295	292	17	318	310	30
602506	2015	220	209	209		188	188	
602506	2016	150	210	99	131	222	93	143
602506	2016	200	49	49		53	53	
602506	2016	250	300	300		249	249	
602506	2017	150	273	218	116	235	203	84
602506	2017	230	362	362		425	425	
602506	2017	250	150	150		222	222	
602507	2011	150	92	73	19	97	77	21
602507	2011	250	417	417		456	456	
602507	2013	120	272	271	19	267	264	26
602507	2013	130	262	262		290	290	
602507	2013	70	247	247		225	225	
602507	2014	140	251	251		166	166	
602507	2014	150	401	398	34	399	385	74
602507	2014	240	105	105		121	121	
602507	2015	150	215	193	66	215	201	54
602507	2015	180	84	84		62	62	
602507	2015	250	165	165		195	195	
602507	2016	150	185	183	11	176	175	9
602507	2016	250	319	319		351	351	
602507	2017	150	124	124	5	122	121	8
602507	2017	250	173	173		175	175	
602508	2011	140	34	34		38	38	
602508	2011	150	8	7	1	8	7	1
602508	2011	250	2	2		2	2	

C Neerslagcorrectie

C.0.1 Variatie neerslagoverschot



Figuur C.1. Neerslagoverschot over de jaren voor de drie meest voorkomende gewassen: grasland, snijmais en wintertarwe. De weersgegevens komen van het KNMI weerstation Maastricht.

C.1 Gebruikte gewasfactoren

De makkinkfactoren die gebruikt zijn voor de correctie van de gewasverdamping zijn weergegeven in onderstaande tabel. Voor de gewassen waar geen makkinkfactor was te vinden is een factor gekozen op basis van expertkennis. Daarnaast is de toegepaste makkinkfactor op een gesplitst perceel (een perceel die opgedeeld is voor meerdere gewassen) het gemiddelde van de gewassen die op het perceel geregistreerd stonden. Voor braak is de makkinkfactor op 0.36 gezet. Voor de situaties waarbij geen makkinkfactor bekend was in de maanden april tot september is de makkinkfactor 0.5 gebruikt (expertkennis: minimale factor voor beteelde grond).

Tabel C.1. Gebruikte makkinkfactoren. Lege velden worden opgevuld met 0.36 (braak). Voor de maanden april to september is een minimale makkinkfactor van 0.5 gebruikt.

Gewas	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Grasland	0.80	0.90	0.95	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	0.90	0.80
Aardappels	0.36	0.36	0.36	0.36	0.65	1.10	1.13	1.10	0.47	0.36	0.36	0.36
Andijvie	0.23	0.23	0.23	0.40	0.90	1.20	0.60	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Appels	0.36	0.36	0.36	1.00	1.40	1.60	1.70	1.27	1.20	0.36	0.36	0.36
Bladrammenas	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.80	0.78	0.72	0.72	0.64	0.36
Bloembollen	0.36	0.36	0.36	0.36	0.52	0.93	1.20	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Bloemkool	0.36	0.36	0.36	0.36	0.40	0.93	1.20	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Bos	0.40	0.40	0.52	1.15	1.16	1.20	1.18	1.15	1.20	0.85	0.52	0.40
Braak	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Cichorei	0.36	0.36	0.36	0.36	0.50	0.93	1.13	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Conservenerwten	0.36	0.36	0.36	0.52	0.90	1.20	0.72	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Consumptieaardappel	0.36	0.36	0.36	0.36	0.65	1.10	1.13	1.10	0.47	0.36	0.36	0.36
Graan	0.36	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Gras klaver	0.80	0.90	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.90	0.80	0.90	0.95
Graszaadteelt	0.80	0.90	0.95	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	0.90	0.80
Graszoden	0.80	0.90	0.95	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	0.90	0.80
Groenten	0.23	0.23	0.23	0.40	0.90	1.20	0.60	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Haver	0.36	0.36	0.36	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Jong bos	0.37	0.37	0.37	1.09	1.09	1.10	1.10	1.06	1.00	0.63	0.37	0.37
Korrelmais	0.36	0.36	0.36	0.36	0.67	1.03	1.27	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Lelies	0.36	0.36	0.36	0.36	0.52	0.93	1.20	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Natuurlijk grasland	0.47	0.47	0.47	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	0.47	0.47
Pootaardappels	0.36	0.36	0.36	0.36	0.65	1.10	1.13	1.10	0.47	0.36	0.36	0.36
Rogge	0.36	0.36	0.36	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Schorseneren	0.36	0.36	0.36	0.36	0.40	0.93	1.20	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Sla	0.36	0.36	0.36	0.40	0.47	0.63	0.80	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Snijmais	0.36	0.36	0.36	0.36	0.67	1.03	1.27	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Spitskool	0.23	0.23	0.23	0.23	0.40	0.93	1.20	1.20	1.20	0.23	0.23	0.23
Stamsperziebonen	0.36	0.36	0.36	0.52	0.90	1.20	0.72	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Suikerbiet	0.36	0.36	0.36	0.36	0.50	0.93	1.13	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Triticale	0.36	0.36	0.36	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Tuinbonen	0.36	0.36	0.36	0.52	0.90	1.20	0.72	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Venkel	0.36	0.36	0.36	0.36	0.52	0.93	1.20	1.20	1.20	0.36	0.36	0.36
Waspeen	0.23	0.23	0.23	0.39	0.39	0.52	0.98	1.07	1.05	0.29	0.23	0.23
Wintergerst	0.36	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Wintertarwe	0.36	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36
Zaaiuien	0.36	0.36	0.36	0.42	0.63	0.83	1.00	0.97	0.47	0.36	0.36	0.36
Zandduinen	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Zomergerst	0.36	0.36	0.36	0.80	1.00	1.20	0.90	0.44	0.36	0.36	0.36	0.36



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
nmi@nmi-agro.nl