



De effecten van digestaat op de bodemkwaliteit van De Marke

Analyse van de bodemvruchtbaarheid in de jaren 2005 t/m 2019

Jur Eekelder & Gerjan Hilhorst

September 2020



Inleiding

In 2003 is melkveeproefbedrijf De Marke gestart met mestvergisting. Hiervoor is de mestopslag buiten de stal omgebouwd tot vergister. Naast een kleine hoeveelheid producten (o.a. voerresten) zijn er geen grote hoeveelheden organische stof aan de vergister toegevoegd en is het dus een mono-mestvergisting geweest. Alle geproduceerde drijfmest is vergist. Globaal gaat het jaarlijks om 3000 m³. Vanaf 2009 is ongeveer 1000 m³ van het digestaat gescheiden in een dikke en dunne fractie. Alle mestsoorten zijn op de percelen van De Marke aangewend en er is geen dierlijke mest aangevoerd.

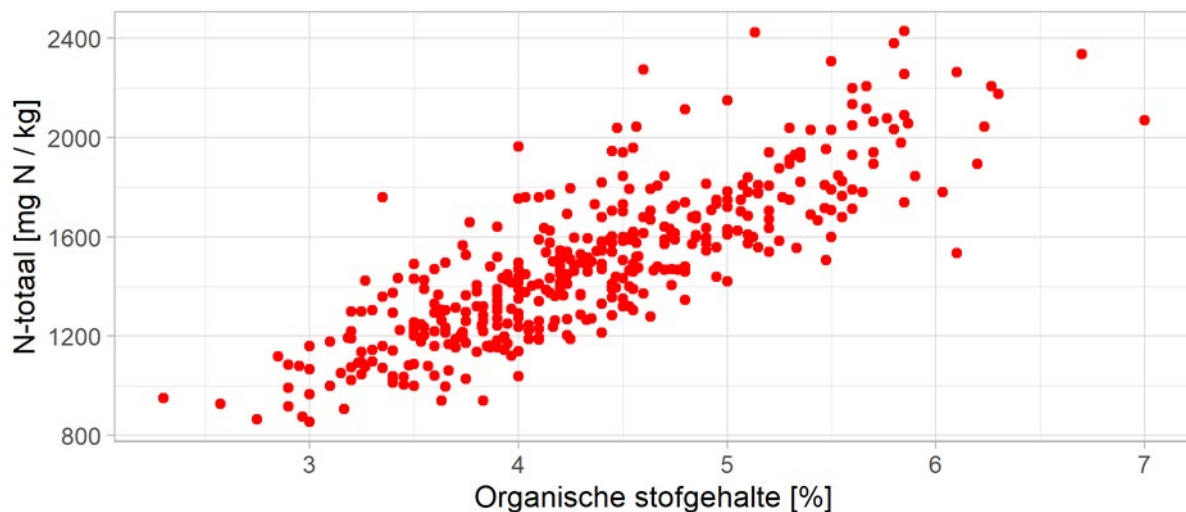
In opdracht van CCS Energie Advies en de gemeente Lochem is aan De Marke de vraag gesteld om het effect van het bemesten met digestaat op de bodemkwaliteit te analyseren. De bodem van De Marke wordt jaarlijks op een beperkt aantal parameters onderzocht en gemiddeld wordt één keer per drie jaar een uitgebreidere analyse gedaan. Deze bodemanalyses zijn gebruikt om het effect op de bodem vast te stellen. In dit rapport staan de resultaten van die analyse.

Samenvatting en conclusies

De bodemanalyses van De Marke zijn geanalyseerd op 12 bodemparameters die de bodemvruchtbaarheid weergegeven. Voor de analyse zijn bijna 600 bodemmonsters in de periode 2005-2019 gebruikt..

Stikstof

De kengetallen N-totaal en NLV geven informatie over de stikstoftoestand van de bodem. De stikstofbodemvoorraad is in de periode 2005-2019 gestegen. De opbouw van stikstofbodemvoorraad is afhankelijk van de aanvoer van organische stof. Figuur 10 laat duidelijk zien dat het organische stofgehalte door de jaren ook duidelijk is toegenomen. De relatie tussen stikstofbodemvoorraad en organische stofgehalte wordt ook duidelijk uit figuur 19. Ook het NLV van de percelen is door de jaren toegenomen. In de periode 2005-2019 is de bodemtoestand wat betreft stikstof positief verlopen.



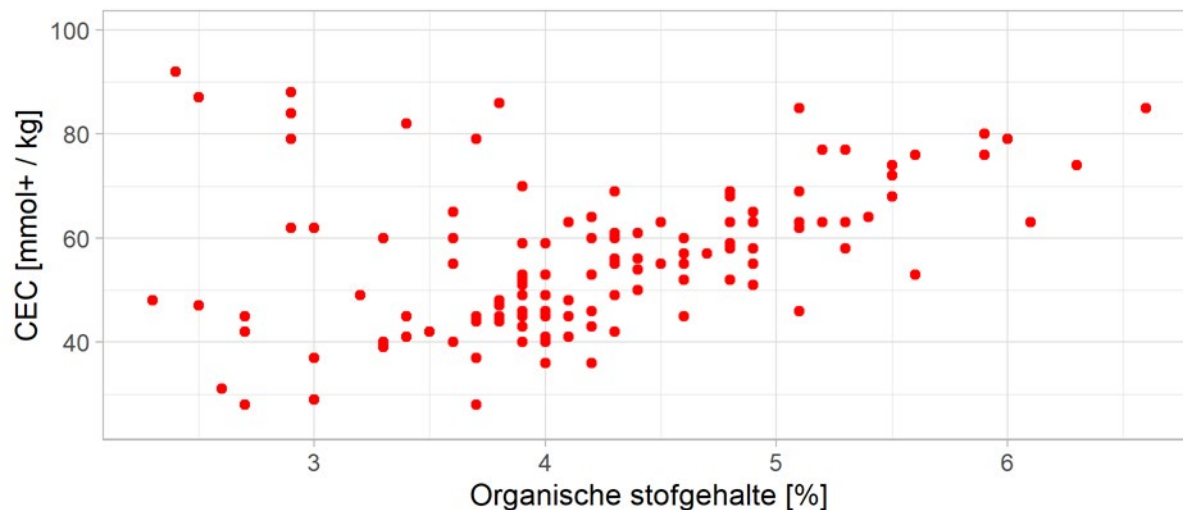
Figuur 19: Relatie tussen N-totaal en organische stofgehalte. Data op basis van de blokbemonsteringdata.

Fosfaat

De fosfaatkengetallen (P-Al, P-PAE, Pw) geven informatie over de fosfaattoestand van de bodem. Het verloop van deze kengetallen in de periode 2005-2019 laat geen duidelijke trend of patroon zien.

Organische stof, pH en CEC

Het organische stofgehalte is de periode 2005-2019 gemiddeld toegenomen, al is het verloop tussen de jaren zeker niet constant. Door een goed perceel management is de pH van de gronden gestaag toegenomen en is het verschil tussen de percelen geminimaliseerd. Op zandgronden wordt de CEC grotendeels bepaald door de aanwezige organische stof. Figuur 20 bevestigt dit ook. Al gaat de sterke toename van het organische stofgehalte in de periode 2007-2010 niet gepaard met een sterke toename in CEC, integendeel zelfs. In de periode van 2012-2019 lijken deze parameters echter wel gecorreleerd, de toename in organische stof lijkt gepaard te gaan met een toename van de CEC. In de periode 2005-2019 is het verloop de organische stof, pH en CEC positief ontwikkeld.



Figuur 20: Relatie tussen CEC en organische stofgehalte. Data op basis van perceelbemonsteringdata.

Spoorelementen

De concentraties Kalium, Magnesium en Natrium in de bodem lijken vrij constant door de jaren heen; er zijn geen trends of patronen zichtbaar in de data.

Het vervangen van drijfmest door digestaat heeft op De Marke de bodemvruchtbaarheid niet verslechterd. Het organische stofgehalte is zelfs iets toegenomen waarbij vermeld moet worden dat De Marke in het management maatregelen neemt om een daling te voorkomen. Het toepassen van vruchtwisseling en het telen van een goed vanggewas en groenbemester zijn de belangrijkste.

Het stikstofleverend vermogen is toegenomen evenals de pH. De andere geanalyseerde bodemparameters zoals P-AI, fosfaatbeschikbaarheid en CEC zijn in de periode van 2005 t/m 2019 nauwelijks veranderd.

Omdat op De Marke in het bodemmanagement maatregelen worden genomen om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden en zelfs te verbeteren betekent dat het vervangen van rundveemest door digestaat op andere praktijkbedrijven andere effecten op de bodemvruchtbaarheid kan hebben als op De Marke.

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Samenvatting en conclusies.....	3
1. Materiaal & methode	6
<i>Situatie op De Marke</i>	<i>6</i>
<i>Bodembemonstering</i>	<i>6</i>
<i>Perceelbemonstering</i>	<i>6</i>
<i>Methodiek.....</i>	<i>8</i>
2. Beschrijving parameters.....	9
<i>Stikstof gerelateerde parameters</i>	<i>9</i>
<i>Fosfaat gerelateerde parameters</i>	<i>9</i>
<i>Bodemkwaliteit parameters</i>	<i>9</i>
<i>Elementen</i>	<i>10</i>
3. Resultaten.....	11

1. Materiaal & methode

Situatie op De Marke

De Marke heeft 27 percelen met een totaal areaal van 54,7 hectare in gebruik. Van dit areaal is 11 hectare blijvend grasland verdeeld over zes percelen. Om continue teelt van maïs te voorkomen vindt op de overige 44 hectare vruchtwisseling plaats. Door gras en maïs af te wisselen blijft het organische stofgehalte van de bodem ook op de percelen waar maïs wordt geteeld op peil. Hierdoor behoudt de bodem het vochthoudend vermogen, is er minder kans op nitraatuitspoeling naar het grondwater en wordt door de betere beworteling nutriënten goed opgenomen. Daarnaast kunnen bij wisselbouw meststoffen die niet benut worden door het ene gewas, maar achterblijven in de bodem, door een volggewas benut worden. Ook zijn er minder problemen met onkruid.

Gemiddeld genomen wordt in de vruchtwisseling 3 jaar gras(klaver) gevolgd door 3 jaar bouwland en vervolgens weer 3 jaar gras(klaver). Het bouwland bestond meestal volledig uit maisland. Hiernaast is er door de jaren heen is geëxperimenteerd met andere gewassen. Figuur 1 geeft een schematisch overzicht het teeltplan van De Marke.

Een andere maatregel die De Marke neemt om preventief het organische stofniveau op peil te houden is het telen van een vanggewas op de maïspercelen. Gemiddeld wordt rond half juni, net voordat de maïsrijen zich sluiten, grasonderzaai uitgevoerd. Het vanggewas kan de mineralen opnemen die niet benut worden door de maïs en zo wordt stikstofuitspoeling tegengegaan. Hiernaast zorgt het vanggewas ook voor de opbouw van organische stof en verbetering van de bodemstructuur.

Op De Marke zijn al voordat digestaat is bemest maatregelen genomen om gemiddeld over het gehele bedrijf een daling van de hoeveelheid organische stof te voorkomen.

Bodembemonstering

In de periode 2005 t/m 2019 is er veel bodemdata verzameld op De Marke. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van twee datasets: blokbemonstering en perceelbemonstering.

Blokbemonstering

Over alle percelen van De Marke zijn 69 verschillende blokken gedefinieerd. Gemiddeld zijn dit zo'n 3 blokken per perceel. Voor ieder blok zijn vanaf jaargang 2005-2006 tot en met 2019-2020 jaarlijks bodemmonsters gestoken. Voor ieder jaar zijn de uitkomsten van deze blokbemonstering per perceel gemiddeld. In totaal zijn er over de 27 percelen 420 (gemiddelde) observaties beschikbaar. Deze blokbemonstering wordt standaard uitgevoerd op een diepte van 0-25 cm en in februari voor de bemesting uitgevoerd. In de blokbemonstering worden maar enkele bodemparameters bepaald.

Perceelbemonstering

Naast de blokbemonstering is er ook data beschikbaar van de reguliere perceelbemonsteringen. Deze bemonsteringen bevatten vele bodemparameters. Deze perceelbemonstering wordt niet jaarlijks op ieder perceel uitgevoerd, dus het is niet mogelijk om het verloop op jaarbasis per perceel, of zelfs per grondgebruik, in kaart te brengen. De hoeveelheid data van deze set is, ten opzichte van de blokbemonstering, gering. In totaal zijn er over alle percelen 145 observaties beschikbaar in de jaren

2005 tot 2019. Figuur 2 laat zien welke percelen in welk jaar zijn bemonsterd, deze data is ook beschreven in Tabel 1.

Tabel 1: Aantal beschikbare observaties van de perceelbemonstering van de jaren 2005 tot en met 2019 op De Marke.

Jaar	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
#datapunten	7	11	8	7	6	10	10	10	10	14	10	8	5	13	6

Figuur 1: Schematische weergave van het teeltplan van De Marke in de jaren 2005 tot en met 2020

In figuur 1 is het landgebruik weergegeven. Zes percelen zijn blijvend grasland en alle andere percelen zitten in een vruchtwisseling met gras/klaver en maïs of een ander voedergewas (graan als gehele plant silage en hennep)



Figuur 2: Schematische weergave van de perceelbemonstering op De Marke in de jaren 2005 tot en met 2019.

De percelen zijn bemonsterd als ze van gras naar bouwland gaan en wanneer ze weer gras worden. Bij graspercelen is de bodemlaag 0-10 cm bemonsterd en bij bouwland de laag 0-25 cm. Hierdoor zijn de bodemanalyses van de gras- en bouwlandfase van een perceel niet met elkaar te vergelijken.

Methodiek

De volgende parameters worden geanalyseerd in deze studie:

Uit de blokbemonsteringdata (gemiddeldes per perceel):

- N-Totaal
- Organische stof
- P-AI
- Pw
- pH

Uit de perceelbemonsteringdata:

- Stikstofleverend vermogen (NLV)
- P-PAE
- Kalium (K)
- Magnesium (Mg)
- Natrium (Na)
- CEC

De bemonstering wordt standaard in het voorjaar voor de eerste bemesting uitgevoerd. De resultaten hebben daarom betrekking op de omstandigheden in het vorige groeiseizoen. De monsterdata wordt daarom gekoppeld aan het groeiseizoen door het jaartal van de monsterdatum met een jaar te verlagen. Zo heeft bijvoorbeeld een monsterverslag in het voorjaar van februari 2018 betrekking op het teeltjaar 2017.

De percelen met als landgebruik "blijvend grasland" worden door de jaren heen weergegeven om, ter illustratie, de variaties tussen de percelen weer te geven. De percelen in de rotatie kunnen niet door de tijd vergeleken worden omdat de teelten veranderen tussen de percelen. De percelen in de rotatie worden wel op bedrijfsniveau door de tijd weergegeven ("rotatie grasland/bouwland"). Daarnaast is de bemonsteringsdiepte van de perceelbemonsteringdata niet ieder jaar hetzelfde waardoor de resultaten niet 1 op 1 vergeleken mogen worden.

2. Beschrijving parameters

Stikstofgerelateerde parameters

Het getal N-Totaal geeft de totale hoeveelheid stikstof in de bodem weer. Het grootste deel van de stikstof in de bodem is aanwezig als organisch gebonden stikstof en kan vrij komen door mineralisatie. Het stikstof leverend vermogen (NLV) geeft aan hoeveel stikstof de bodem levert aan het gewas. Deze stikstof komt beschikbaar door de mineralisatie van organische stof in de bodem. Daarbij ontstaan ammonium en nitraat. Planten nemen stikstof op als nitraat (NO_3) of als ammonium (NH_4). Afhankelijk van het geteelde gewas is er een hoge behoefte aan direct beschikbare stikstof. Dit kan worden verzorgd met een bemesting met drijfmest of kunstmest. De NLV wordt berekend op basis van het stikstofgehalte in de bodem. Zo kan er worden ingeschat hoeveel stikstof er dat jaar beschikbaar komt door mineralisatie.

Fosfaatgerelateerde parameters

De fosfaattoestand van de bodem wordt uitgedrukt in het Pw-getal en P-Al getal. Deze geven de totale hoeveelheid fosfaat in de bodem weer. Dit zijn 'capaciteitsindicatoren'. Het P-PAE getal geeft de plantbeschikbare hoeveelheid fosfaat weer in de bodem, dit is een 'intensiteitsindicator'. Planten nemen fosfor op in de vorm van fosfaten (H_2PO_4 of HPO_4). Het grootste deel van de fosfaat is in minerale vorm aanwezig, maar kan slecht oplosbaar zijn. Slechts een klein deel is organisch gebonden. De pH is van invloed op de fosfaatbeschikbaarheid. De beschikbaarheid van fosfaat is een eigenschap van de bodem en daardoor moeilijk te beïnvloeden. Met een goed opneembare fosfaatgift kan hier wel op gestuurd worden.

Bodemkwaliteit parameters

De pH (zuurgraad) speelt een belangrijke rol in de oplosbaarheid van voedingsstoffen. Als deze voldoende oplosbaar zijn in het bodemvocht kan de plant deze voedingsstoffen opnemen. De zuurgraad beïnvloedt mede de ontwikkeling en activiteit van het bodemleven. Bodemleven is belangrijk voor de afbraak van organische stof waardoor voedingsstoffen vrij komen. Op zure gronden kan de pH verhoogd worden door te bekalken.

Organische stof (humus) heeft vele, belangrijke functies in de bodem en heeft belangrijke invloed op de bodemvruchtbaarheid. Het verbetert de structuur, bevordert de bewerkbaarheid en verhoogt het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Het verhoogt de kationen omwisselcapaciteit van de bodem (CEC) waardoor de bodem meer kationen als kalium, calcium en magnesium kan vasthouden. De organische stof zelf bevat relevante mineralen als stikstof, fosfor en zwavel, die na afbraak van de organische stof beschikbaar komen (mineraliseren). De toevoer van vers organische materiaal stimuleert het bodemleven en kan de bodemweerbaarheid verhogen.

Het klei-humus complex of de CEC (Cation Exchange Capacity, bindingscapaciteit kleihumuscomplex) is een maat voor het vermogen van de bodem om nutriënten en water vast te houden en die gedurende het seizoen na te leveren. Een bodem met een hoge CEC kan meer positief geladen kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , etc) binden en heeft daarmee een hogere vruchtbaarheid dan een bodem met een lage CEC. In zandgronden wordt de CEC vrijwel volledig bepaald door de aanwezige organische stof en de pH en hebben daarom in het algemeen een lagere CEC dan kleigronden. De bezettingsgraad en de

grootte van de CEC bepalen hoeveel voedingsstoffen er kunnen worden nageleverd. Hoe hoger de bezettingsgraad of de CEC, hoe meer van deze voedingsstoffen kunnen worden nageleverd

Elementen

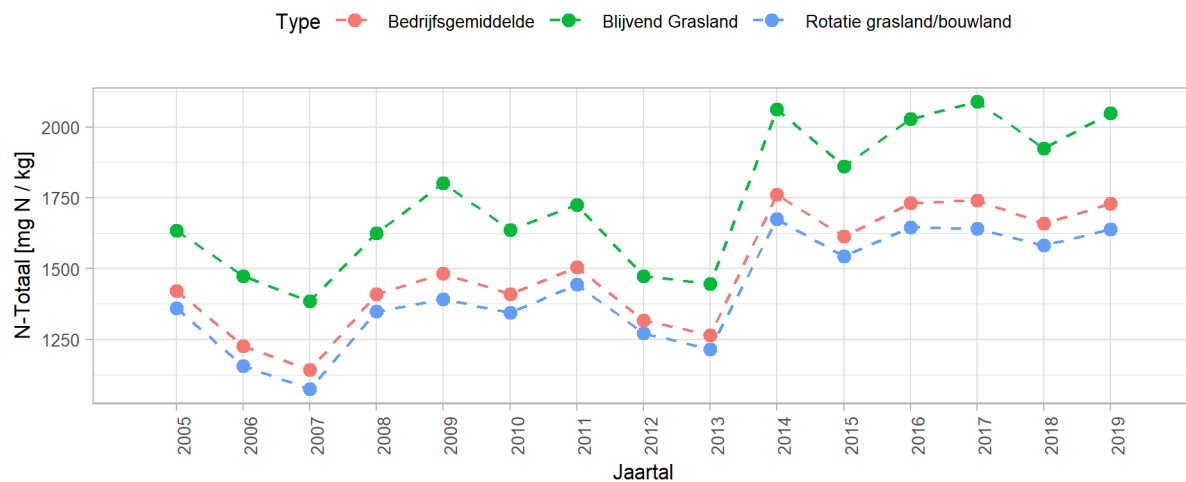
Planten nemen kalium op in de vorm van kalium ionen K^+ . Kalium is in opgeloste vorm en gebonden vorm (aan CEC) aanwezig in de grond. De K plant beschikbaar en (in mindere mate) K-bodemvoorraad zijn goed beïnvloedbaar door het bemesten met kalium. Planten nemen magnesium op in de vorm van het tweewaardige Mg^{2+} -ion. Op grasland heeft natrium een effect op de smakelijkheid van het gewas.

3. Resultaten

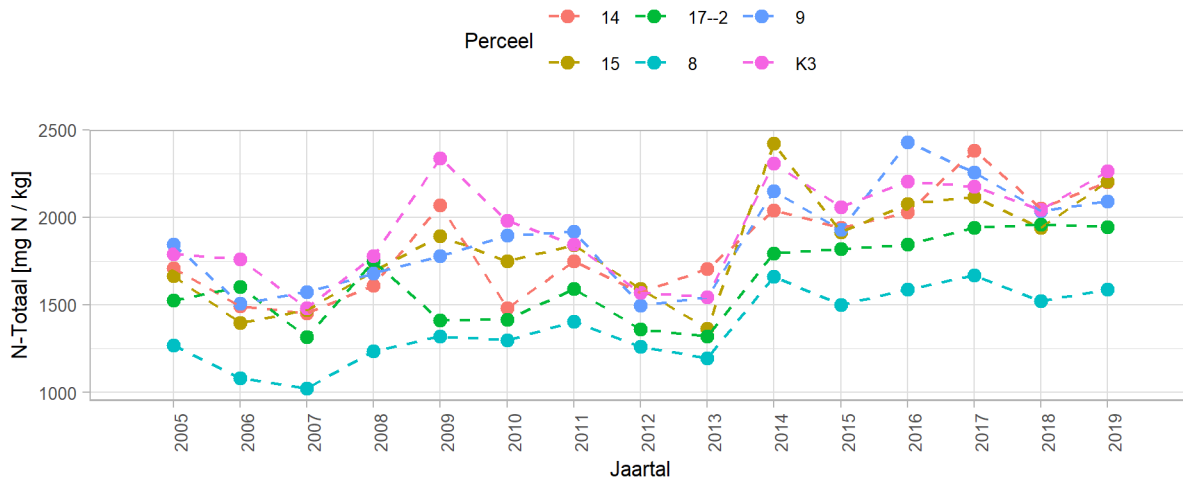
In deze paragraaf worden van de bodemparameters, zoals geïntroduceerd in het vorige deel, de resultaten weergegeven.

In figuur 3 wordt de parameter N-Totaal weergegeven op bedrijfsniveau en per gebruiksklasse. Blijvend grasland heeft duidelijk een hogere stikstofbodemvoorraad. De variatie door de tijd heen is constant, al is er een duidelijke toename in N-totaal over alle percelen in 2014. Figuur 4 laat het verloop van N-Totaal op de blijvend graslandpercelen zien. Deze grafiek laat zien dat de verschillen in N-Totaal tussen de percelen groot zijn.

Er zit een duidelijke 'knip' in de resultaten tussen 2013 en 2014 die mogelijk komt door een wijziging in de analysemethode.

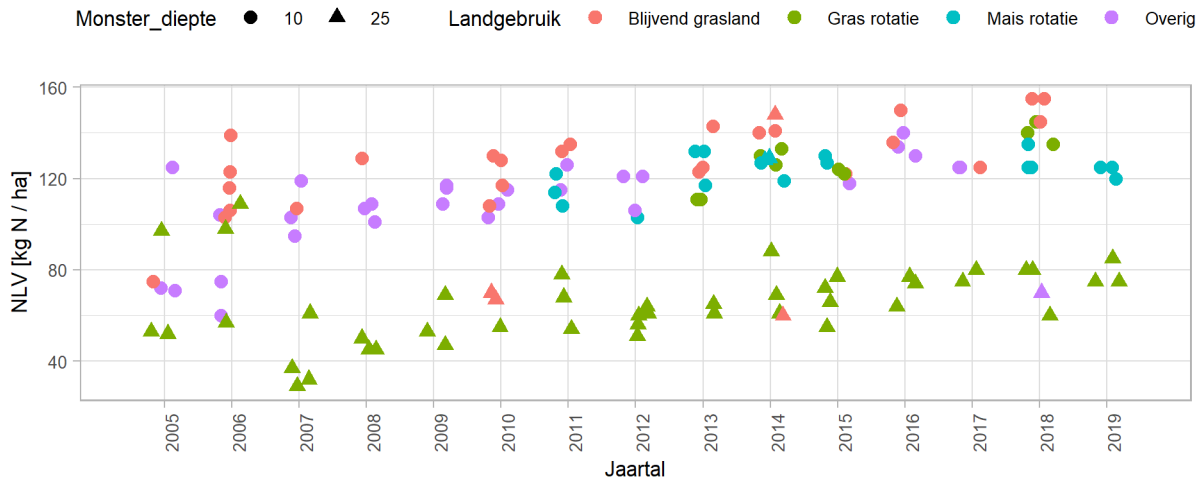


Figuur 3: Verloop van N-Totaal in de bodem door de jaren.



Figuur 4: Verloop van N-Totaal in de blijvend grasland percelen.

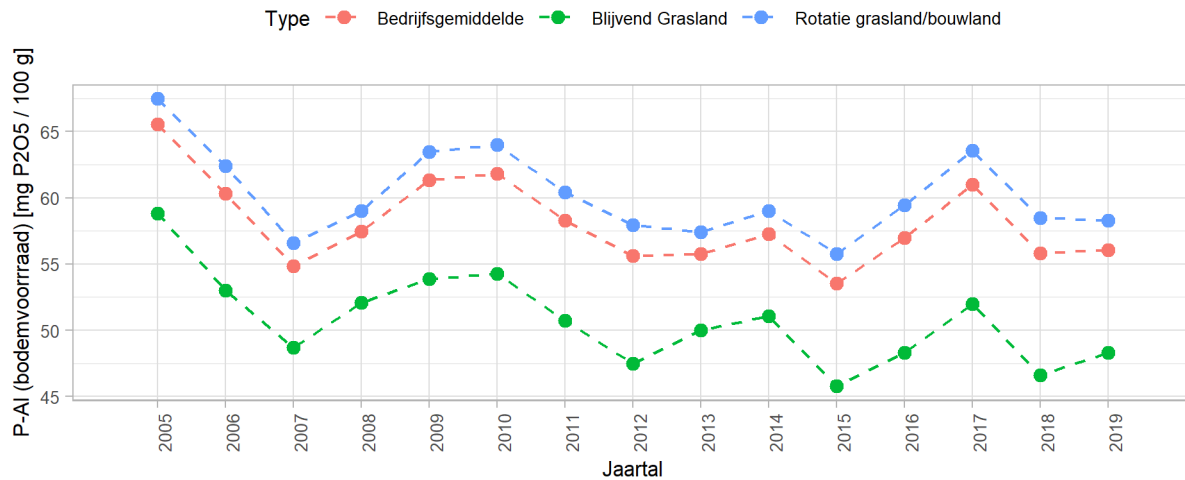
Figuur 5 laat het stikstof leverend vermogen (NLV) zien op alle perceelbemonsteringdata. Voor bijvoorbeeld de jaren 2009, 2012 en 2019 is geen van de percelen "blijvend grasland" bemonsterd. De grafiek laat duidelijk zien dat de resultaten van de twee bemonsteringsdieptes (10 en 25 cm) niet met elkaar vergeleken kunnen worden, er zit een duidelijk verschil in absolute niveaus tussen de twee metingen. Zo hebben de percelen "gras rotatie" structureel een laag NLV, maar dit lijkt voornamelijk het resultaat van de bemonsteringsdiepte. De gemiddelde NLV lijkt voor beide meetmethodes licht toe te nemen door de jaren heen. Figuur 5 laat geen plotse stijging in het NLV zien in het jaar 2014, zoals er wel een plotse stijging te zien was in de totale stikstofbodemvoorraad (figuur 3).



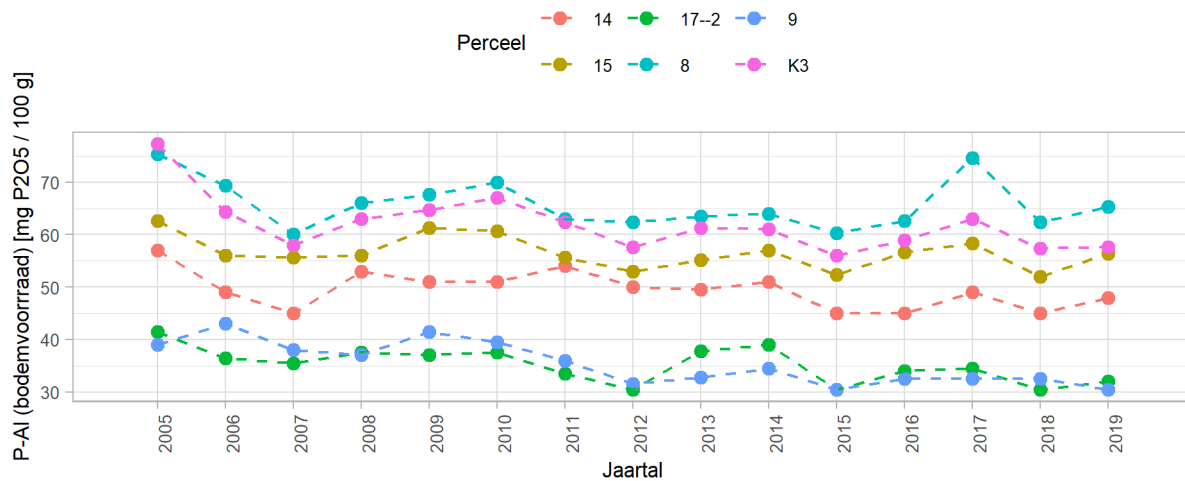
Figuur 5: Stikstofleverendvermogen (NLV) van de bemonsterde percelen door de jaren.

Het verloop van de parameter P-AI is weergegeven in figuur 6. Het P-AI getal laat geen trend zien maar schommelt wel door de jaren heen. Het P-AI niveau van blijvend grasland is een stuk minder vergeleken met de rotatiepercelen, al volgen ze wel het zelfde verloop door de jaren. Het verloop van P-AI op de percelen blijvend grasland is weergegeven in figuur 7. Het verloop op de percelen lijkt gecorreleerd met elkaar.

De fosfaatbemesting bestaat volledig uit dierlijke mest. Op de blijvend graslandpercelen komt minder drijfmest dan op de percelen in rotatie maar wel meer weidemest.

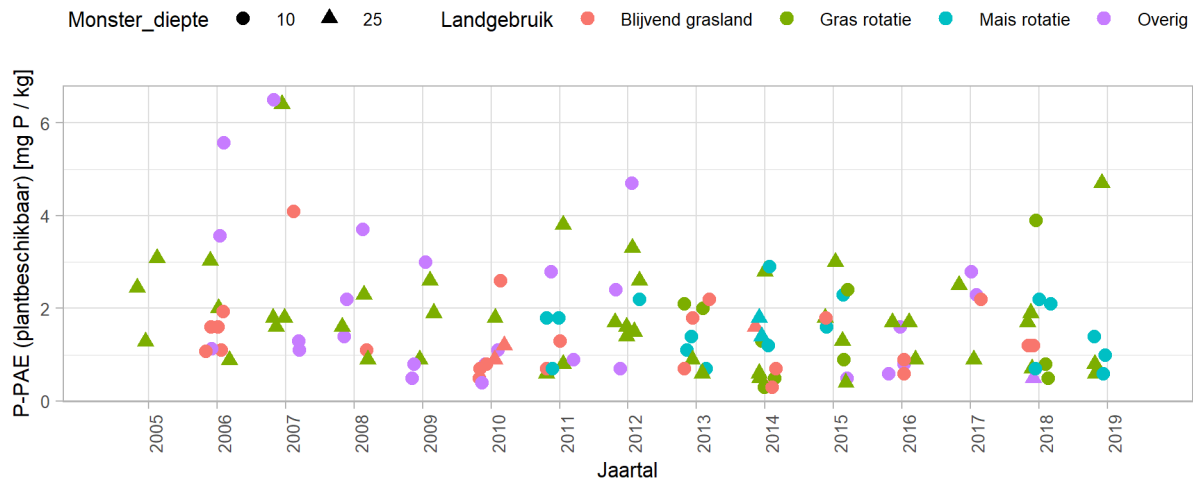


Figuur 6: Het verloop van P-AI op De Marke door de jaren.



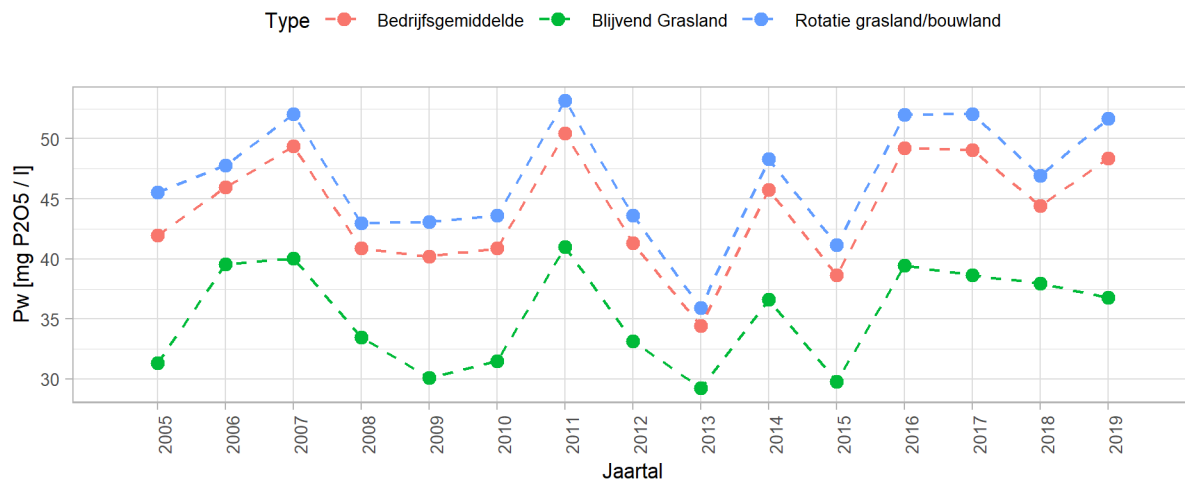
Figuur 7: Het verloop van P-AI op de percelen blijvend grasland op De Marke door de jaren.

Figuur 8 laat het verloop van P-PAE zien uit alle perceelbemonsteringdata. Er is geen effect van de bemonsteringdiepte in deze grafiek terug te zien. Na 2008 zit het gemiddelde P-PAE op 1,5.

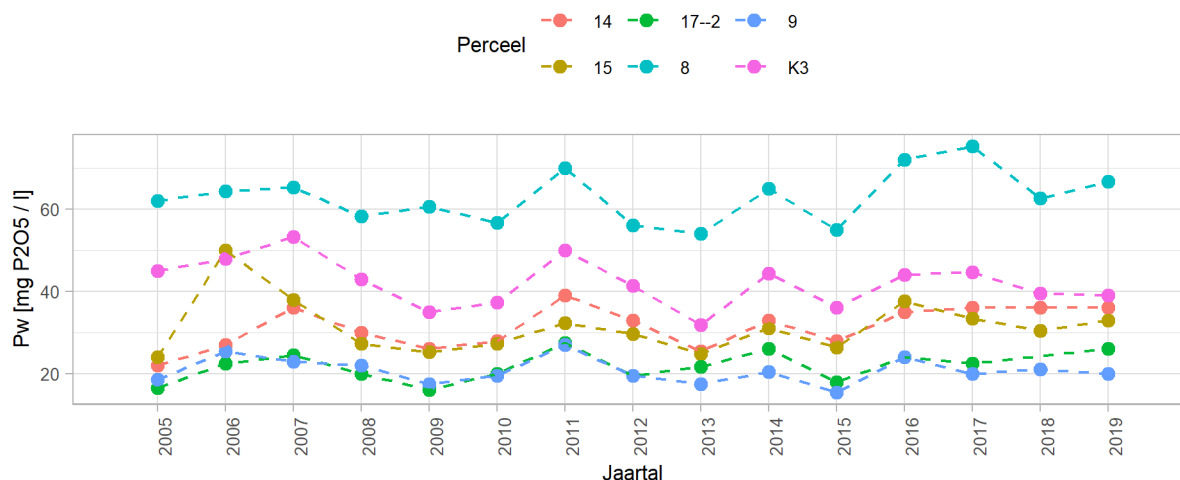


Figuur 8: Verloop van P-PAE door de jaren op De Marke.

Figuur 9 laat het verloop van het Pw-getal zien. De waardes variëren sterk door de jaren heen al is het Pw-getal op blijvend grasland altijd lager dan die op de percelen in de rotatie. Figuur 10 laat het verloop op de percelen blijvend grasland zien. De verschillen tussen de percelen zijn zeer groot door een verschillende voorgeschiedenis. Hoog gelegen en makkelijk bereikbare percelen hebben voordat De Marke de grond in gebruik naam meer dierlijke mest ontvangen dan de laag gelegen en minder goed bereikbare percelen.

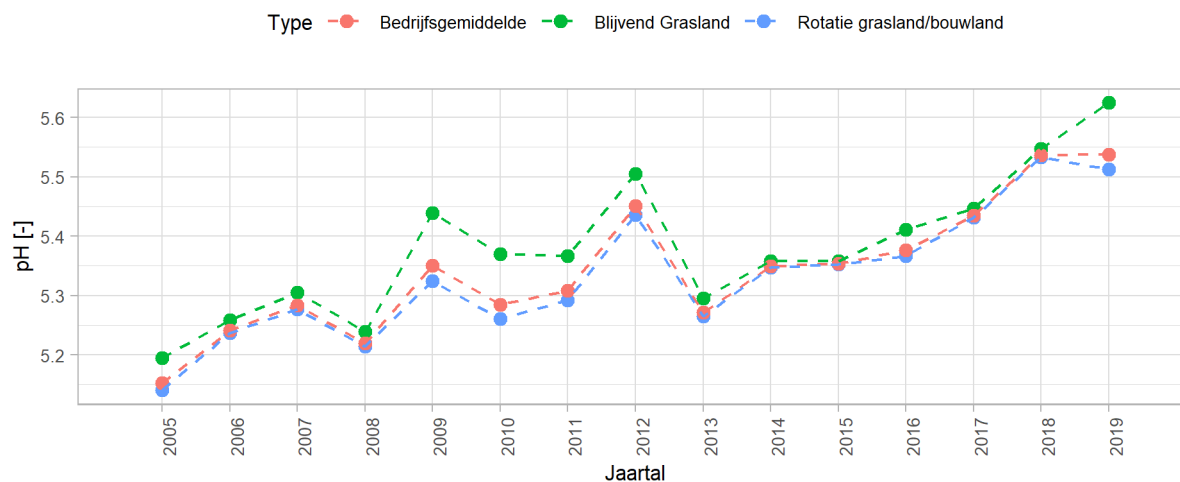


Figuur 9: Verloop van het Pw-getal door de jaren op De Marke.

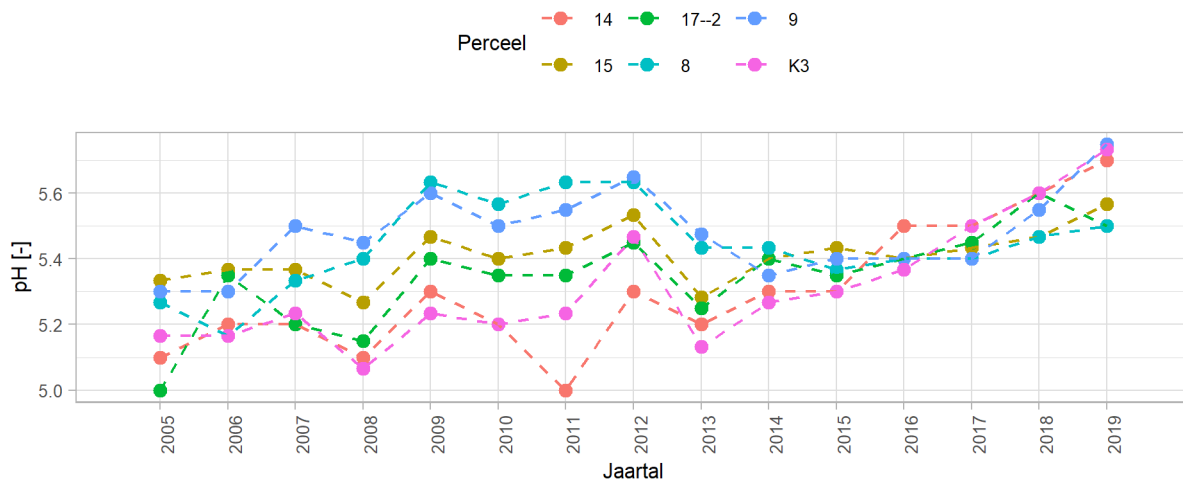


Figuur 10: Verloop van het Pw-getal op de percelen blijvend grasland.

Het verloop van de pH is weergegeven in figuur 11. De pH-waardes van beide grondgebruiken liggen dicht bij elkaar. De pH laat een duidelijke positieve trend zien. Vanaf 2013 is de pH geleidelijk verhoogd tot aan een gemiddelde van 5.5 in 2019. Deze stijgende lijn is duidelijk de uitkomst van het consequent bekalken op De Marke. Figuur 12 laat het verloop van de pH op de percelen blijvend grasland zien. Ook hier is duidelijk de positieve trend te zien over alle percelen. De spreiding was in de jaren 2005-2013 vrij groot, maar deze is vervolgens zeer beperkt geworden.



Figuur 11: Verloop van de pH door de jaren op de percelen van De Marke.

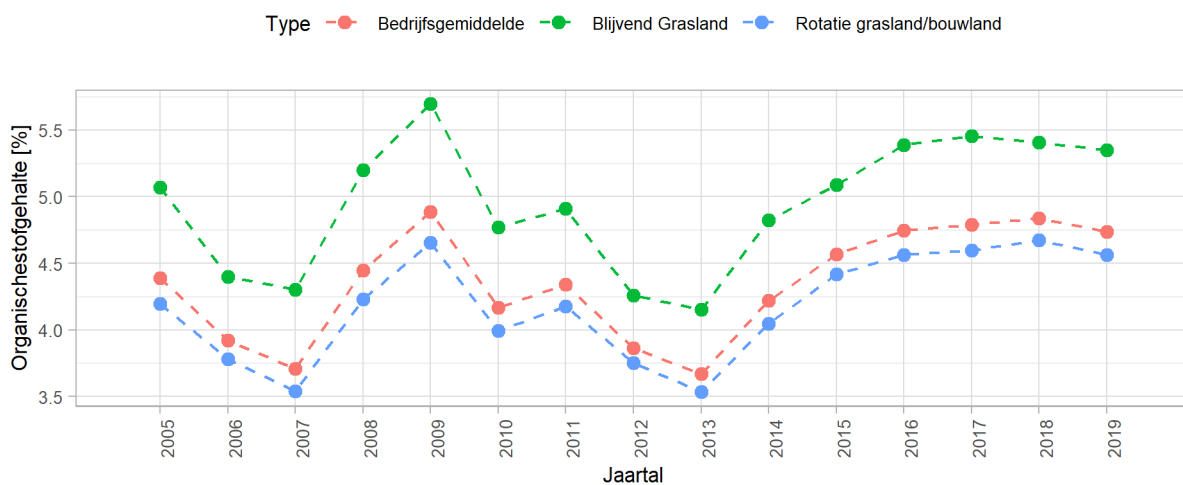


Figuur 12: Verloop van de pH over de percelen blijvend grasland op De Marke.

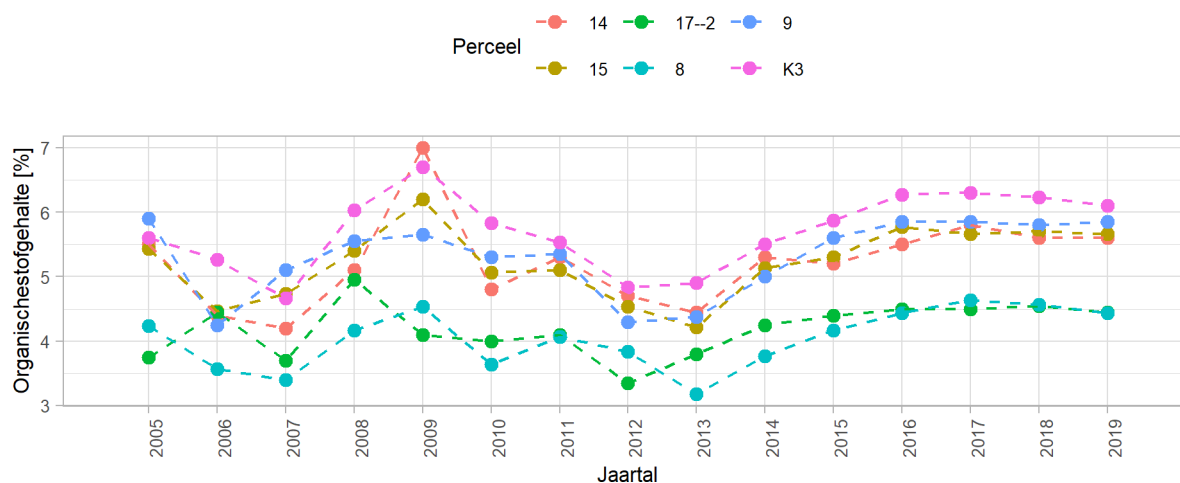
Figuur 13 geeft het verloop van het organische stofgehalte weer op De Marke. Omdat met digestaat minder organische stof naar een perceel wordt aangevoerd dan met drijfmest wordt vaak gedacht dat het organische stof gehalte in de bodem daalt.

De percelen blijvend grasland hebben structureel een hoger organische stofgehalte. In de periode 2007-2009 steeg op bedrijfsniveau het organische stofgehalte sterk tot wel bijna 5%, waarna het in 2013 onder de 4 % kwam. Vervolgens is het organische stofgehalte geleidelijk weer toegenomen tot bijna 5%. Figuur 14 laat zien dat enkele percelen blijvend grasland een organische stofgehalte van zo'n 6% hebben, maar dat er ook twee percelen zijn met aanzienlijk lagere gehalten; zo'n 4,5%.

Het vervangen van drijfmest door digestaat heeft op De Marke niet geleid tot een daling van het organische stofgehalte in de bodem.

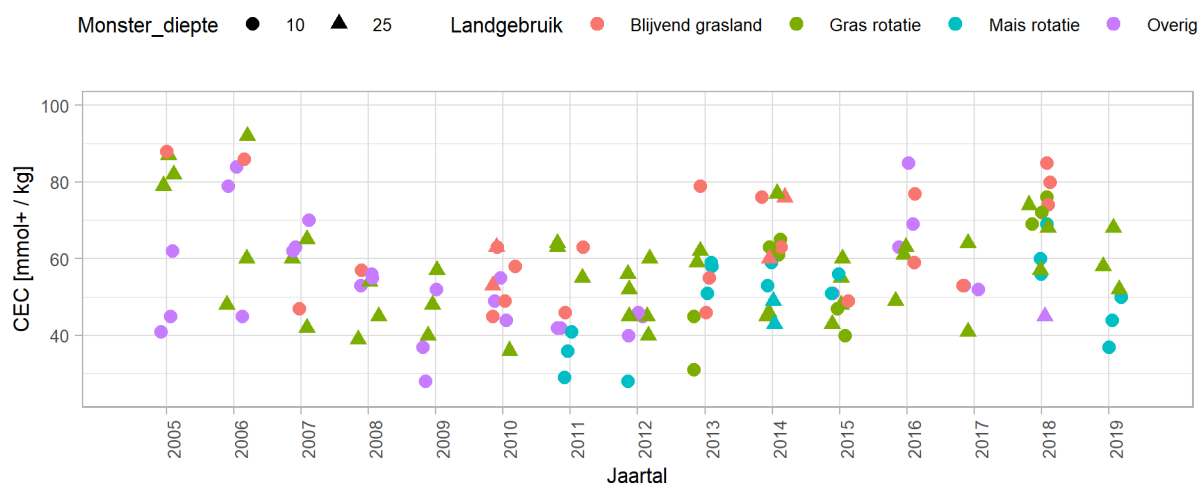


Figuur 13: Verloop van het organische stofgehalte op De Marke door de jaren.



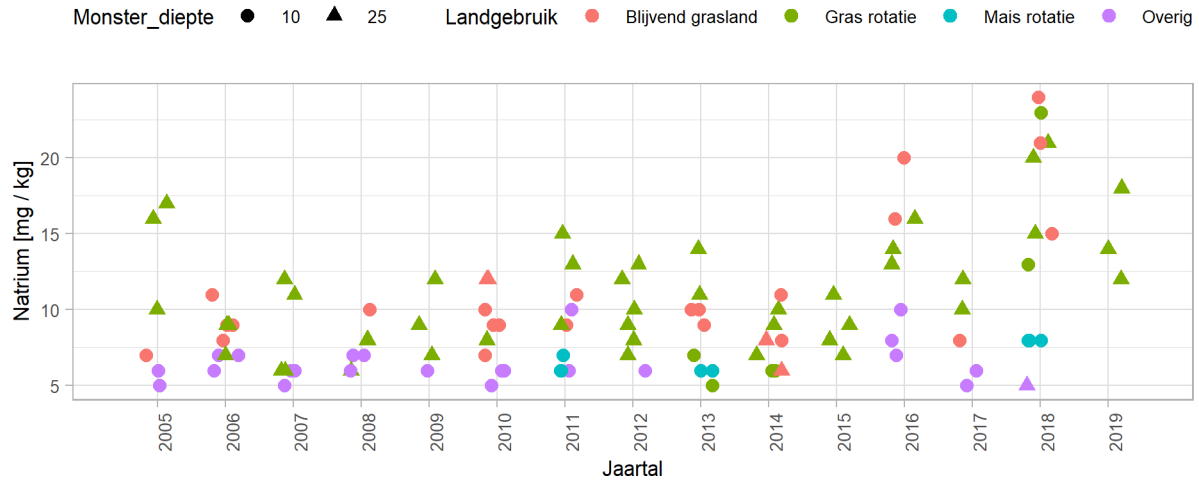
Figuur 14: Verloop van het organische stofgehalte op de percelen blijvend grasland op De Marke.

Figuur 15 laat het verloop van de CEC waardes door de tijd zien. Na een daling in de jaren 2005 – 2009 lijkt het gemiddelde niveau weer toe te nemen tot op het heden.

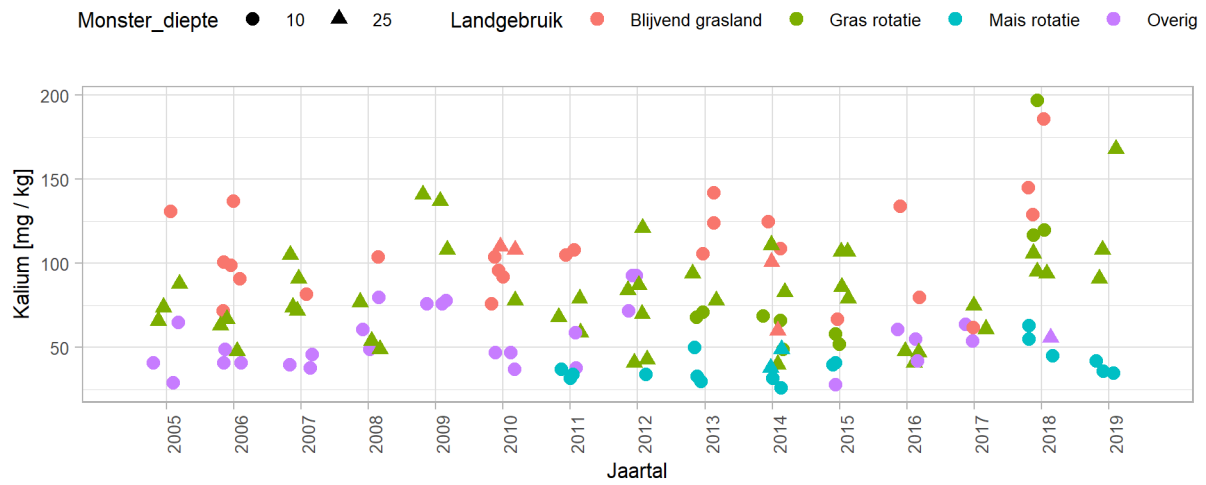


Figuur 15: Verloop van de CEC over de percelen van De Marke.

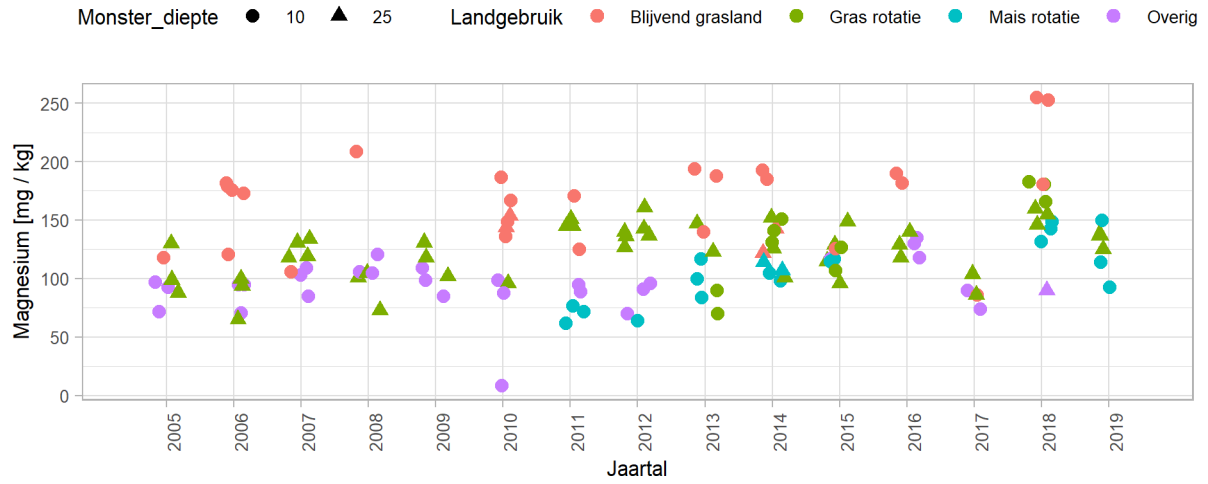
In de figuren 16 tot en met 18 is het verloop van de elementen Natrium, Kalium en Magnesium weergegeven. Het gehalte Natrium lijkt in de periode 2005-2015 vrij constant, maar vanaf 2016 komt er meer spreiding in de data en neemt het gemiddelde toe. Het gemiddelde gehaltenes Kalium en Magnesium in de bodem en de spreiding ervan lijkt constant door de jaren heen. De concentraties van de elementen in de bodem zijn bij de percelen (blijvend) grasland hoger dan bij de bouwlandpercelen.



Figuur 16: Verloop van het gehalte Natrium op de percelen van De Marke.



Figuur 179: Verloop van het gehalte Kalium op de percelen van De Marke.



Figuur 18: Verloop van het gehalte Magnesium op de percelen van De Marke.