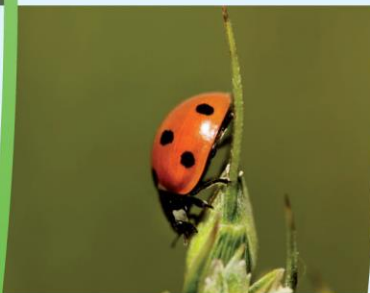


Soil for life

Rapport 1526.N.13

**Ontwikkeling
bodemvruchtbaarheid en
ruwvoer kwaliteit van
grasland in Nederland**



maart 2014

**Auteur(s) : ir. M.J.G. de Haas
 dr. ing. A.M.D. van Rotterdam-Los
 dr. ir. D.W. Bussink**

© 2014 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.

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	3
1. Inleiding en werkwijze	4
1.1 Doel van de studie	4
1.2 Werkwijze	4
2. Ontwikkeling bodemvruchtbaarheid en ruwvoerkwaliteit in Nederland	7
2.1 Ontwikkeling van bodemvruchtbaarheid per grondsoort	7
2.2 Ontwikkeling ruwvoerkwaliteit in Nederland	13
3. Ontwikkeling bodemvruchtbaarheid en ruwvoerkwaliteit per gebied.	15
3.1 Bouwhoek en Hogeland	16
3.2 Centraal Veehouderijgebied	18
3.3 Hollands/Utrechts weidegebied	20
3.4 IJsselmeerpolders	22
3.5 Noordelijk Weidegebied	24
3.6 Oostelijk Veehouderijgebied	26
3.7 Rivierengebied	28
3.8 Veenkoloniën en Oldambt	30
3.9 Waterland en Droogmakerijen	32
3.10 Westelijk Holland	34
3.11 Zuidelijk veehouderijgebied	36
3.12 Zuid-Limburg	38
3.13 Zuidwest-Brabant	40
3.14 Zuidwestelijk akkerbouwgebied	42
4. Samenvattende trends in Nederland en per landbouwgebied	44
4.1 Fosfaattoestand en beschikbaarheid	44
4.2 N-totaalgehalte, organische stofgehalte en CN-quotiënt	49
5. Conclusies en aanbevelingen	52
5.1 Conclusies	52
5.2 Aanbevelingen	52
Literatuur	53

Samenvatting en conclusies

Om het gebruik van meststoffen te beperken om zo nadelige gevolgen voor het milieu te beperken heeft de overheid gebruiksnormen ingesteld. Melkveehouders maken zich zorgen om de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid als gevolg van de invoering en regelmatige aanscherping van de gebruiksnormen. Regionaal zijn er verschillen in intensiteit van het grondgebruik en zijn er verschillen in grondsoorten. In opdracht van Productschap Zuivel is in deze studie na gegaan hoe de bodemvruchtbaarheid en voederwaardekwaliteit zich vanaf 2000 tot nu toe heeft ontwikkeld en wat de verschillen zijn tussen regio's. Hiervoor is een analyse uitgevoerd van de gegevens van het reguliere grond- en gewasonderzoek van BLGG AgroXpertus voor de periode 2000-2012. Per grondsoort op landelijk niveau en per LEI-gebied worden de gemiddelde bodemparameters direct beschikbaar fosfaat (P-PAE), totaal beschikbaar fosfaat (P-AL), N-totaaltoestand, organische stofgehalte, CN-quotiënt en pH gepresenteerd. Voor de ruwvoer kwaliteit worden voor Nederland en per LEI-gebied voor graskuil het fosforgehalte in het gras, ruw eiwitgehalte (RE), ruwe celstof (RC); en verteerbaarheidscoëfficiënt organische stof (VCOS) gepresenteerd. De belangrijkste conclusies zijn:

- De gemiddelde fosfaattoestand, op basis van zowel P-AL als P-PAE, te classificeren is als ruim voldoende tot hoog.
- In alle LEI-gebieden is een negatieve trend in direct beschikbaar P zoals gemeten met P-PAE. Deze trend is door het relatief klein aantal datapunten (2006-2012) en de spreiding tussen deze punten niet significant. De afname is significant voor de grondsoorten kleiig veen en lössgrond.
- In contrast met de dalende trend in direct beschikbaar P, laat het gemiddelde totaal beschikbaar P, zoals gemeten met P-AL in 9 van de 14 LEI-gebieden een significant stijgende trend zien. De trend is positief voor de grondsoorten zeelei, rivierklei, maasklei, veen en lössgrond. Voor de dekzanden, dalgronden en kleiig veen blijft P-AL onveranderd.
- Het gemiddelde P-gehalte in de graskuil is in 9 van de 14 LEI-gebieden significant gedaald met 0,4 g/kg ds tot 4,1 g/kg ds. In 5 gebieden is het gemiddelde P-gehalte (4,5 g/kg ds) niet veranderd. Dit zijn de gebieden waar ook P-AL niet veranderd.
- Het gemiddelde P-gehalte in de graskuil van gemiddeld 4,1 g/kg ds (in 2012) is ondanks de dalende trend nog steeds hoog.
- Een direct verband tussen verandering in fosfaattoestand (P-AL en P-PAE) en verandering in P-gehalte van de graskuil ontbreekt. Dit is te verwachten omdat P-gehalte van het gras niet alleen afhankelijk is van de fosfaattoestand van de grond maar ook van P-bemesting en ook van de factoren die de opbrengst bepalen zoals N-bemesting, vochtvoorziening en temperatuur. Zowel N als P bemesting zijn tussen 2000 en 2012 afgenomen.
- Er is een dalende trend in ruw-eiwitgehalte van de graskuil in alle 14 LEI-gebieden. Gemiddeld is het ruweiwitgehalte met 23 g RE/kg ds gedaald en bedraagt nu gemiddeld 152 g RE/kg ds.
- Ruwe celstof en VCOS zijn gemiddeld op een voldoende niveau en blijven in de periode 2000-2012 onveranderd.
- Zowel het gemiddelde organische stofgehalte, N-totaalgehalte als CN-quotiënt blijven onveranderd. Uitzondering zijn een afname in organische stof- en N-totaalgehalte en toename in CN in de zeelei van de IJsselmeerpolders en een toename in organische stofgehalte in de zeelei van Waterland en Droogmakerijen.
- Het verdient aanbeveling de dalende trend in direct beschikbare fosfaattoestand (P-PAE) van de grond en het gemiddelde P-gehalte in de graskuil te monitoren. Om hier goed op te kunnen anticiperen is het van belang de oorzaken van deze dalende trends in meer detail te onderzoeken.
- De ruweiwitgehalten zijn sterk gedaald. De vraag is of dit het gevolg is van alleen een teruggang in de bemesting of dat er ook andere oorzaken meespelen zoals een dalende NLV.

1. Inleiding en werkwijze

Melkveehouders maken zich zorgen om de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid als gevolg van de invoering van de gebruiksnormen en de regelmatige aanscherping van de gebruiksnormen. Men wil graag per regio weten of de bodemvruchtbaarheid (N-totaal (maat voor NLV), de fosfaattoestand (P-AL en P-PAE), organische stofgehalte en het CN-quotiënt) is gedaald. Dit is des te meer actueel nu er mogelijk extra stappen gezet gaan worden door het beleid bij de invulling van vijfde actieprogramma Nitraatrichtlijn. In de Kamerbrief van 8 mei (DGA-PAV/13041349) is weergegeven wat de inzet zal zijn. Het gevoerde beleid heeft er mogelijk ook toe geleid dat ook de stikstoflevering van gronden is gedaald. Naast een lagere bemesting zou dat een oorzaak kunnen zijn voor de daling van gehalten (P, eiwit, ruwe celstof en de verteringscoëfficiënt) in graskuilen sinds 2000.

Voor melkveehouders is het belangrijk om informatie te krijgen over de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid, de voederwaarde van graskuil en of deze direct met elkaar in verband staan. Immers, na de afschaffing van de melkquotering zal de vraag naar ruwvoer van goede kwaliteit toenemen. Een vruchtbare bodem is dan één van de randvoorwaarden voor hoge ruwvoerproducties en ruwvoer kwaliteit. Voor de melkveehouderijsector is het van groot belang dat de bodemvruchtbaarheid op peil blijft.

Regionaal zijn er verschillen in intensiteit van het grondgebruik en zijn er verschillen in grondsoorten. De vraag is dan ook of de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid regionaal verschilt of dat het beeld over Nederland min of meer gelijk is. Daarom is het van belang om de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid voor diverse regio's en grondsoorten overzichtelijk in beeld te brengen. Dat kan mede invloed hebben op toekomstig beleid met betrekking tot gebruiksnormen en tegelijkertijd handhaving van de bodemvruchtbaarheid.

1.1 Doel van de studie

Het doel van de studie is om na te gaan hoe:

- de bodemvruchtbaarheid zich vanaf 2000 tot nu toe heeft ontwikkeld en of er verschillen zijn tussen regio's; en
- de voederwaardekwaliteit zich heeft ontwikkeld vanaf 2000 tot nu toe en of er een relatie is met de bodemvruchtbaarheid in diezelfde regio.

De studie geeft inzicht in hoeverre er sprake is van een daling van de bodemvruchtbaarheid van grasland, hoe snel de daling heeft plaatsgevonden en of er een relatie is met de ontwikkeling van de voederwaarde van gras over de afgelopen jaren. Er wordt alleen indicatief ingegaan op de mogelijke achterliggende oorzaken van de trends; er zal geen gedetailleerde analyse van de resultaten plaatsvinden.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Zuivel.

1.2 Werkwijze

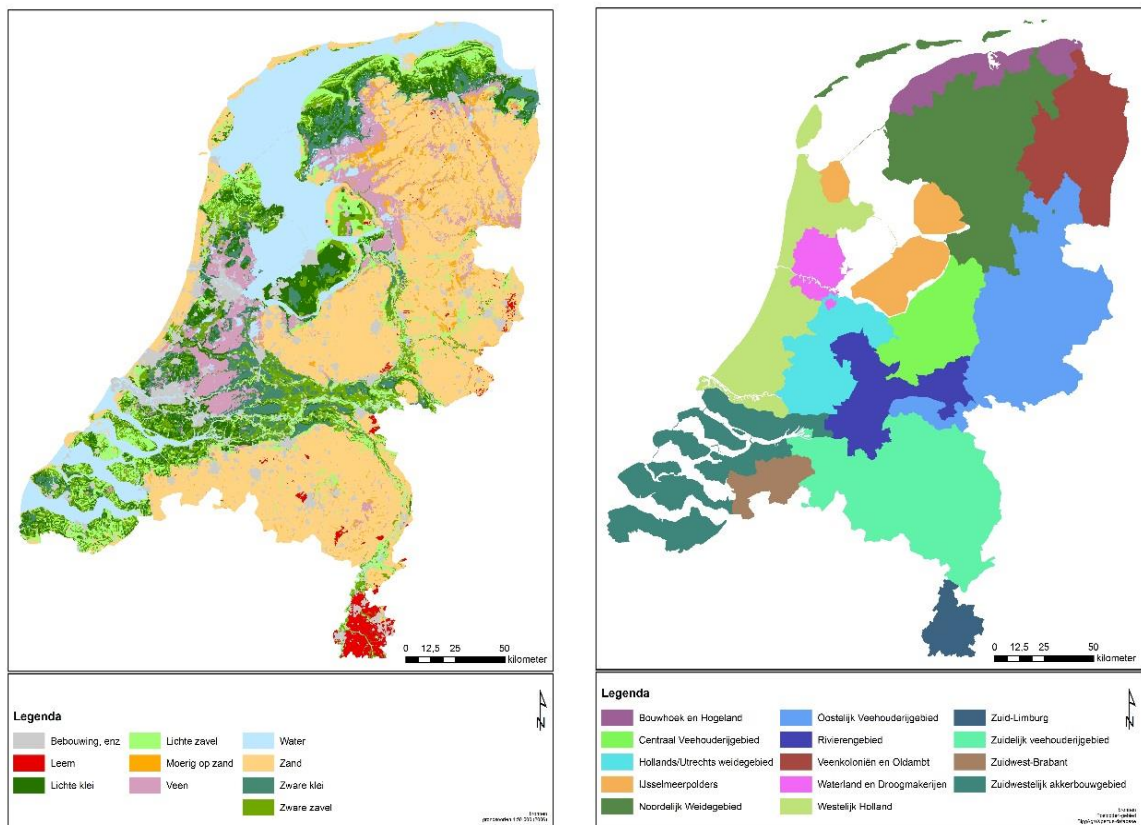
Voor de periode 2000-2012 wordt de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid van het grasland en ruwvoer kwaliteit van graskuilen gepresenteerd. De gegevens zijn afkomstig uit het databestand van BLGG AgroXpertus van het reguliere grond- en gewasonderzoek. Elk datapunt is een gemiddelde van alle grondmonsters die in dat jaar door BLGG AgroXpertus zijn gemeten.

De parameters voor bodemvruchtbaarheid en voor ruwvoer kwaliteit worden weergegeven voor:

- Voor Nederland per grondsoort (alleen voor de parameters voor bodemvruchtbaarheid); en
- Per LEI-landbouwgebied.

Per LEI-landbouwgebied (zie Figuur 1.1) vindt uitsplitsing plaats in twee grondsoorten: de meest voorkomende grondsoort en 'overige grondsoorten' waarin alle andere aanwezige grondsoorten worden gemiddeld. In deze verkennende studie wordt de volgende grondsoortindeling gehanteerd:

- zand (grondsoortcode 10);
- klei (grondsoortcode 20),
- rivierklei (grondsoort 40);
- maasklei (grondsoort 45);
- dalgrond (veenkoloniale grond; grondsoort 50);
- kleilig veen (grondsoort 60);
- veen, niet kleilig (grondsoort 62); en
- lössgrond (grondsoort 71).



Figuur 1.1 Grondsoorten (links) en indeling LEI-landbouwgebieden (rechts) in Nederland.

In dit onderzoek worden de volgende parameters voor bodemvruchtbaarheid van grasland bekeken:

- De direct beschikbare fosfaattoestand P-PAE (mg P/kg grond);
- De beschikbare fosfaattoestand P-AL (mg P₂O₅/100 g grond);
- N-totaaltoestand (mg N/kg grond) als maat voor het stikstof leverend vermogen (NLV);
- Het organische stofgehalte (%);
- Het CN-quotiënt (-); en
- Zuurgraad pH (-).

In verband met representativiteit van een jaargemiddelde is een jaar waarin er minder dan 100 monsters aanwezig zijn buiten beschouwing gelaten. Het direct beschikbare fosfaat (P-PAE) wordt sinds 2004-2005 bepaald. Niet in alle landbouwgebieden zijn er voor het jaar 2005 voldoende representatieve graslandmonsters beschikbaar om dat jaar als referentiejaar te laten dienen. In dit geval is voor een later referentiejaar gekozen, in de meeste gevallen 2006.

Voor de ruwvoer kwaliteit worden de volgende parameters voor graskuil bekeken:

- Het fosforgehalte in het gras (mg P/kg droge stof);
- Ruw eiwitgehalte RE (g RE/kg droge stof);
- Ruwe celstof RC (g RC/kg droge stof); en
- Verteerbaarheidscoëfficiënt organische stof VCOS (%).

De gegevens worden relatief weergegeven (index) waarbij het uitgangsjaar op 100 wordt gesteld. De indexering vindt plaats op basis van gemiddelde per jaar per LEI-landbouwgebied.

De ontwikkelingen in Nederland worden besproken per grondsoort en per LEI-landbouwgebied gekoppeld aan grondsoort. Een clustering voor heel Nederland is niet mogelijk omdat per jaar de samenstelling van de dataset te veel fluctueert. Bijvoorbeeld tussen 2000 en 2012 stijgt het aandeel veengronden in het totaal aantal monsters van 1,3% naar 3,8% in 2012, met een maximum van 6,9% in 2010. Omdat het N-totaalgehalte van veengronden veel hoger is dan het N-totaalgehalte van de andere grondsoorten zal daarmee het gemiddelde van Nederland als geheel ook stijgen.

Of de trend over de jaren statistisch significant is, is getoetst door middel van een t-toets. Daarvoor is een lineaire regressie uitgevoerd en is getoetst of de helling significant afwijkt van nul. Of een trend significant is wordt uitgedrukt met P (probability). Wanneer P kleiner is dan 0,05 dan kan met een waarschijnlijkheid van 95% worden geconcludeerd dat de helling afwijkt van nul. Hoe kleiner P hoe groter de zekerheid dat de helling inderdaad afwijkt van nul. Voor deze analyse is geen rekening gehouden met de fout binnen een jaar.

Een direct verband tussen bodemanalyse en kuilanalyse is niet mogelijk, onder andere omdat deze gegevens niet gekoppeld zijn vastgelegd. Door echter de figuren per regio voor bodemvruchtbaarheid en voederwaarde naast elkaar te presenteren krijgt men direct een indruk van de trend en het al dan niet aanwezig zijn van een relatie tussen de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid en de voederwaarde over de jaren.

2. Ontwikkeling bodemvruchtbaarheid en ruwvoerkwaliteit in Nederland

2.1 Ontwikkeling van bodemvruchtbaarheid per grondsoort

Voor de bodemparameters is er op landelijk niveau onderscheid gemaakt naar grondsoort. Daarbij is de indeling gebruikt zoals vermeld in paragraaf 1.2.

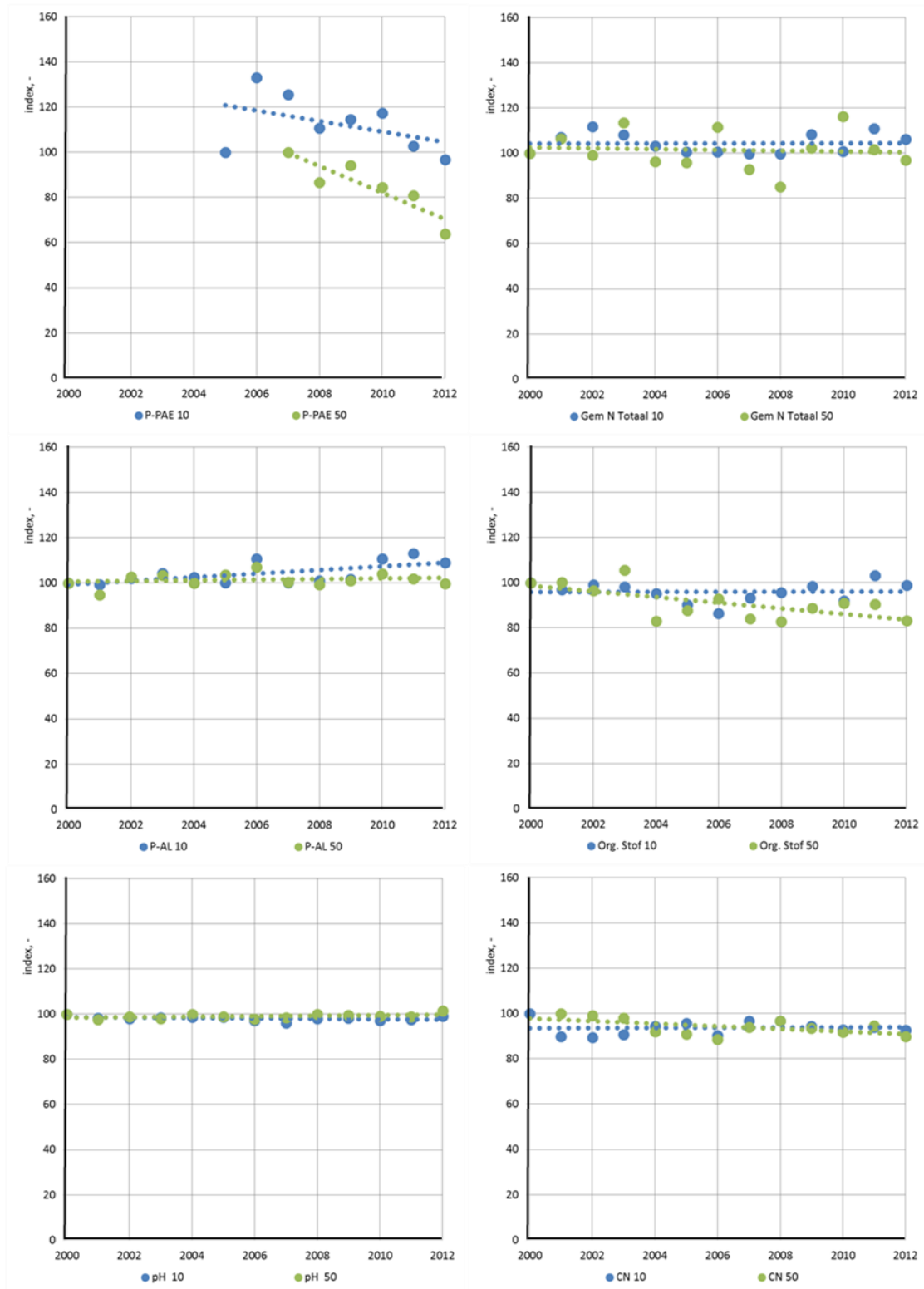
In Figuur 2.1 is voor zand- en dalgrond (respectievelijk grondsoort 10 en 50) de ontwikkeling van de zes bodemparameters weergegeven. De gemiddelde waarden van de verschillende parameters in het referentiejaar staan in Tabel 2.1.

Voor de parameters N-Totaal, CN-quotiënt en pH voor de zand- en dalgrond is de trend dat deze gelijk blijven ten opzichte van het referentiejaar. Voor zandgrond is het referentieniveau voor P-PAE 2,8 mg P/kg grond (referentiejaar 2005), zie Tabel 2.1. In verband met het beperkte aantal monsters in vooraf gaande jaren is voor dalgrond het referentiejaar 2007. De P-PAE-waarde voor dalgrond bedraagt voor het referentiejaar P-PAE 3,9 mg P/kg grond. Voor zowel zand- als dalgrond is er sprake van een dalende trend van P-PAE. Statistisch gezien is deze dalende trend niet significant. Het P-AL-getal voor zand- en dalgrond is in het referentiejaar 2000 voldoende tot hoog. Boven een P-AL-getal van 40 wordt geadviseerd om de bodemvruchtbaarheid in stand te houden. Op zandgrond (grondsoort 10) en dalgrond (grondsoort 50) blijft het P-AL-getal gelijk. De licht stijgende trend op zandgrond is niet significant. Het organische stofgehalte op dalgrond laat een significante ($P=0,01$), dalende trend zien met een relatief grote spreiding terwijl op zandgronden het organische stofgehalte gelijk blijft.

Tabel 2.1. Gemiddelde waarde van de bodemparameters voor zand- en dalgrond in het referentiejaar 2000.

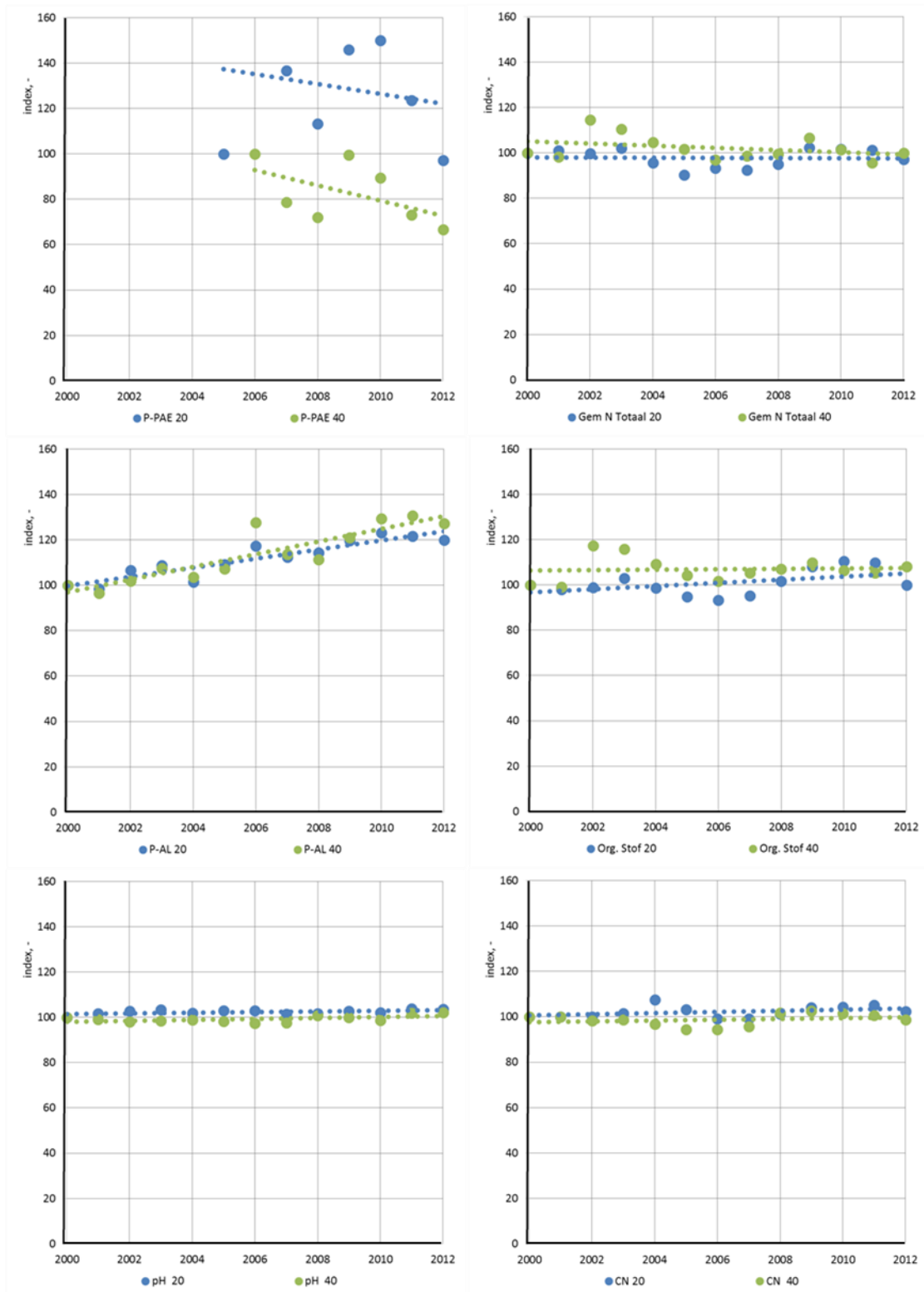
Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org.stof %	CN-quotiënt
Zandgrond (10)	46	2,8 (2005)	2319	6,4	16,5
Dalgrond (50)	37	3,9 (2007)	4106	13,1	19,1 (2001)

* Referentiejaar tussen haken weergegeven



Figuur 2.1 De ontwikkeling van P-PAE, P-AL, N-totaal, organische stof, pH en CN-gehalte gemiddeld voor zandgrond (grondsoort 10) en dalgrond (grondsoort 50) voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In Figuur 2.2 is de ontwikkeling van de zes bodemparameters voor de grondsoorten jonge zeeklei (grondsoort 20) en rivierklei (grondsoort 40) weergegeven. De gemiddelde waarden van de verschillende parameters in het referentiejaar staan in Tabel 2.2.



Figuur 2.2 De ontwikkeling van P-PAE, P-AL, N-totaal, organische stof, pH en CN-gehalte gemiddeld voor jonge zeekleigrond (grondsoort 20) en rivierkleigrond (grondsoort 40) voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

P-PAE vertoont voor beide grondsoorten een dalende trend maar voor beide kleigronden is door de flinke spreiding tussen de jaren de daling niet significant. Het P-AL-getal laat voor beide kleigronden een significante stijging zien. Het P-AL-getal in het referentiejaar is voor beide grondsoorten ruim voldoende. De gemiddelden voor N-totaal voor jonge zeelei en voor rivierkleigrond blijven gelijk. Het organische

stofgehalte blijft bij rivierkleigronden en zeekleigronden onveranderd ten opzichte van het indexjaar 2000. Het CN-quotiënt van de zeeklei is lager dan het CN-quotiënt van de rivierklei. Voor beide gronden geldt dat het CN-quotiënt op het zelfde niveau blijft. Ook de pH verandert in de periode 2000-2012 niet.

Tabel 2.2. Gemiddelde waarde van de bodemparameters voor zeeklei- en rivierkleigrond in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org.stof %	CN-quotiënt
zeekleigrond (20)	38	1,9 (2005)	5245	10,7	9,2 (2001)
rivierkleigrond (40)	33	2,8 (2006)	5336	10,3	7,0

* Referentiejaar tussen haken weergegeven

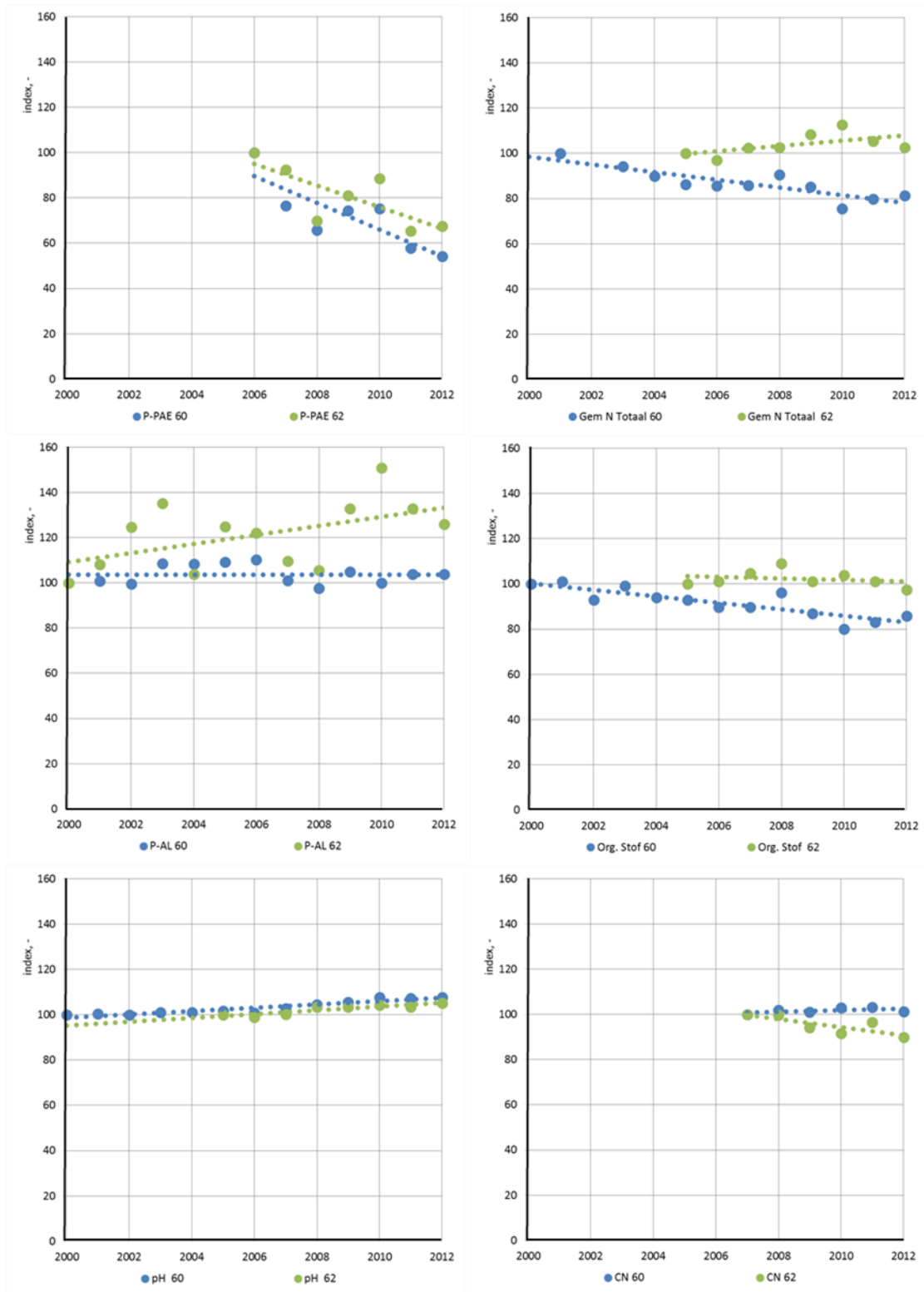
In Figuur 2.3 is voor kleiig veen (grondsoort 60) en veen (grondsoort 62; gronden met $\geq 25\%$ organische stof) de ontwikkeling van de verschillende parameters weergegeven. De gemiddelde waarden van de verschillende parameters in het referentiejaar staan in Tabel 2.3.

Het direct beschikbare fosfaat P-PAE laat voor beide grondsoorten een dalende trend zien (voor kleiig veen is $P=0,04$ en voor veen is $P=0,10$). Het P-PAE-getal in het referentiejaar 2006 is voor beide grondsoorten bijna gelijk, 2,1 en 2,2 mg P/kg grond voor respectievelijk grondsoort 60 (kleiig veen) en 62 (veen). Het P-AL-getal voor kleiig veen blijft op een gelijk niveau. Op veengrond is er sprake van een significant ($P<0,001$) stijgende trend. Het P-AL-getal in combinatie met P-PAE is voor beide grondsoorten voldoende tot ruim voldoende. Op kleiig veen is voor N-totaal en organische stof een significante ($P<0,005$) daling zichtbaar. Op veengrond blijven het N-totaal- en OS-gehalte gelijk. Voor zowel veen als kleiige veengronden laat de pH een significante ($P<0,001$) stijging zien van ongeveer 0,8% per jaar.

Tabel 2.3. Gemiddelde waarde van de bodemparameters voor kleiig veen en veen in het referentiejaar 2000.

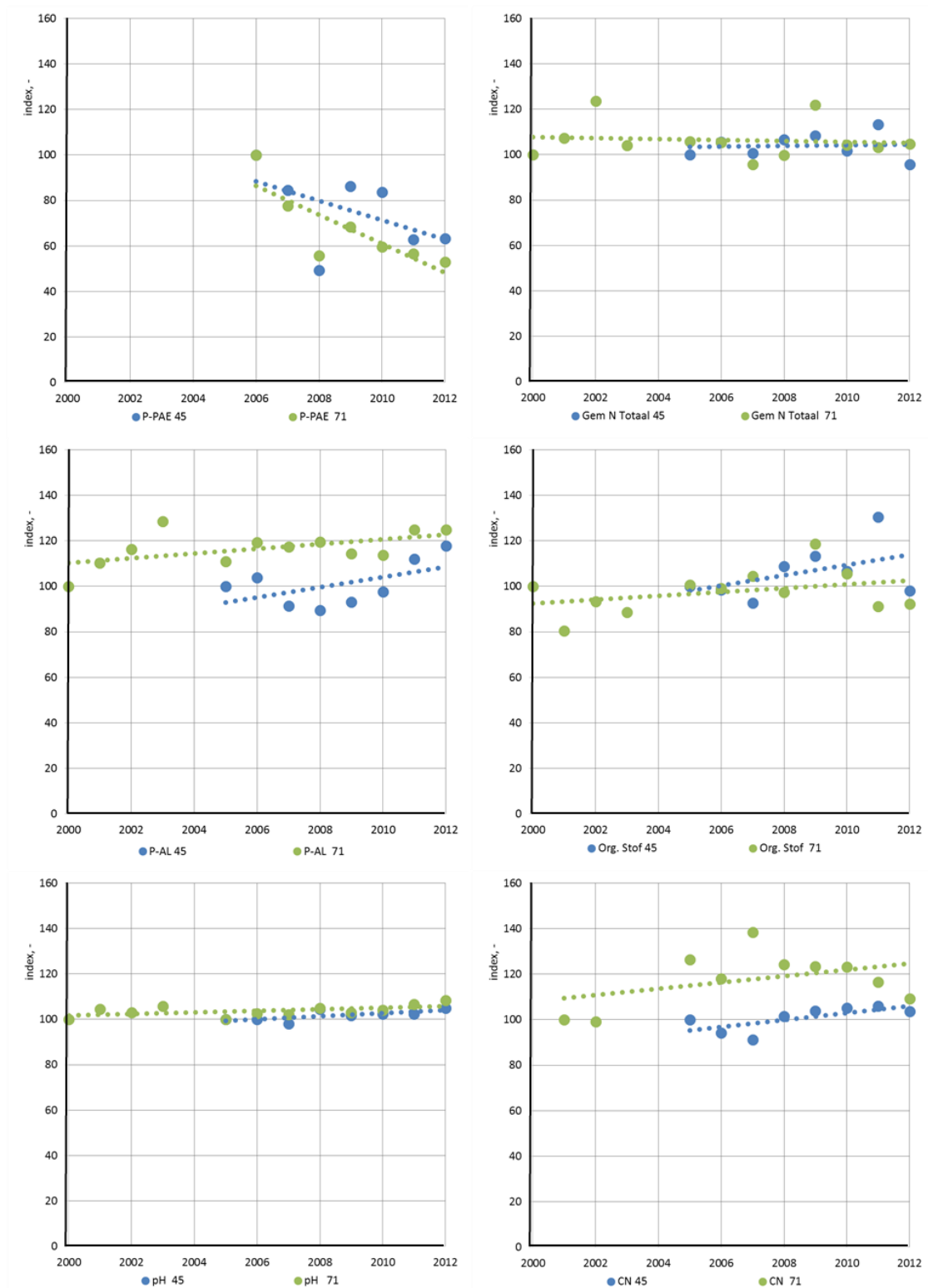
Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org.stof %	CN-quotiënt
Kleiig veen (60)	37	2,2 (2006)	13171 (2001)	29,0	11,3 (2007)
Veengrond (niet kleiig) (62)	30	2,1 (2006)	10795 (2005)	35,8 (2005)	13,3 (2007)

* Referentiejaar tussen haken weergegeven



Figuur 2.3 De ontwikkeling van P-PAE, P-AL, N-totaal, organische stof, pH en CN-gehalte gemiddeld voor kleiig veen (grondsoort 60) en veen (niet kleiig) (grondsoort 62) voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Voor de grondsoorten maasklei (grondsoort 45) en löss (grondsoort 71) zijn de resultaten weergegeven in Figuur 2.4. De gemiddelde waarden voor het referentiejaar zijn in Tabel 2.4 opgenomen.



Figuur 2.4 De ontwikkeling van P-PAE, P-AL, Ntotaal, organische stof, pH en CN-gehalte gemiddeld voor maasklei (grondsoort 45) en löss (grondsoort 71) voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Door de beperkte hoeveelheid monsters voor met name voor maasklei zijn niet voor alle grondparameters voor de gehele periode gegevens bruikbaar. Er is sprake van een relatief grote jaarlijkse variatie. Zowel voor löss als voor maasklei is sprake van een dalende trend van P-PAE. Voor

löss is deze daling significant ($P=0,03$), terwijl voor maasklei de daling niet significant is. Voor zowel maasklei als löss is sprake van een significant ($P=0,04$) stijgende trend in P-AL-gehalte. Het N-totaalgehalte blijft voor beide grondsoorten ongeveer gelijk. Het organische stofgehalte van maasklei laat een significant ($P=0,02$) stijgende trend zien. Voor lössgrond blijft het organische stofgehalte gelijk en is er een grote spreiding tussen de jaren. Het CN-quotiënt stijgt significant ($P=0,004$) voor lössgrond en blijft gelijk voor maaskleigronden. De pH laat voor beide grondsoorten een significante ($P<0,002$) stijging zien.

Tabel 2.4. Gemiddelde waarde van de bodemparameters voor maasklei en löss in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P_2O_5 /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org.stof %	CN-quotiënt
Maasklei (45)	36 (2005)	2,9 (2006)	3484 (2005)	6,9 (2005)	8,5 (2005)
Löss (71)	29	3,5 (2006)	2494	6,2	8,8 (2001)

* Referentiejaar tussen haken weergegeven

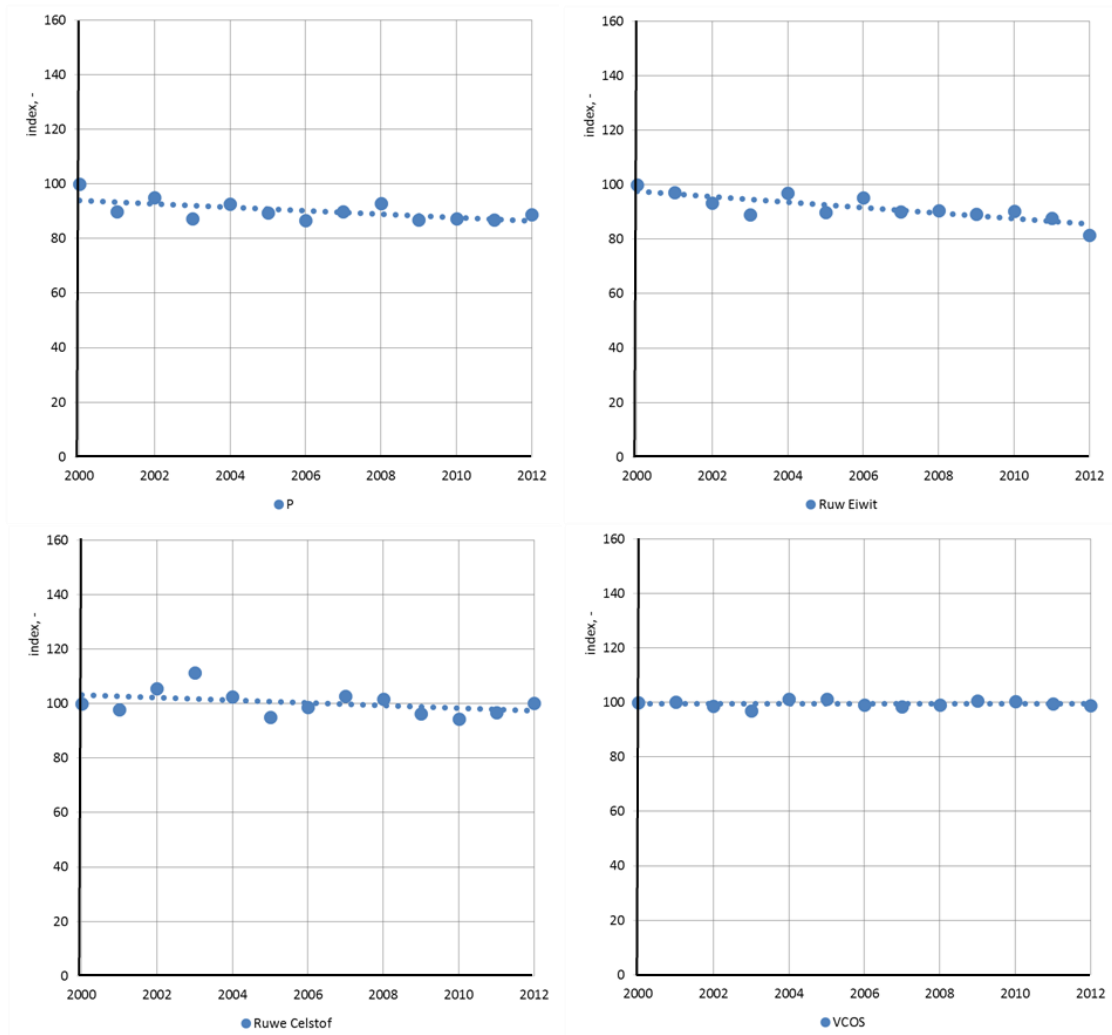
2.2 Ontwikkeling ruwvoer kwaliteit in Nederland

In Figuur 2.5 is de ontwikkeling van enkele kwaliteitsparameters van graskuil weergegeven voor de periode 2000-2012. De waarden van het referentiejaar 2000 zijn in onderstaande Tabel 2.5 opgenomen.

Tabel 2.5. Gemiddelde waarde van de ruwvoerparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Alle	178,7	255,7	76,1	4,5

Het gemiddelde ruweiwitgehalte in het referentiejaar ligt midden in het streeftraject (globaal streeftraject 160-190 g RE/kg ds). Het gemiddelde P-gehalte lag in het referentiejaar aan de bovenkant van het streeftraject (streeftraject 3-4,5 g P/kg ds). De trendlijnen voor het ruw eiwitgehalte en het P-gehalte over 2000-2012 laten een daling zien. Het ruw eiwitgehalte daalt over deze periode met meer dan 10% tot ongeveer 150 g/kg ds. Het P-gehalte is met minder dan 10% gedaald en bedraagt nu gemiddeld 4,0-4,1 g/kg ds. Het gehalte ruwe celstof en de VCOS blijven op een gelijk niveau.



Figuur 2.5 De ontwikkeling van het gehalte P, ruw eiwit (RE), ruwe celstof (RC) en verteerbaarheid organische stof (VCOS) van graskuilen in Nederland voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

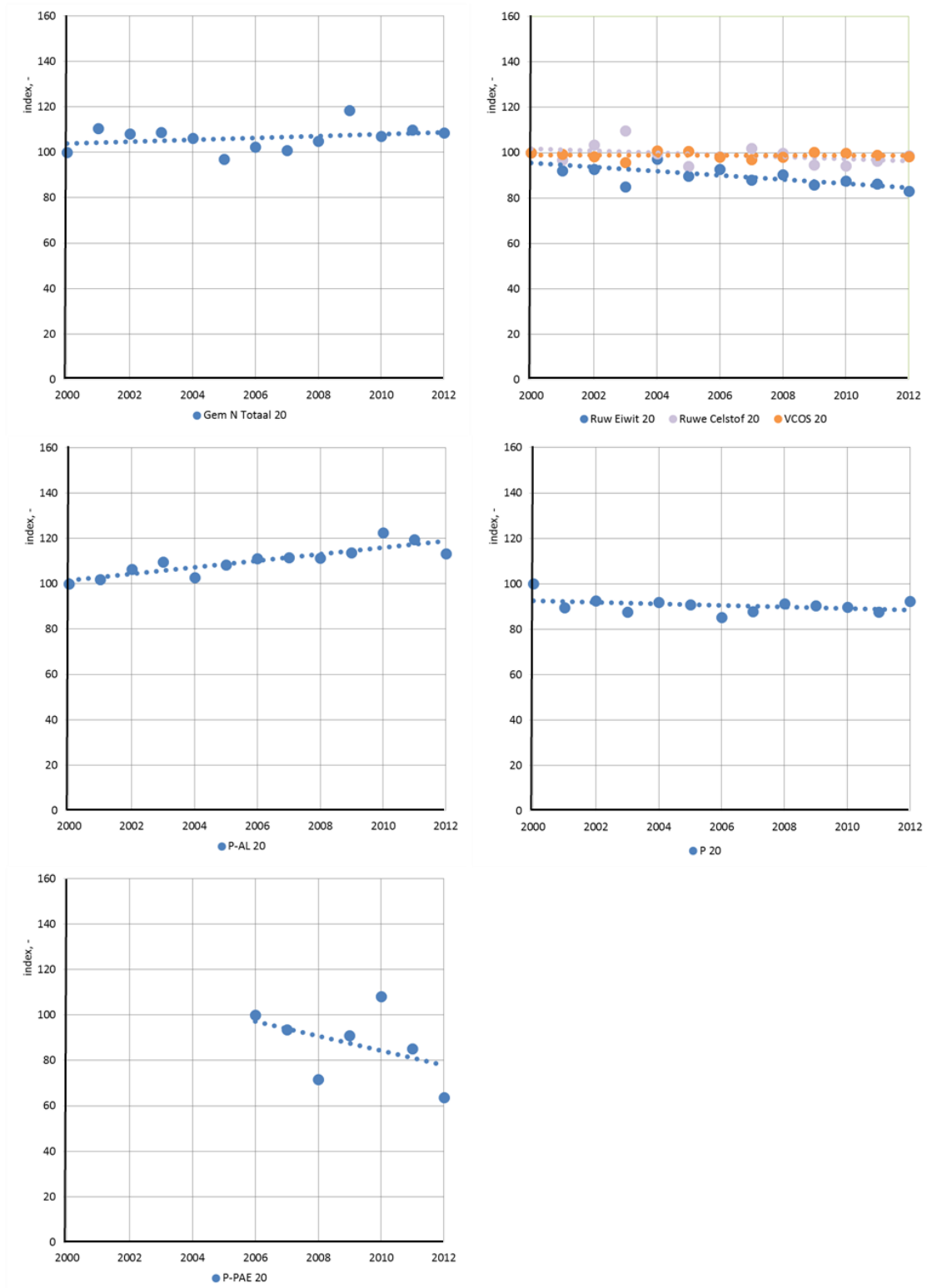
3. Ontwikkeling bodemvruchtbaarheid en ruwvoer kwaliteit per gebied.

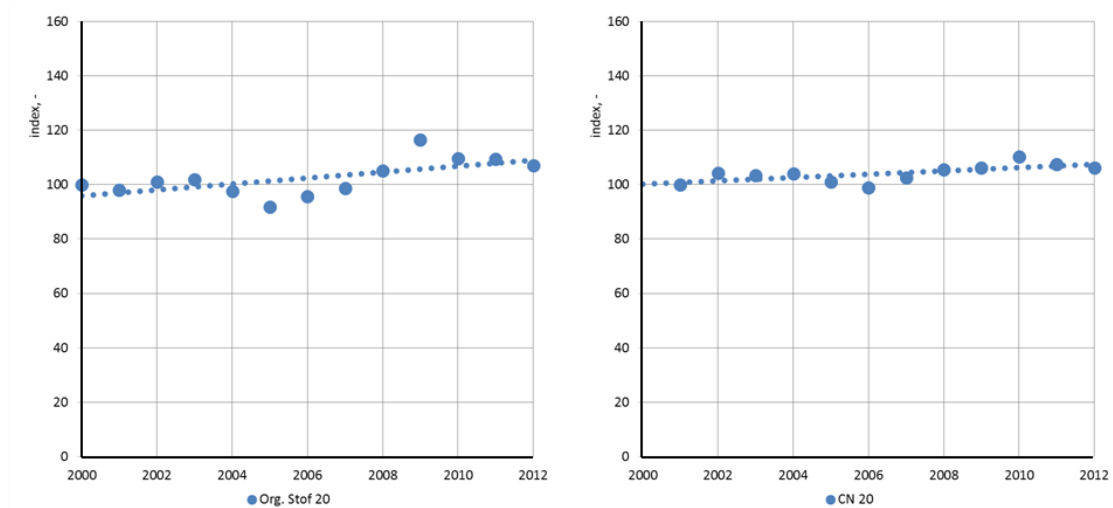
Per landbouwgebied worden de gemiddelde van de grond- en gewasparameters gerapporteerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de overheersende grondsoort en de overige grondsoorten. Het aandeel van overheersende grondsoort en overige grondsoorten varieert sterk tussen de landbouwgebieden. In sommige landbouwgebieden is het aandeel overige grondsoorten hoog. Dit aandeel kan een belangrijke rol spelen in de trends. Het zijn met name de landbouwgebieden Hollands Utrechts weidegebied, Noordelijk weidegebied, Veenkoloniën en Oldambt, Waterland en Droogmakerijen en Westelijk Holland die een heterogene samenstelling hebben.

Tabel 3.1. Aandeel aan monsters van de overheersende grondsoort en overige grondsoorten per landbouwgebied, %.

	Overheersende grondsoort en -code	Aandeel overheersende grondsoort	Aandeel overige grondsoorten
Bouwhoek en Hogeland	Zeeklei, 20	97	3
Centraal Veehouderijgebied	Zand, 10	82	18
Hollands Utrechts weidegebied	Kleiig veen, 60	53	47
IJsselmeerpolders	Zeeklei, 20	74	26
Noordelijk Weidegebied	Zand, 10	48	52
Oostelijk Veehouderijgebied	Zand, 10	83	17
Rivierengebied	Rivierklei, 40	77	23
Veenkoloniën en Oldambt	Zand, 10	60	40
Waterland en Droogmakerijen	Zeeklei, 20	46	54
Westelijk Holland	Zeeklei, 20	62	38
Zuidelijk veehouderijgebied	Zand, 10	88	12
Zuid-Limburg	Löss, 71	90	10
Zuidwest-Brabant	Zand, 10	87	13
Zuidwestelijk akkerbouwgebied	Zeeklei, 20	82	18

3.1 *Bouwhoek en Hogeland*





Figuur 3.1. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor Bouwhoek en Hogeland voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In dit landbouwgebied is zeeklei (code 20) de meest overheersende grondsoort. Van de andere grondsoorten zijn te weinig monsters beschikbaar om een betrouwbaar beeld weer te geven. In 2005, 2006 en 2009 is het grootste aantal monsters genomen.

Tabel 3.2. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Zeeklei	169	263	77,1	4,5

Tabel 3.3. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Zeeklei	40,7	3,9	3800,0	7,7	8,4

*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

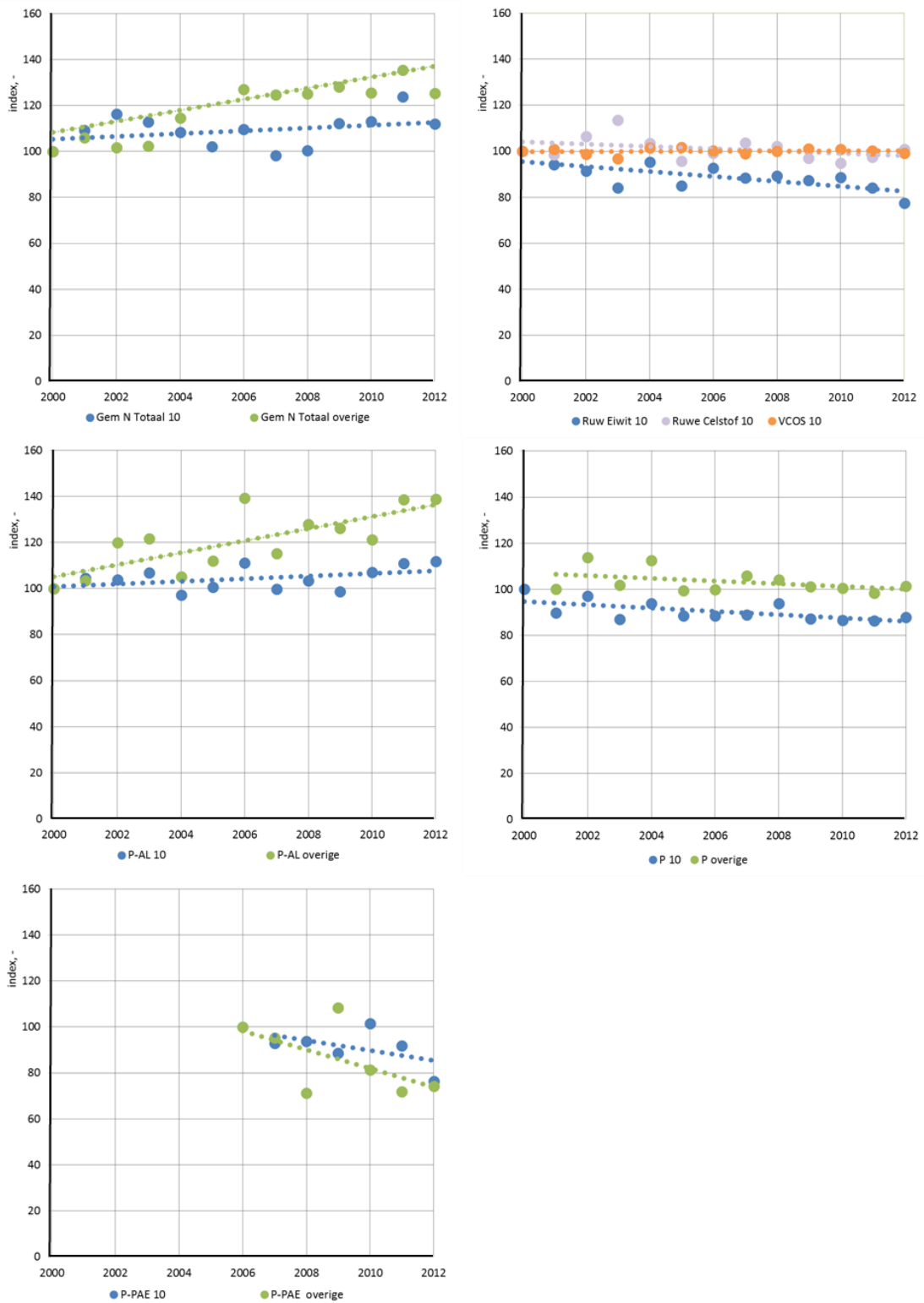
Het P-AL-getal is ruim voldoende in het referentiejaar. In de daaropvolgende jaren laat P-AL een significant ($P < 0,001$) stijgende trend zien. Het P-PAE-getal laat een dalende trend zien. Deze is niet significant. Het P-gehalte in kuilgras is in het referentiejaar hoog. De dalende trend in het P-gehalte is echter niet significant.

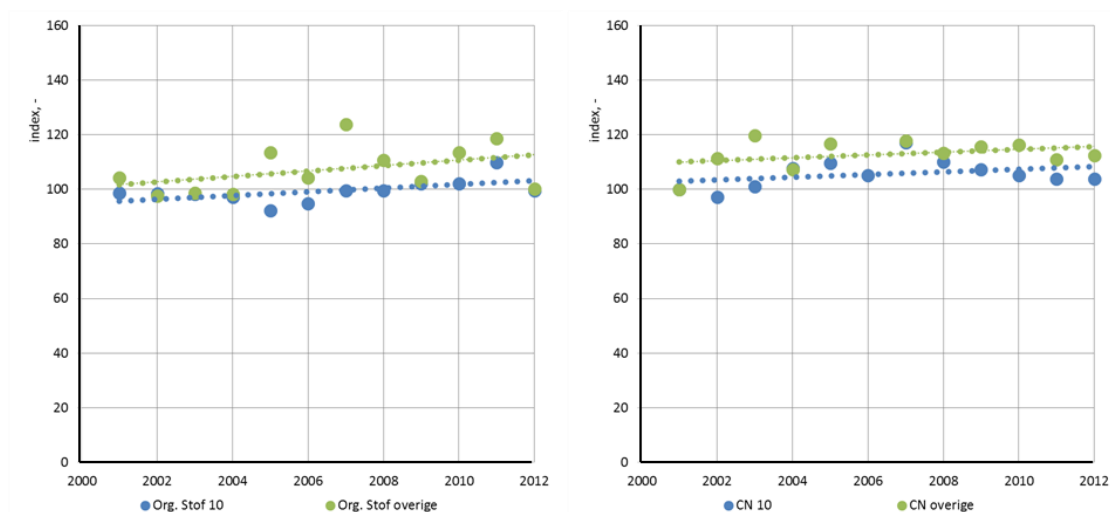
Het N-totaalgehalte blijft gelijk. Er zijn vrij grote schommelingen tussen jaren af te lezen. Het ruw eiwitgehalte is in het referentiejaar niet heel hoog en neemt in de jaren daarna significant ($P = 0,003$) af.

Het ruwe celstofgehalte ligt boven de streefwaarde van 230 tot 260 g/kg ds. Dit heeft vaak een lager VCOS-gehalte tot gevolg. Deze ligt echter boven de streefwaarde van $>76\%$. In de periode na het referentiejaar blijven deze parameters onveranderd.

In het referentiejaar is het organische stofgehalte 7,7%. Dit kan als humeus gekenmerkt worden. In de jaren daarna wordt voor zowel organisch stof als het CN-quotiënt een licht stijgende, niet significante, trend waargenomen.

3.2 Centraal Veehouderijgebied





Figuur 3.2. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Centraal Veehouderijgebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Dekzand (code 10) is de meest voorkomende grondsoort in het centraal veehouderijgebied. In de jaren 2006, 2009 en 2011 zijn het grootste aantal monsters genomen.

Tabel 3.4. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	180	252	76,1	4,7

Tabel 3.5. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

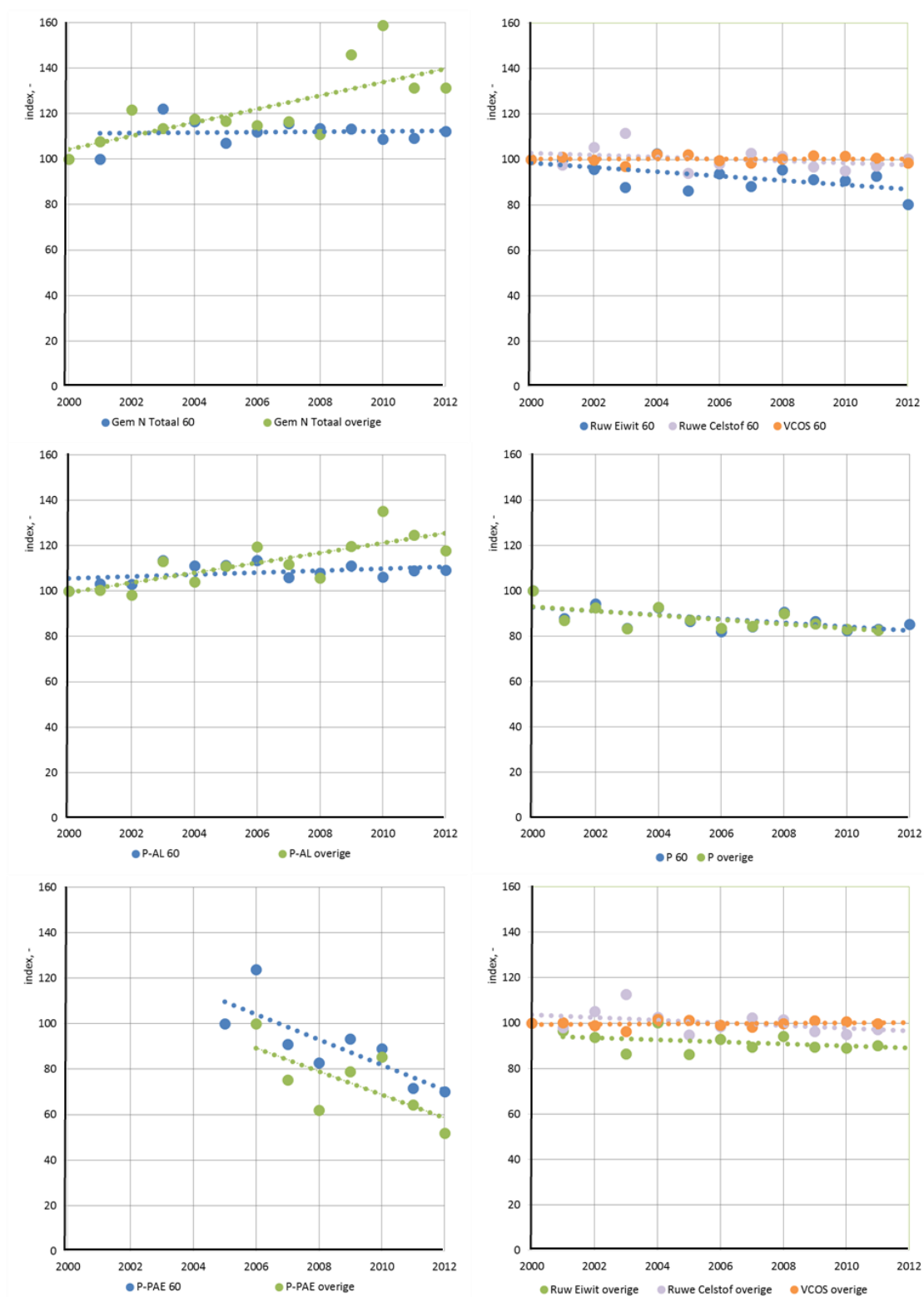
Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. Stof** %	CN-quotiënt**
Dekzand	64,5	5,5	2150,2	5,5	13,8
Overige	31,4	2,0	4398,4	10,3	8,7

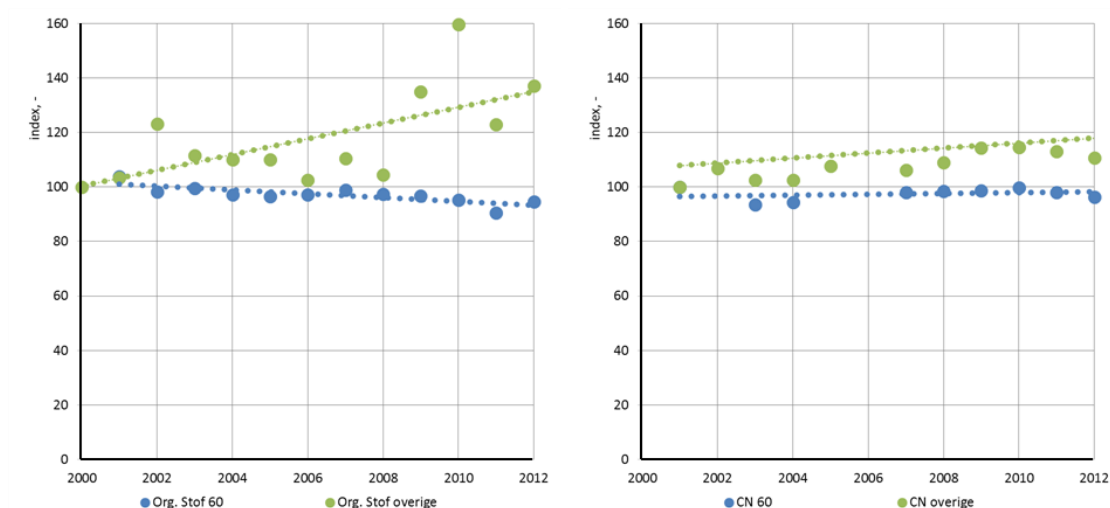
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

De fosfaatkengetallen zijn hoog in het referentiejaar. Deze gemiddelde kengetallen voor dit gebied liggen op het hoogste niveau ten opzichte van de andere landbouwgebieden. Het P-AL-getal blijft in de daaropvolgende jaren op gelijk niveau. Op de overige grondsoorten in dit gebied neemt het P-AL-getal significant ($P < 0,001$) toe. Het P-PAE-getal laat een, niet significante, dalende trend zien. Het P-gehalte in kuilgras laat een dalende trend zien ($P = 0,01$) voor beide grondsoorten.

Het N-totaalgehalte blijft op gelijk niveau, hoewel er sprake is van een grote spreiding tussen jaren. Op de overige grondsoorten neemt het N-totaal gehalte significant ($P < 0,001$) toe. Voor de overige grondsoorten valt in 2005 de waarde van N-totaal buiten het bereik van de grafiek (index 180). Het ruw eiwitgehalte van de graskuilen van dekzandgronden daalt ($P < 0,001$), maar is in het referentiejaar wel redelijk hoog met 180g/kg ds. Het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte vallen binnen de gewenste streefwaarden. Deze kengetallen blijven stabiel in de daaropvolgende jaren.

Het organische stofgehalte is in het referentiejaar humeus. Daarna blijft het organische stofgehalte redelijk constant. Hier zijn duidelijke fluctuaties tussen jaren af te lezen. Het CN-quotiënt ligt voor dit gehele landbouwgebied door de jaren heen op gelijk niveau.

3.3 *Hollands/Utrechts weidegebied*



Figuur 3.3. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Hollands/Utrechts weidegebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

De overheersende grondsoort in dit landbouwgebied is kleilig veen (code 60). In 2005, 2006 en 2009 zijn er aanzienlijk meer monsters genomen dan in de andere jaren.

Tabel 3.6. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Kleilig veen	172	259	74,5	4,4
Overige	173	259	75,6	4,4

Tabel 3.7. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Kleilig veen	38,8	2,5	11193,3**	28,8	11,0
Overige	37,5	2,7	6860,3	15,0	8,6

*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

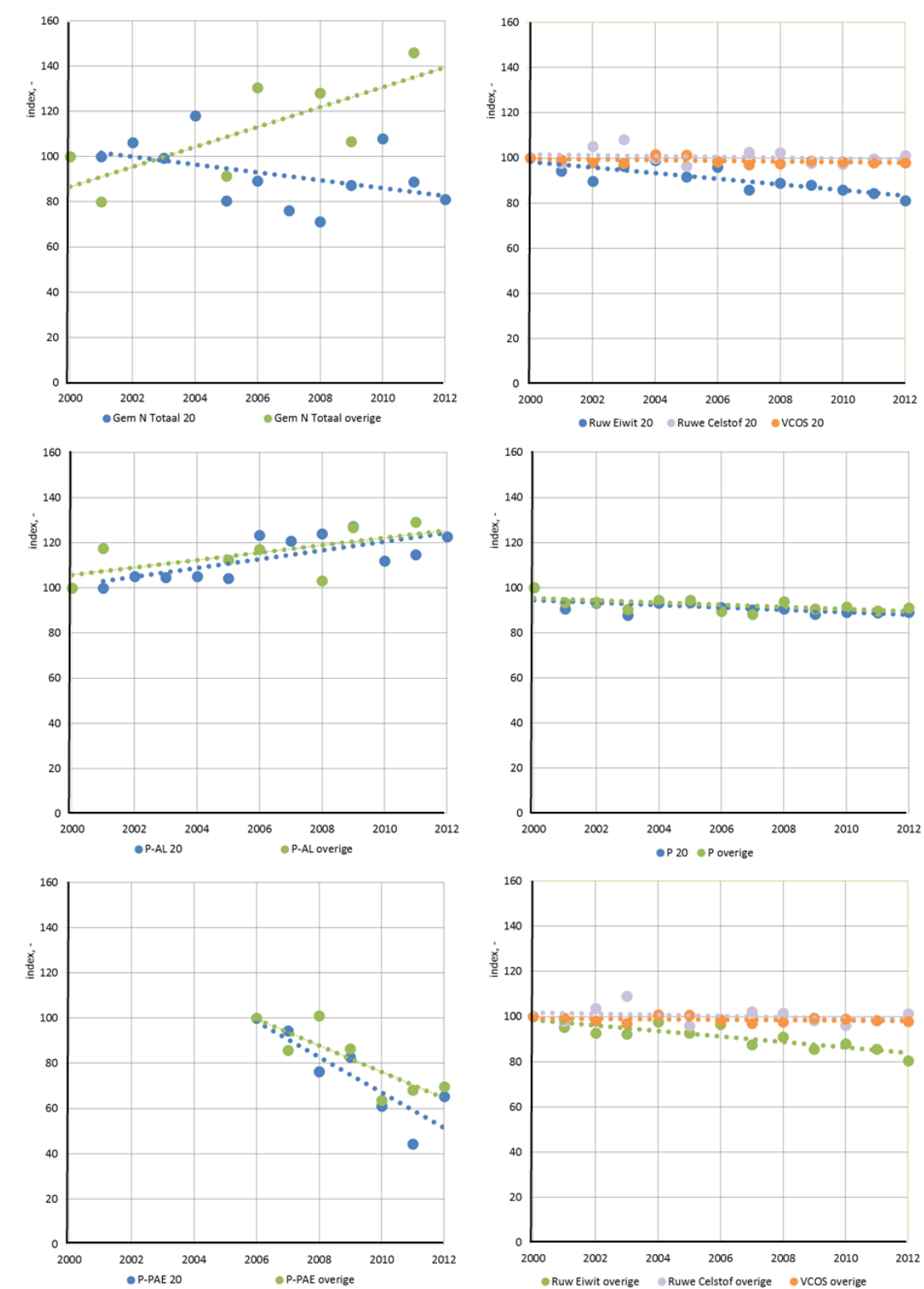
Het P-AL-getal op kleilig veen is ruim voldoende in het referentiejaar, daarna blijft deze constant. Op de overige grondsoorten is een significante ($P < 0,001$) stijging van het P-AL-getal te zien. Het P-gehalte in kuilgras daalt ($P = 0,003$ voor kleilig veen en $P = 0,01$ voor de overige gronden). Ook het P-PAE-getal daalt zichtbaar, maar door de spreiding en het relatief kleine aantal monsters niet significant.

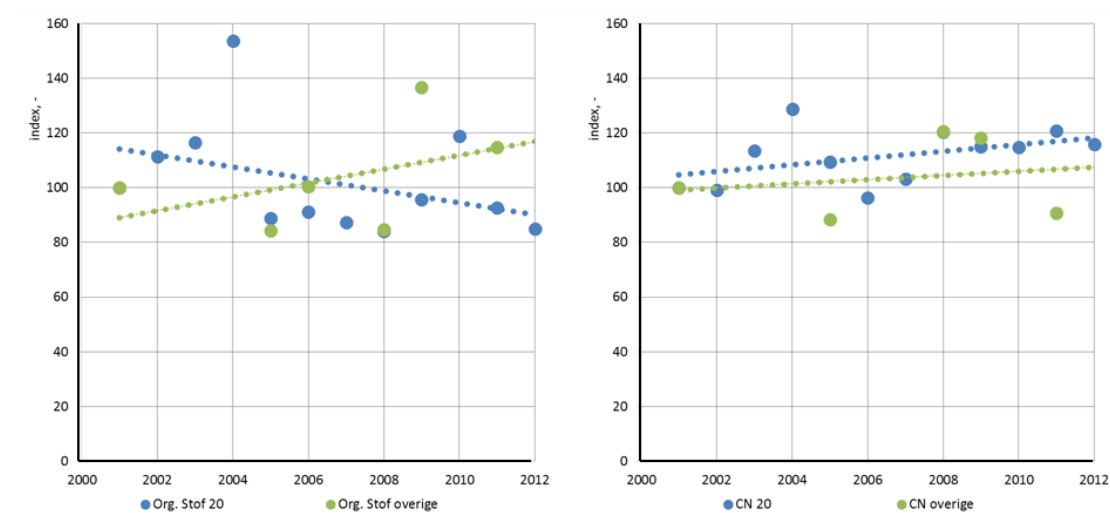
Het N-totaalgehalte op kleilig veen blijft constant, maar het ruw eiwitgehalte laat een significant ($P = 0,001$) dalende trend zien. Op de overige grondsoorten is juist een significante ($P < 0,001$) stijging van het N-totaalgehalte af te lezen, terwijl het ruw eiwitgehalte ook hier een significant ($P = 0,003$) dalende trend laat zien.

Het ruwe celstofgehalte ligt met 259 g/kg ds nog net binnen de streefwaarde van 230-260 g/kg ds. Het VCOS-gehalte kan als voldoende gewaardeerd worden, maar ligt onder de streefwaarde. Gedurende de gehele periode van 2000 tot 2012 blijven deze kengetallen op gelijk niveau.

Het organische stofgehalte is hoog doordat de grond veen is. Voor kleilig veen is uit de trendlijn een zeer kleine, niet significante, daling af te lezen. Op de overige grondsoorten in dit gebied stijgt het organische stofgehalte significant ($P < 0,001$), maar wel met grote fluctuaties tussen jaren. Met name vanaf 2008 zijn de waarden opvallend. Het CN-quotiënt blijft voor beide grondsoort onveranderd.

3.4 IJsselmeerpolders





Figuur 3.4. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor de IJsselmeerpolders voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Het grootste deel van de IJsselmeerpolders bestaat uit zeelei (code 20). In 2005, 2006 en 2009 zijn het grootste aantal grondmonsters genomen in vergelijking tot andere jaren.

Tabel 3.8. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Zeelei	177	257	78,0	4,5
Overige	170	260	77,8	4,4

Tabel 3.9. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Zeelei	53,8**	2,3	860,0**	12,1**	8,7
Overige	37,2	3,4	2345,6	6,7	15,2

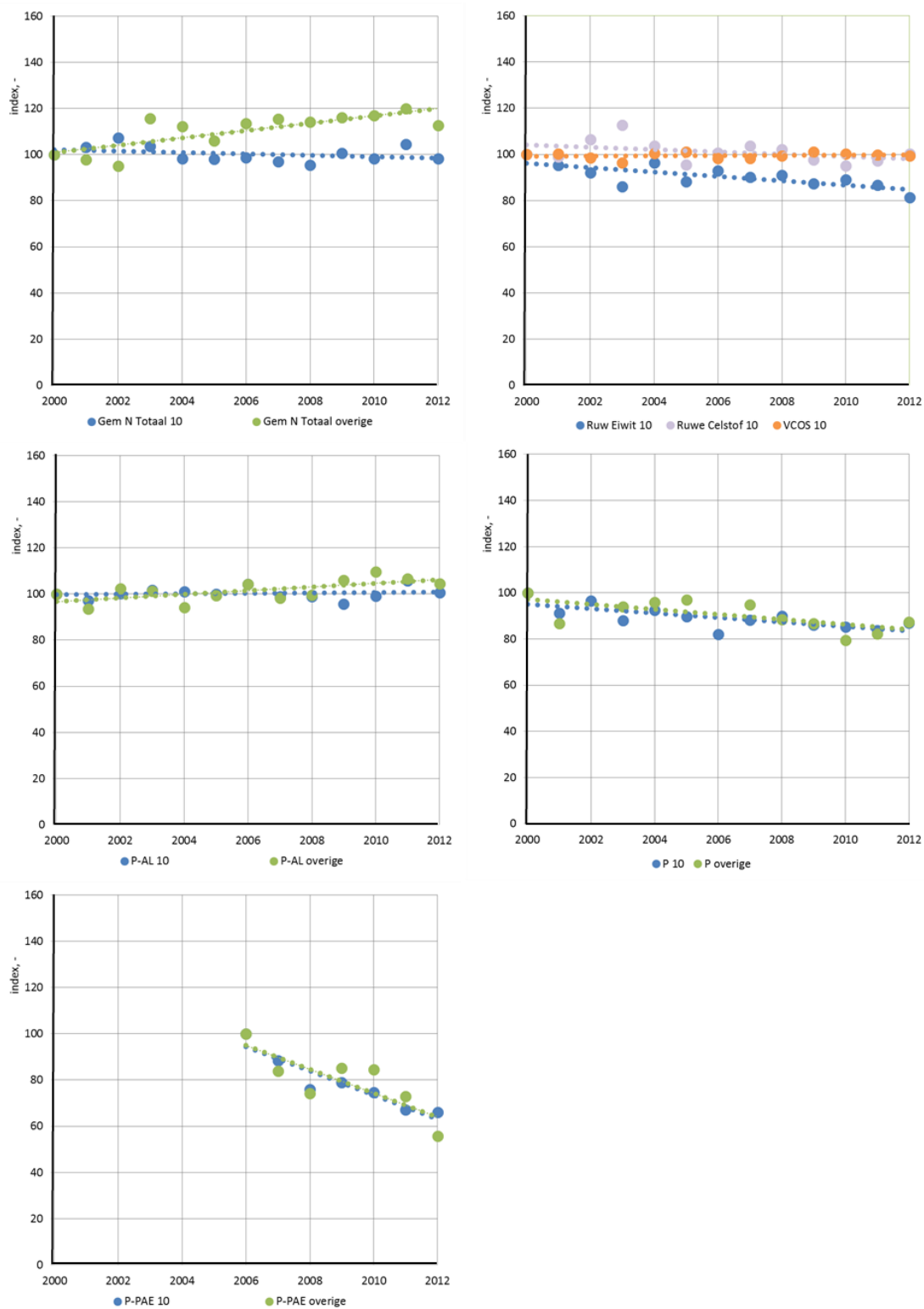
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

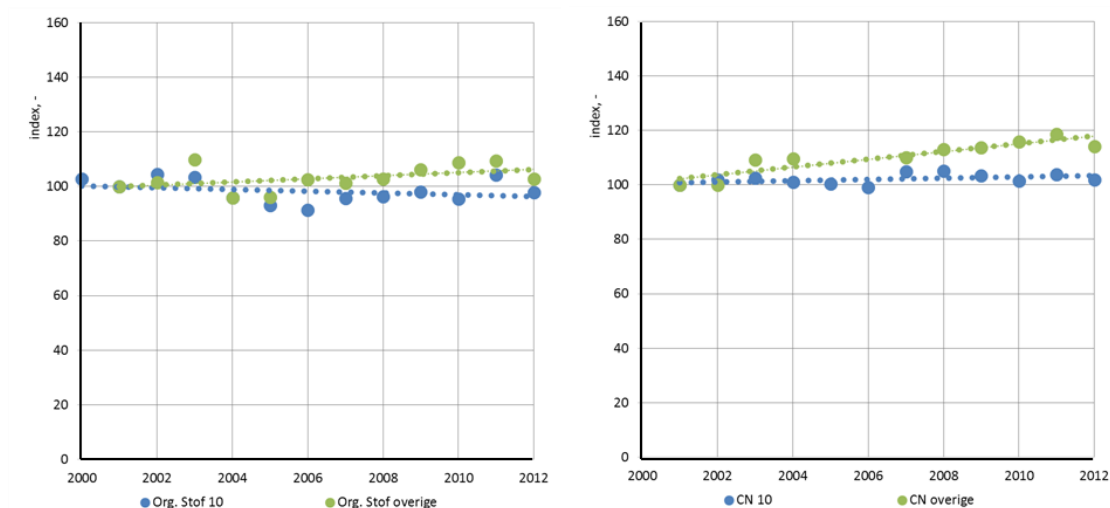
Voor zeelei is 2001 als referentiejaar genomen. In 2000 waren te weinig monsters voor een representatief beeld. Het P-AL-getal is voor de zeelei hoog in het referentiejaar, waarna een significante ($P < 0,001$) stijgende trend is te zien. Ook in de overige gronden stijgt P-AL significant ($P = 0,004$). Het P-PAE-getal laat een dalende trend zien ($P = 0,09$ voor zeelei en niet significant voor de overige gronden). Ook het P-gehalte in kuilgras laat een dalende trend zien ($P = 0,07$ voor zeelei en $P = 0,1$ voor de overige gronden).

Op de zeelei daalt het N-totaal gehalte ($P = 0,03$). Opvallend is dat het N-totaalgehalte op de overige grondsoorten significant ($P < 0,001$) stijgt, weliswaar met zeer grote verschillen tussen jaren. Het ruw eiwitgehalte daalt significant. In het referentiejaar liggen het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte binnen de gewenste streefwaarden en blijven onveranderd.

Het organische stofgehalte laat fluctuaties zien, mede veroorzaakt door de sterk wisselende aantallen monsters. In het referentiejaar is het organische stofgehalte zeer sterk humeus, daarna is een dalende trend ($P = 0,01$) te zien. Op de overige grondsoorten is een juist een stijging ($P = 0,04$) te zien; er zijn jaargegevens weggelaten door te kleine monsteraantallen. Het CN-quotiënt stijgt op zeelei ($P = 0,03$) en blijft op de overige gronden constant, maar wederom is een grote spreiding tussen de jaren.

3.5 Noordelijk Weidegebied





Figuur 3.5. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Noordelijk Weidegebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Dekzand (code 10) is de meest overheersende grondsoort in het noordelijk weidegebied. 2006 en 2009 zijn jaren met veel genomen grondmonsters.

Tabel 3.10. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	180	254	76,5	4,4

Tabel 3.11. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Dekzand	36,2	3,1	3091,4	8,3	15,0
Overige	36,0	2,8	5890,5	16,3	9,6

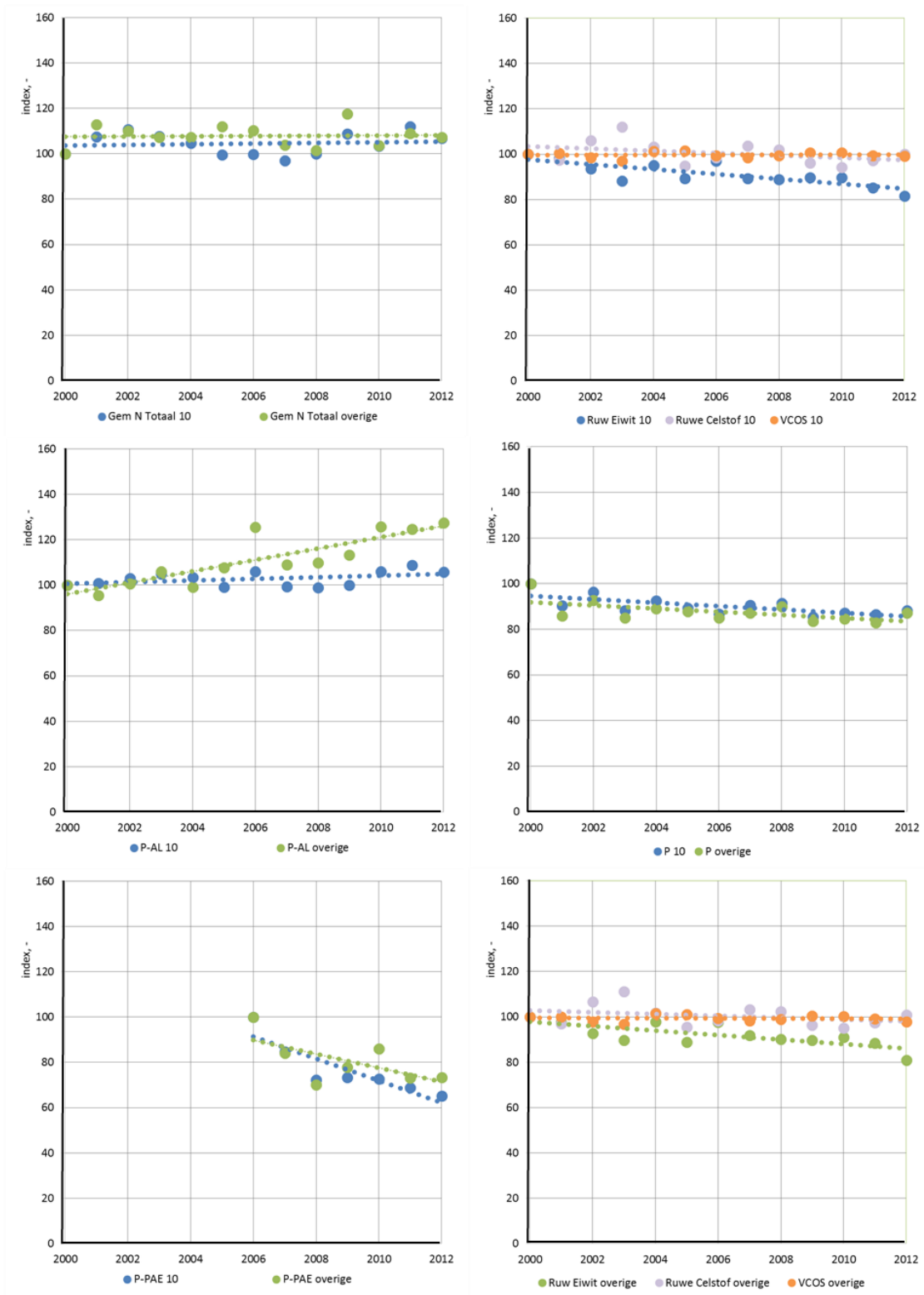
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

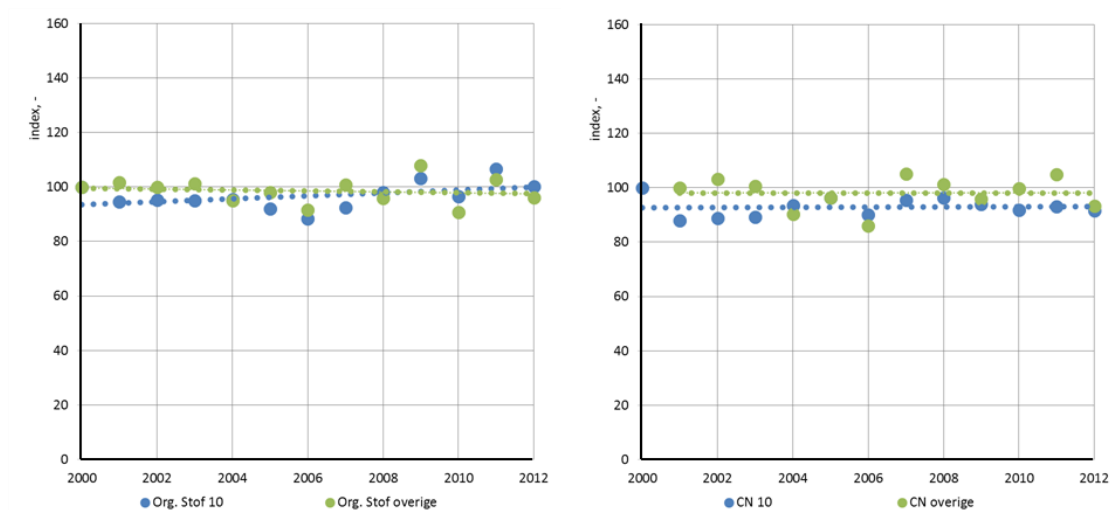
De fosfaatkenngetallen voor dekzand bevinden zich op ruim voldoende niveau in het referentiejaar. In de jaren daarna blijft het P-AL-getal onveranderlijk, laat P-PAE een dalende (niet significant) trend zien en daalt het P-gehalte in kuilgras ($P=0,001$).

Het N-totaalgehalte blijft op de dekzandgronden in de jaren na het referentiejaar 2000 stabiel. Op de overige grondsoorten is een stijgende trend te zien ($P=0,03$). Daarentegen laat het ruw eiwitgehalte een dalende trend ($P=0,002$) zien, maar is in het referentiejaar relatief hoog met 180g/kg ds. Het ruwe celstofgehalte valt binnen de streefwaarde van 230-260 g/kg ds. Het VCOS-gehalte is bij voorkeur boven de 76% en het kengetal van het noordelijk weidegebied valt rond deze streefwaarde.

Het organische stofgehalte van 8,3% voor dekzand in het referentiejaar is humeus. In de periode daarna blijft dit constant. Het CN-quotiënt op dekzand blijft gelijk en op de overige grondsoorten in het gebied is een significante ($P=0,03$) toename van het CN-quotiënt te zien.

3.6 Oostelijk Veehouderijgebied





Figuur 3.6. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Oostelijk Veehouderijgebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In dit landbouwgebied is dekzand (code 10) de meest overheersende grondsoort. In 2006, 2009 en 2011 zijn vooral veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.12. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	184	253	76,9	4,5
Overige	182	253	77,2	4,6

Tabel 3.13. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Dekzand	46,6	3,7	2166,4	5,9	16,5
Overige	32,1	3,5	3375,3	8,1	7,0

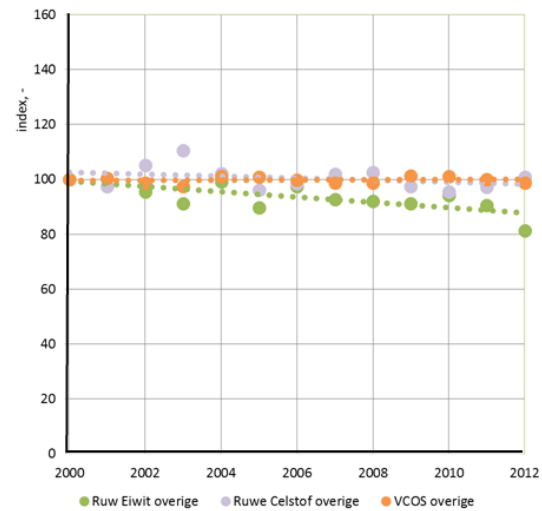
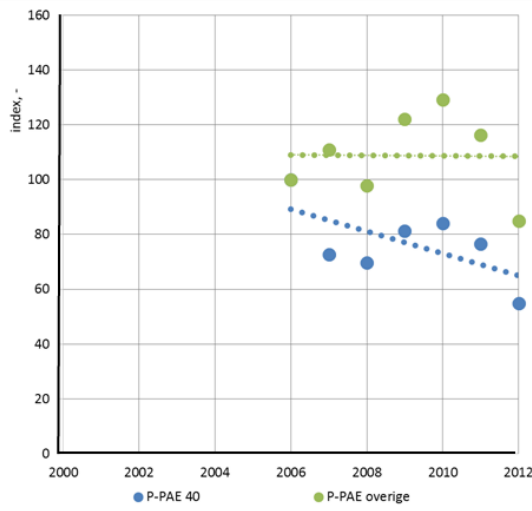
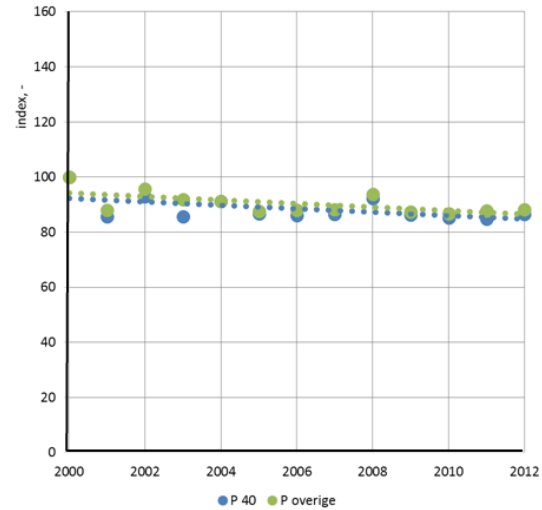
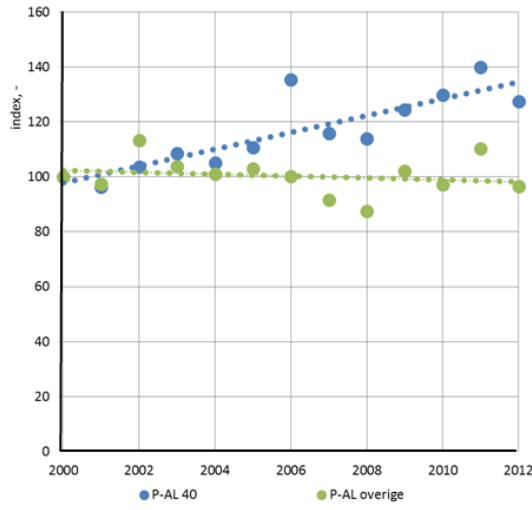
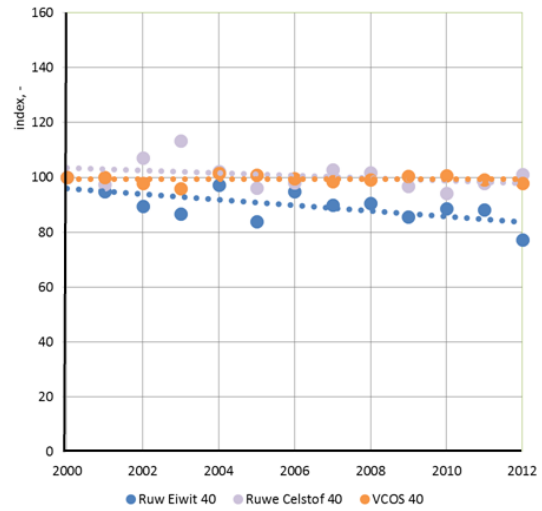
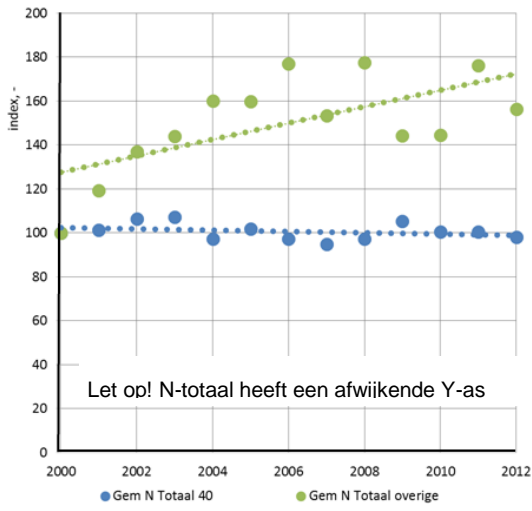
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

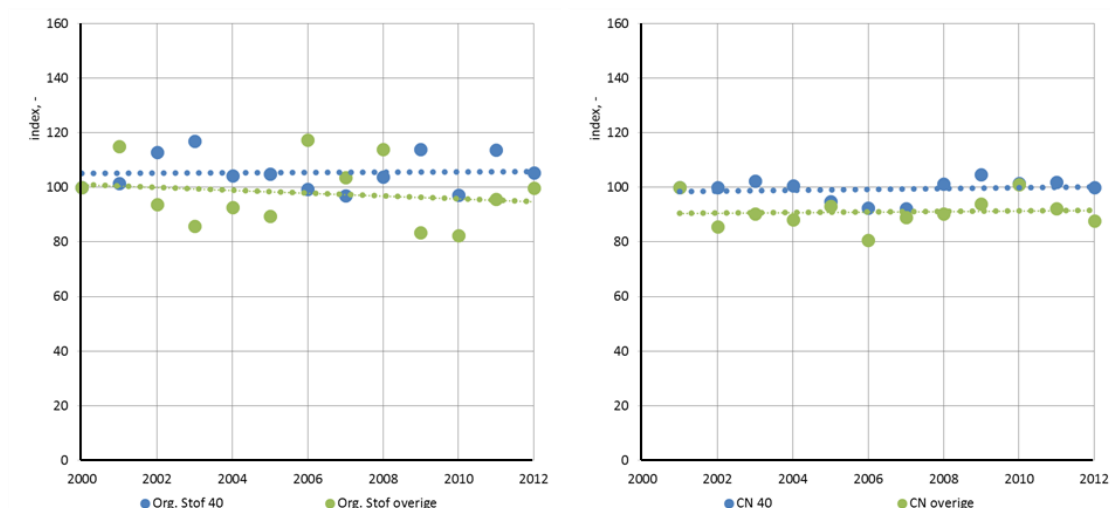
De fosfaatkengetallen voor dekzand zijn in het referentiejaar ruim voldoende tot hoog. Het P-AL-getal blijft op gelijk niveau en het P-gehalte in kuilgras daalt ($P=0,01$). Het P-AL-getal van de overige grondsoorten in dit gebied stijgt fors ($P<0,001$). Ook hier daalt het P-gehalte in kuilgras ($P=0,02$). Het P-PAE-getal laat een dalende trend zien (niet significant).

Het N-totaalgehalte voor dekzand blijft op eenzelfde niveau door de jaren heen maar laat ook wat schommelingen zien. Het ruw eiwitgehalte daalt wel significant ($P<0,001$). In het referentiejaar ligt het ruw eiwitgehalte echter op het hoogste niveau van alle landbouwgebieden. In het referentiejaar liggen het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte binnen de gewenste streefwaarden. Deze veranderen in de daaropvolgende jaren niet.

Het organische stofgehalte is humeus en blijft stabiel in de jaren daarna. Het CN-quotiënt is redelijk hoog en blijft ook stabiel in de jaren daarna. Op de overige grondsoorten blijven het organische stofgehalte en het CN-quotiënt gelijk.

3.7 Rivierengebied





Figuur 3.7. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Rivierengebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In het Rivierengebied is rivierklei (code 40) de meest voorkomende grondsoort. Vooral in 2006 en 2009 zijn een groot aantal grondmonsters genomen.

Tabel 3.14. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Rivierklei	178	257	76,5	4,5
Overige	170	257	76,0	4,5

Tabel 3.15. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Rivierklei	32,0	3,1	5115,8	9,8	8,6
Overige	46,7	2,4	2379,6	8,7	15,2

*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

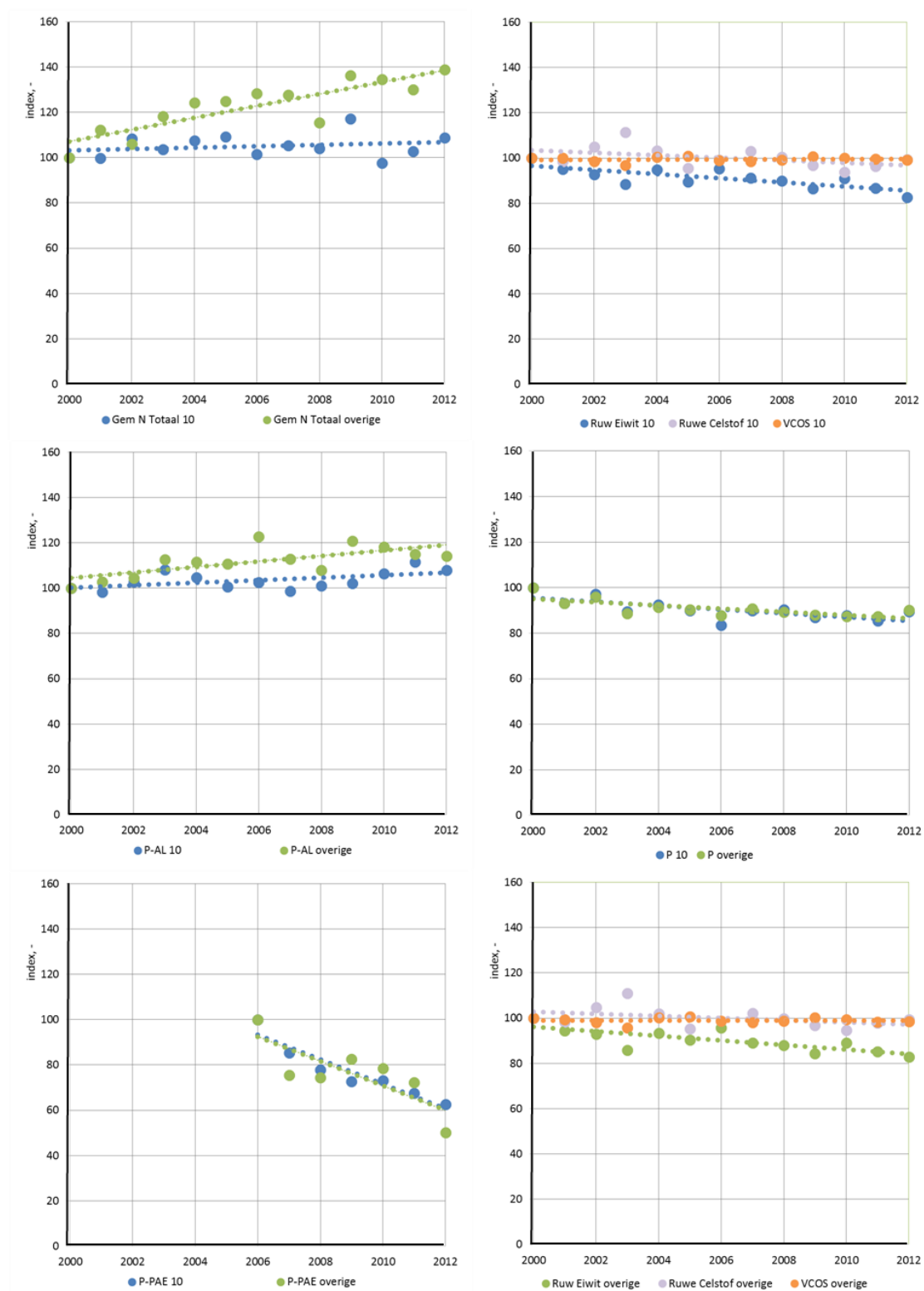
De fosfaatkengetallen van de rivierklei bevinden zich op ruim voldoende niveau in het referentiejaar. Op de rivierklei stijgt het P-AL-getal ($P < 0,001$) en laat het P-PAE-getal een dalende trend (niet significant) zien. Op de overige grondsoorten blijven P-AL en P-PAE gelijk, weliswaar met grote schommelingen tussen jaren bij het P-PAE-getal. Het P-gehalte in kuilgras laat een significante afname zien voor zowel rivierklei ($P = 0,03$) als de overige gronden ($P = 0,03$).

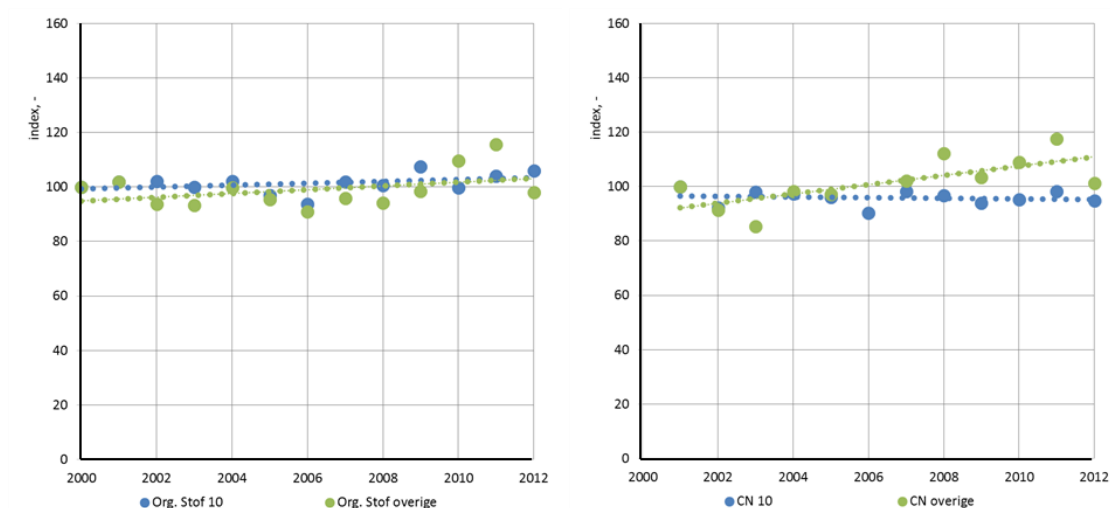
Het N-totaalgehalte voor rivierklei blijft door de jaren op eenzelfde niveau. Daarentegen daalt het ruw eiwitgehalte wel significant ($P < 0,001$). Op de overige grondsoorten neemt het N-totaalgehalte sterk toe ($P < 0,001$). Door de wisselende monsteraantallen is er veel spreiding te zien.

In het referentiejaar liggen het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte binnen de gewenste streefwaarden. In de hele periode van 2000 tot 2012 blijven deze kengetallen op gelijk niveau.

Het organische stofgehalte en het CN-quotiënt blijven op rivierklei beiden op constant niveau. Met name het organische stofgehalte toont fluctuaties. Bij de overige grondsoorten is eenzelfde patroon te zien: het organische stofgehalte en het CN-quotiënt blijven op gelijk niveau.

3.8 Veenkoloniën en Oldambt





Figuur 3.8. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor de Veenkoloniën en Oldambt voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Dekzand (code 10) komt het meest voor in dit landbouwgebied. 2005, 2006 en 2009 kenmerken zich door een groot aantal genomen grondmonsters.

Tabel 3.16. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	179	259	76,7	4,5
Overige	178	261	77,1	4,7

Tabel 3.17. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Dekzand	38,3	2,9	2774,6	8,0	18,2
Overige	35,6	3,9	3561,8	11,5	14,3

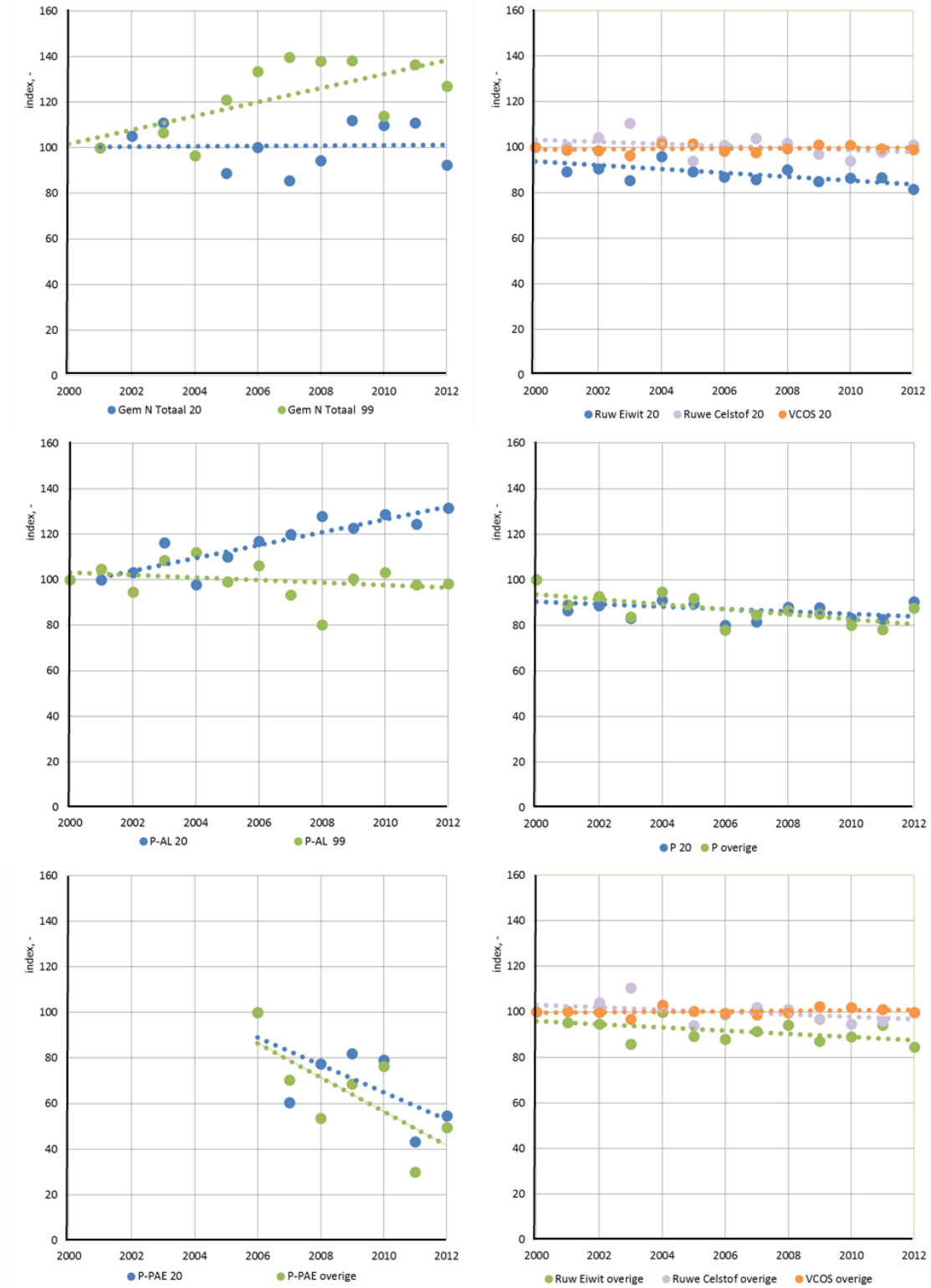
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

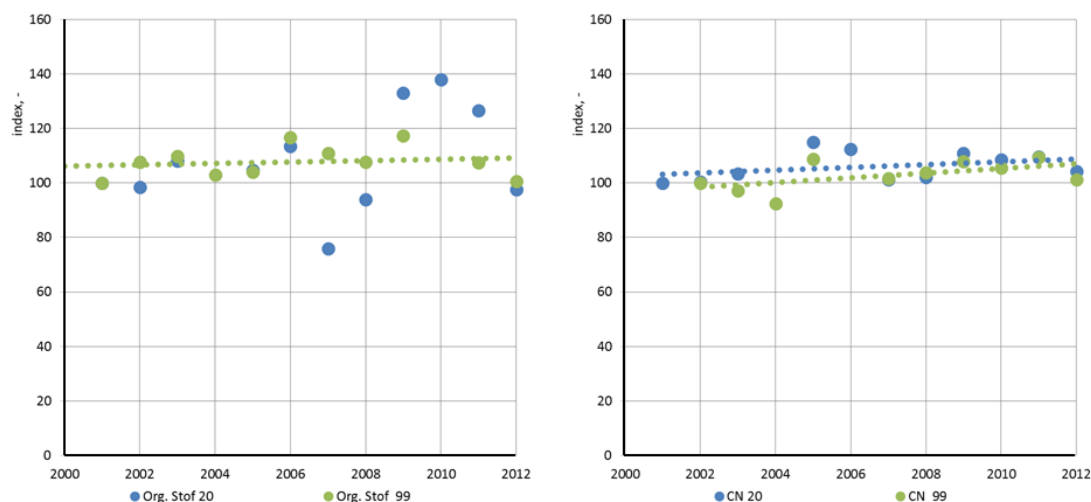
Het P-AL-getal bevindt zich voor dekzand op een ruim voldoende niveau in het referentiejaar. Er is geen significante stijging waar te nemen. Het P-PAE-getal laat een dalende trend (niet significant) zien. Het P-gehalte in graskuil laat voor zowel dekzand ($P=0,0004$) en de overige gronden ($P=0,02$) een significante daling zien. Op de overige grondsoorten is de stijgende trend in P-AL wel significant ($P=0,004$) en voor P-PAE is de dalende trend niet significant. In de categorie overige grondsoorten zijn onder andere uiteenlopende grondsoorten zoals dalgronden en (zware) zeeleiggronden opgenomen.

Het N-totaalgehalte voor dekzand blijft gelijk, voor de overige grondsoorten is er een stijgende trend ($P=0,001$). In graskuil daalt het ruw eiwitgehalte ($P=0,002$). In het referentiejaar liggen het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte binnen de streefwaarden en blijven tussen 2000-2012 onveranderd..

Het organische stofgehalte ligt in het referentiejaar voor de overige grondsoorten hoger (sterk humeus) dan voor dekzand (humeus). Het organische stofgehalte blijft voor beide grondsoorten onveranderd. Op de overige grondsoorten is de spreiding van het organische stofgehalte wat groter dan op dekzand. Het CN-quotiënt voor dekzand verandert niet. Het CN-quotiënt op dekzand is behoorlijk hoog. Bij de overige grondsoorten is een stijging ($P=0,004$) van het CN-quotiënt te zien.

3.9 Waterland en Droogmakerijen





Figuur 3.9. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor Waterland en Droogmakerijen voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In dit landbouwgebied is zeeklei (code 20) de meest voorkomende grondsoort. In 2005, 2006 en 2009 zijn veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.18. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Zeeklei	173	261	76,5	4,7
Overige	168	267	73,3	4,3

Tabel 3.19. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Zeeklei	38,4	3,7	7043,6	14,5	8,9
Overige	37,3	2,2	6988,8	29,5	17,6

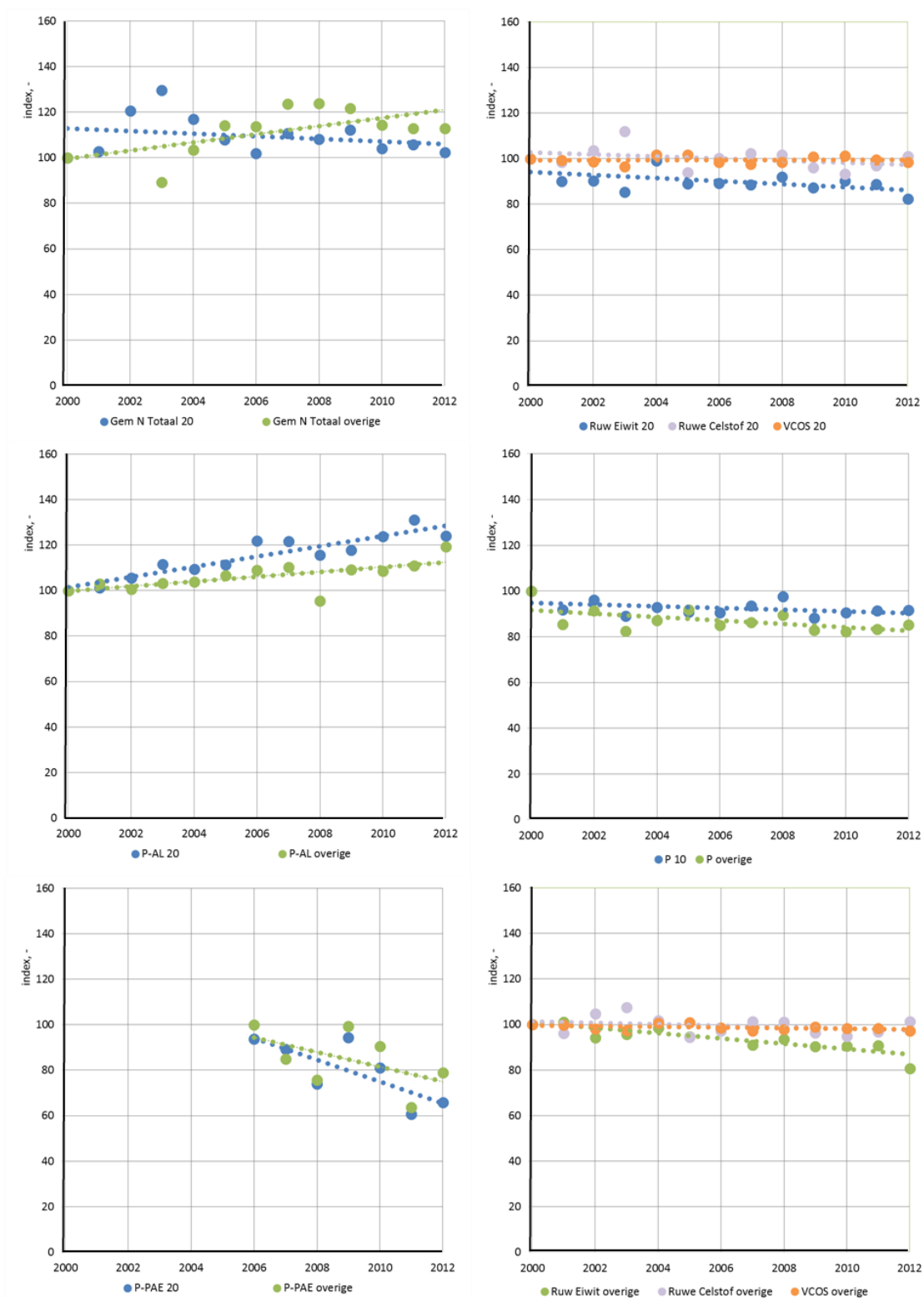
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

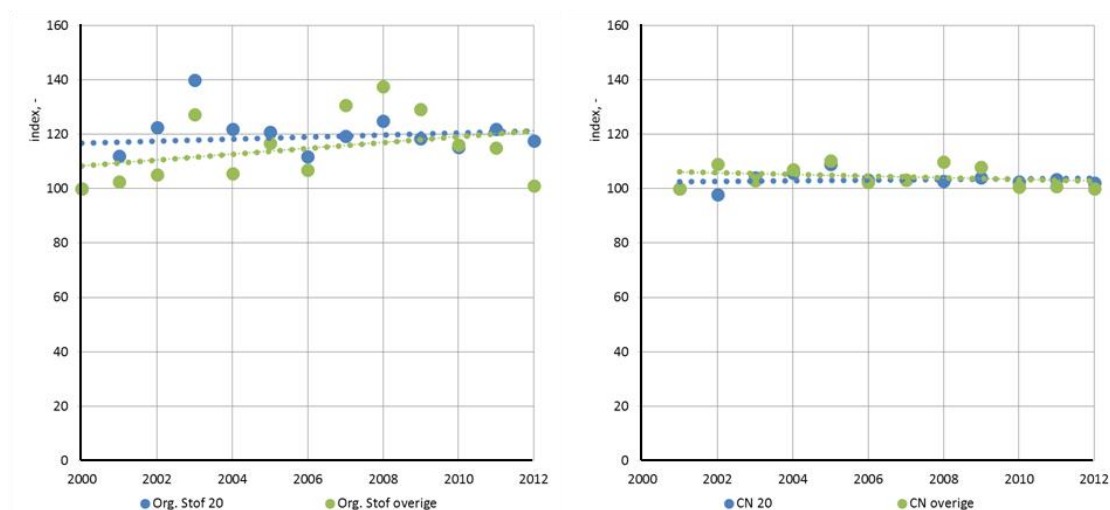
De fosfaatkengetallen voor zeeklei bevinden zich in het referentiejaar op ruim voldoende niveau. Het P-PAE-getal laat een dalende (niet significante) trend zien terwijl het P-AL-getal een significant ($P > 0,001$) stijgende trend laat zien. Op de overige grondsoorten in dit gebied blijft het P-AL-getal onveranderd, weliswaar met een grote variatie tussen jaren. De dalende trend in het P-gehalte in de graskuil is niet significant ($P = 0,06$) voor de zeekleigronden maar is wel significant voor de overige gronden ($P < 0,001$).

Het N-totaalgehalte blijft op gelijk niveau op de zeeklei. Bij de overige grondsoorten is een forse stijging af te lezen ($P < 0,001$). Het ruw eiwitgehalte daalt vanaf 2000 significant. Voor zeeklei ligt het VCOS-gehalte net boven de streefwaarde $> 76\%$. Het ruwe celstofgehalte is vrij hoog in het referentiejaar. Voor de overige grondsoorten ligt het ruwe celstofgehalte nog hoger, wat zich ook uit in een lager VCOS-gehalte. Deze kengetallen blijven onveranderd.

Het organische stofgehalte op zeeklei is hoog (zeer sterk humeus) in het referentiejaar. Daarna is een grote variatie in waarden af te lezen, met name in de periode van 2007 tot 2011. Desondanks is de stijgende trend significant ($P = 0,03$). Op de overige grondsoorten blijft het organische stofgehalte gelijk. Het CN-quotiënt van beide grondsoorten in het referentiejaar hoog en blijft onveranderd over de jaren..

3.10 Westelijk Holland





Figuur 3.10. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor Westelijk Holland voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Zeeklei (code 20) is de meest voorkomende grondsoort in dit gebied. Er zijn met name in 2006 en 2009 een groot aantal grondmonsters genomen.

Tabel 3.20. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Zeeklei	167	265	76,5	4,5
Overige	169	263	75,6	4,4

Tabel 3.21. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Zeeklei	39,4	2,4	4880,4	9,5	9,2
Overige	38,2	2,6	6489,9	14,7	11,6

*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

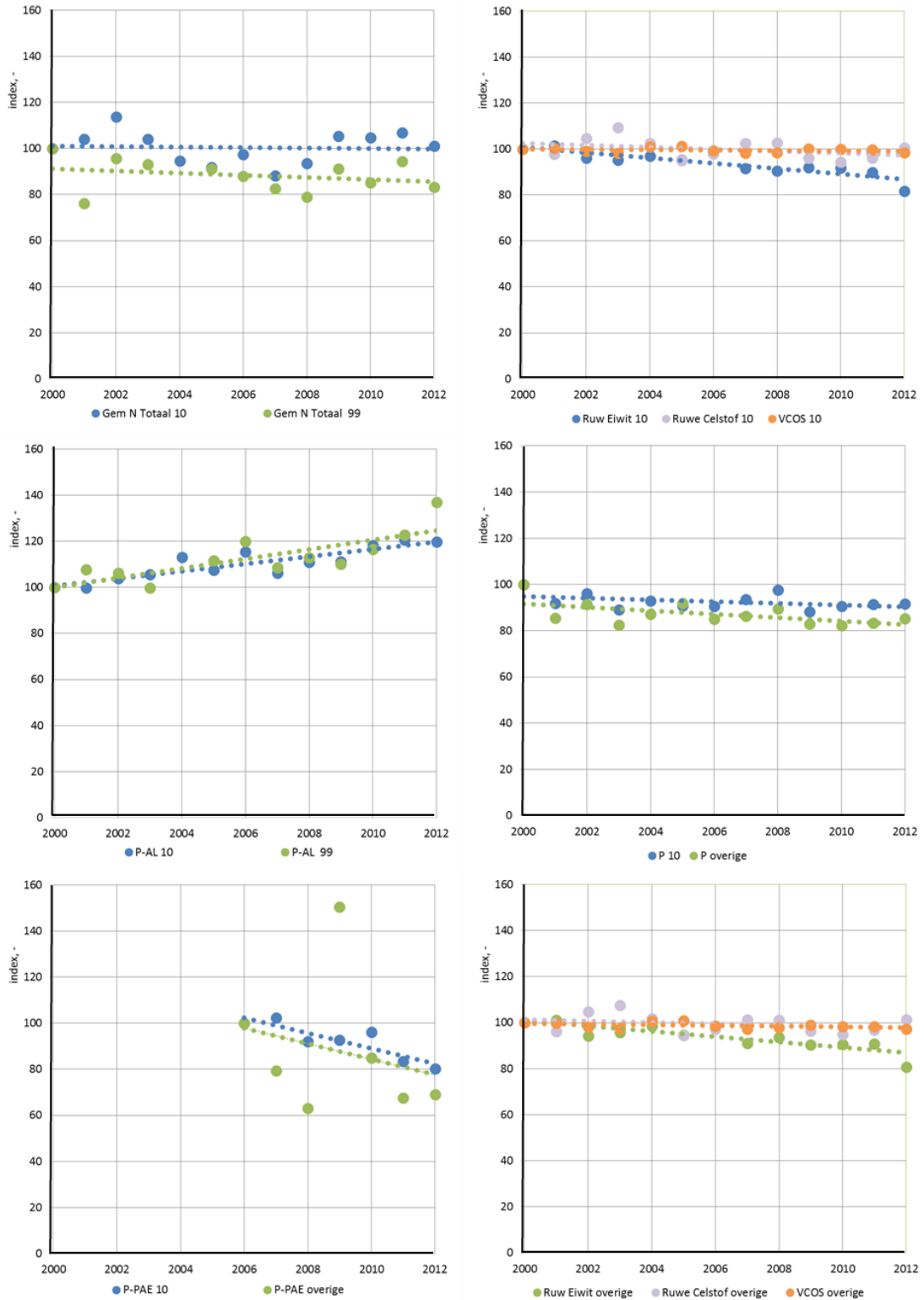
Het P-AL-getal op zeeklei bevindt zich in het referentiejaar op een ruim voldoende niveau. In de jaren daarna stijgt dit getal significant ($P < 0,001$). De P-PAE laat een dalende trend zien (niet significant), maar laat ook forse schommelingen zien. Het P-getal in de graskuil heeft een dalende trend ($P = 0,05$). Op de overige grondsoorten zijn dezelfde trends van toepassing.

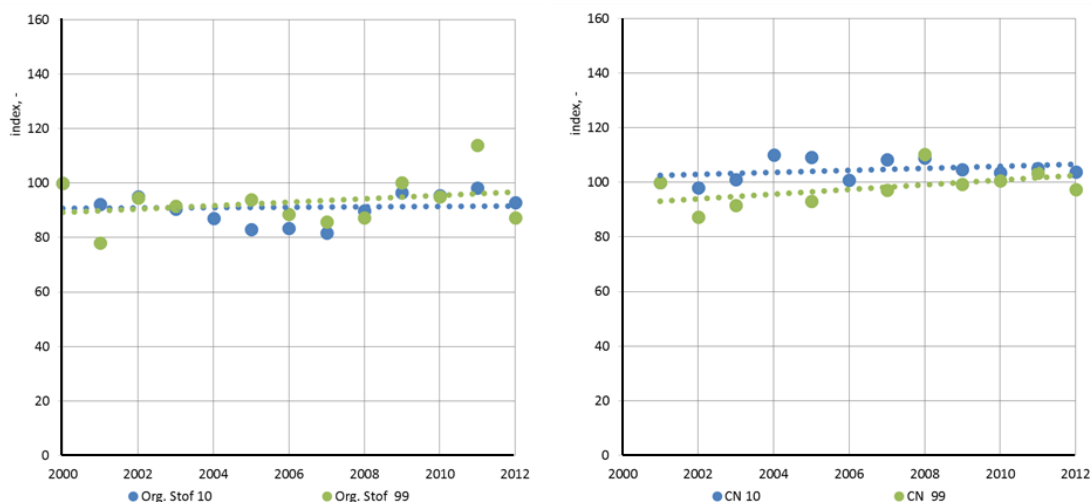
Het N-totaalgehalte voor de zeeklei blijft over de jaren onveranderd. Opmerkelijk zijn de zeer hoge waarden in 2002 en 2003. Op de overige grondsoorten is de trend in N-totaalgehalte stijgend ($P = 0,03$). Het ruw eiwitgehalte neemt door de jaren heen significant af voor beide grondsoorten. Deze daling is groter voor de overige grondsoorten dan voor de zeeklei.

Het ruwe celstofgehalte in de graskuil is in het referentiejaar wat aan de hoge kant, wat invloed heeft op de VCOS. Deze ligt nog net rond de streefwaarde van 76%. Gedurende de gehele periode van 2000 tot 2012 blijven deze kengetallen onveranderd.

Het organische stofgehalte (sterk humeus) blijft constant. Er zijn zeer grote fluctuaties door de jaren heen waar te nemen. Op de overige grondsoorten is voor het organische stofgehalte de licht stijgende trend niet significant. Het CN-quotiënt blijft onveranderd vanaf het referentiejaar 2001.

3.11 Zuidelijk veehouderijgebied





Figuur 3.11. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Zuidelijk veehouderijgebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

In dit landbouwgebied is dekzand (code 10) de meest voorkomende grondsoort. In de jaren 2005, 2006, 2009 en 2010 zijn met name veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.22. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	180	252	77,5	4,5
Overige	177	259	77,6	4,5

Tabel 3.23. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Dekzand	53,2	4,8	1717,6**	4,9	14,9
Overige	31,3	2,7	4083,2	8,1	9,3

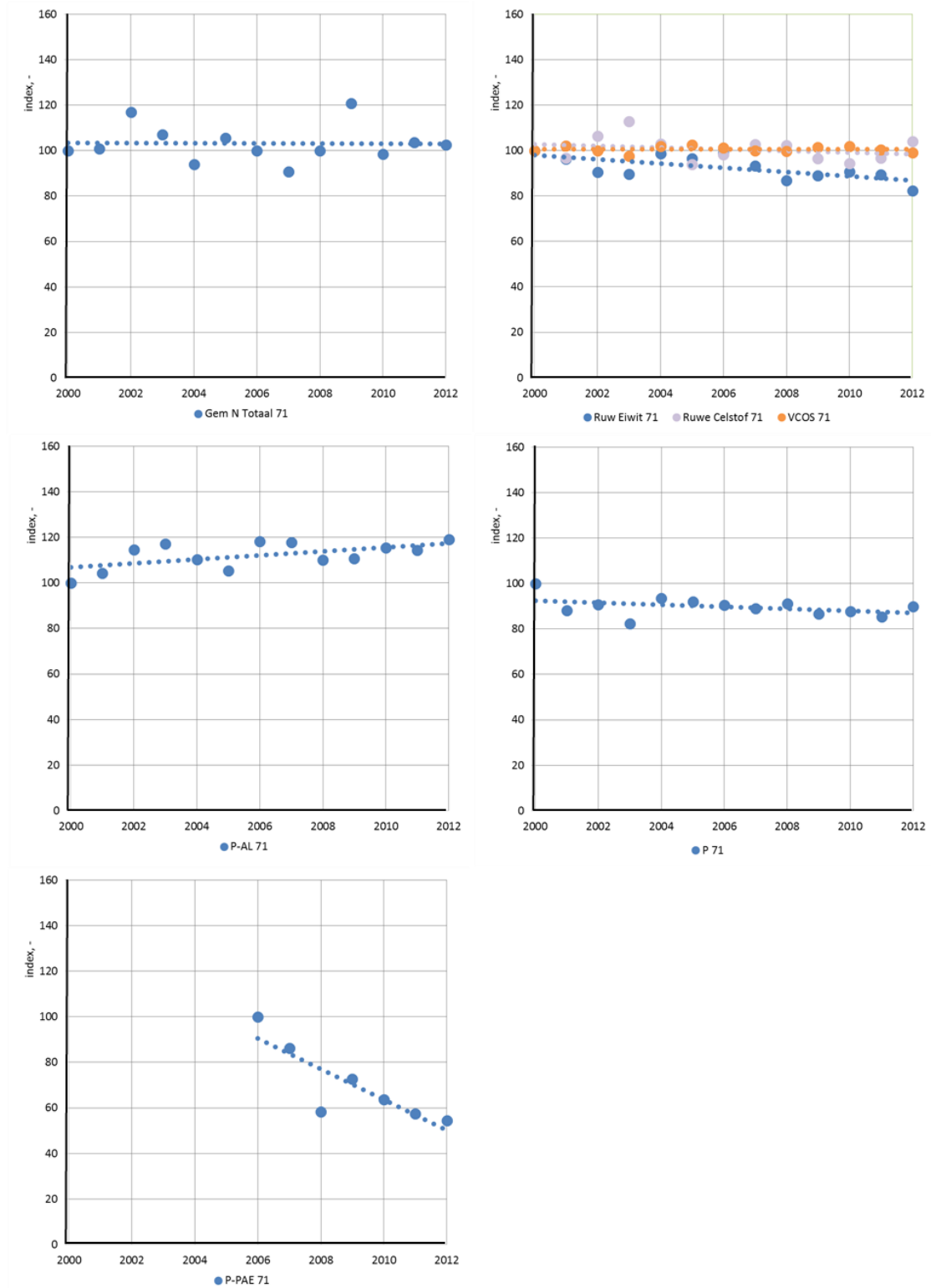
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

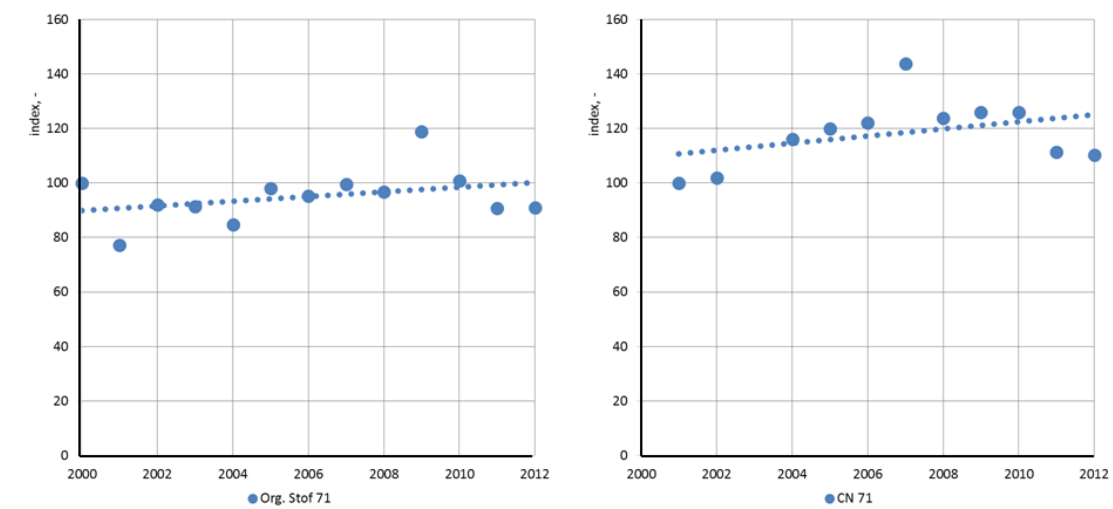
Het P-AL-getal is hoog met 53,2 mg P₂O₅/100g. Ondanks de hoge gemiddelde P-AL-getal laat deze over de jaren 2000-2012 een stijgende trend zien (P<0,001) van 1,6% per jaar. Het P-AL-getal ligt voor de overige grondsoorten beduidend lager, maar ook deze stijgt significant (P<0,001). Het P-PAE-getal laat voor dekzand en de overige grondsoorten een dalende trend zien (niet significant). Met name de laatstgenoemde groep laat zeer grote fluctuaties zien. In 2009 is voor de overige grondsoorten een grote uitschieter in P-PAE-getal. Het P-gehalte in de graskuil blijft voor de dekzand gronden onveranderd met de jaren. Voor de overige gronden is een significant afnemende trend in P-gehalte te zien.

Het N-totaalgehalte blijft onveranderd.. Het ruw eiwitgehalte is relatief hoog, maar significant. Het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte vallen binnen de streefwaarden en blijven onveranderd de jaren heen.

Het organische stofgehalte op dekzand is matig humeus. In het referentiejaar heeft dit landbouwgebied het laagste organische stofgehalte van alle landbouwgebieden. In de jaren daarna lijkt dit gehalte onveranderd te blijven, hoewel de waarden behoorlijk fluctueren. Ook het CN-quotiënt blijft onveranderd.

3.12 Zuid-Limburg





Figuur 3.12. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor Zuid-Limburg voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Löss (code 71) is de meest overheersende grondsoort in dit landbouwgebied. Van de andere grondsoorten zijn te weinig grond- en gewasmonsters beschikbaar om een betrouwbaar beeld te geven. Met name in 2006, 2009 en 2010 zijn veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.24. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Löss	178	254	76,1	4,5

Tabel 3.25. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt**
Löss	27,7	3,3	2659,4	6,6	8,6

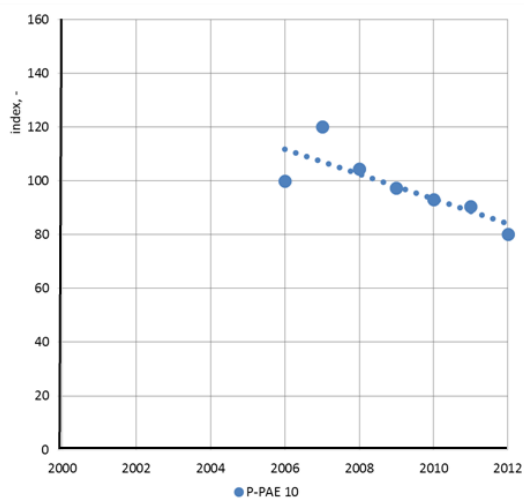
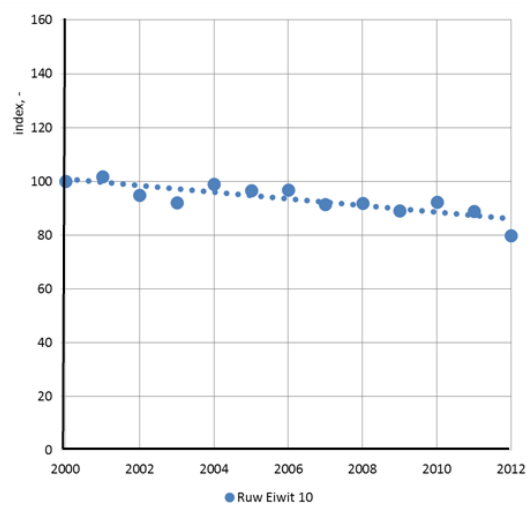
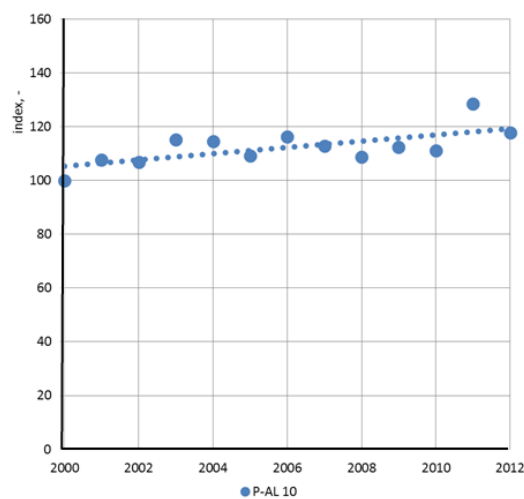
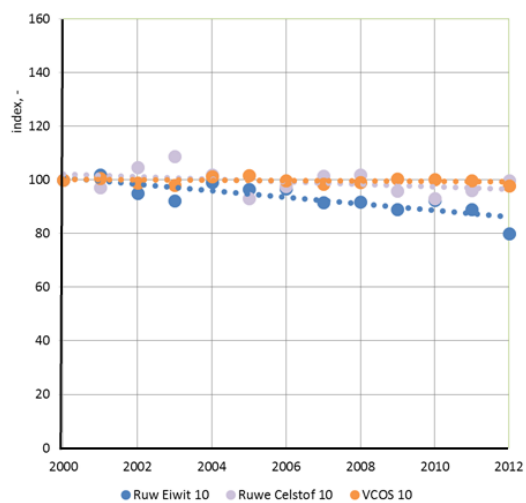
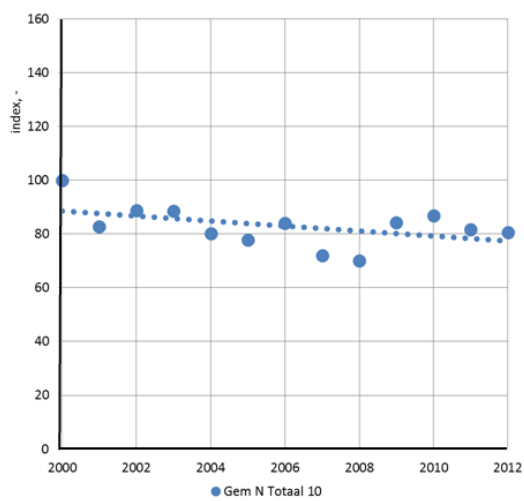
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001

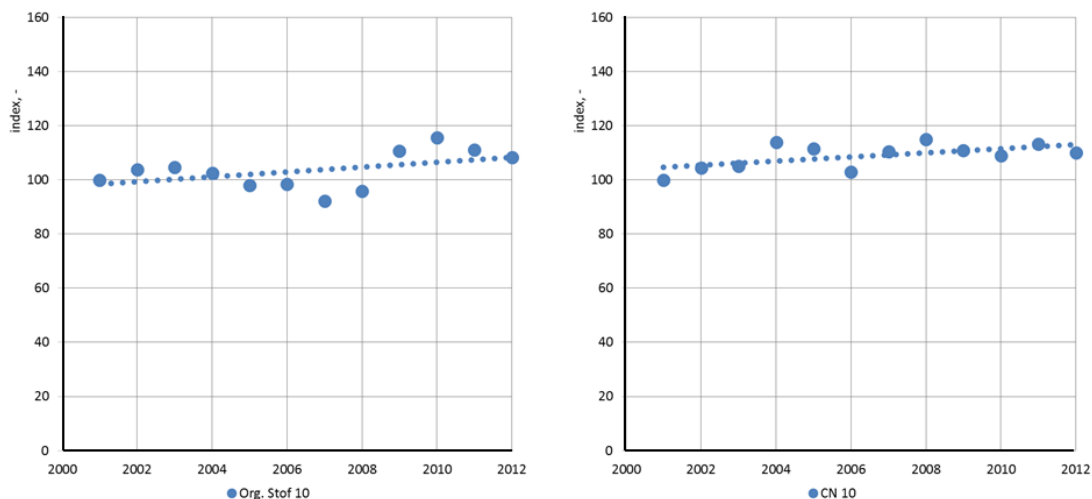
In het referentiejaar kan het P-AL-getal als voldoende gewaardeerd worden. Vanaf dat jaar laat het P-AL-getal een stijgende trend zien ($P=0,04$). Het P-PAE-getal laat een dalende trend (niet significant) zien. Met name in 2008 is een afwijking te zien. In dat jaar zijn relatief weinig monsters genomen, wat de betrouwbaarheid vermindert. Het P-gehalte in de graskuil blijft onveranderd.

Het N-totaalgehalte blijft door de jaren heen gemiddeld genomen gelijk. Wel zijn er grote schommelingen af te lezen. Het ruw eiwitgehalte ligt op redelijk niveau in het referentiejaar 2000. In de daaropvolgende jaren neemt het gehalte significant ($P=0,002$) af. Het ruwe celstofgehalte en VCOS-gehalte liggen op gewenst niveau in het referentiejaar en veranderen niet in de daaropvolgende periode.

Het organische stofgehalte is humeus in het referentiejaar. Doordat de waarde in 2001 erg laag is en in 2009 zeer hoog, lijkt er een stijging plaats te vinden. Deze trend is echter niet significant. Het CN-quotiënt laat behoorlijk wat variatie zien door de jaren heen. Er is sprake van een stijgende significante ($P=0,04$) trend.

3.13 Zuidwest-Brabant





Figuur 3.13. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor Zuidwest-Brabant voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

De meest voorkomende grondsoort in dit landbouwgebied is dekzand (code 10). Van de overige grondsoorten zijn te weinig grond- en gewasmonsters beschikbaar om een betrouwbaar beeld te geven. In 2006 en 2009 zijn met name veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.26. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Dekzand	173	258	76,8	4,4

Tabel 3.27. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt
Dekzand	43,8	3,4	2243,7	5,4	13,9**

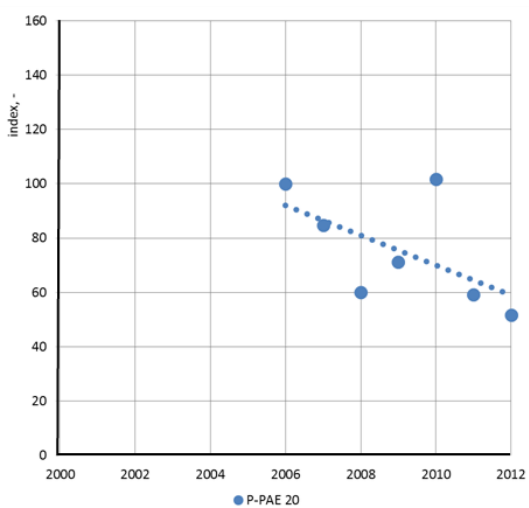
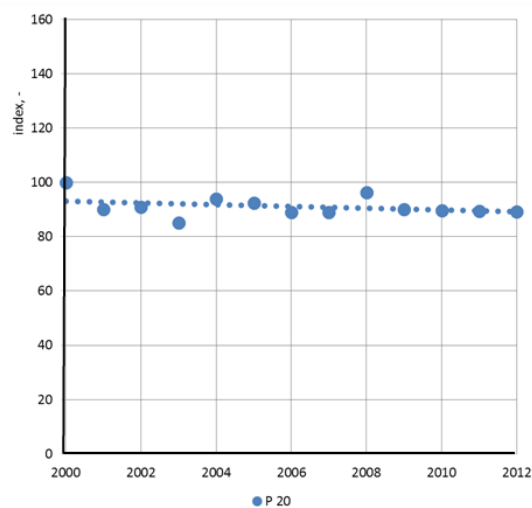
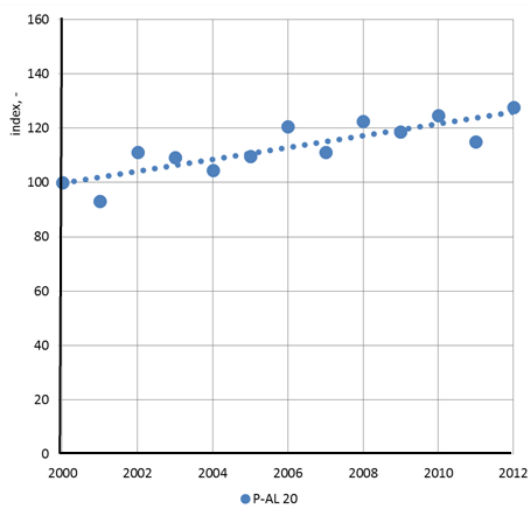
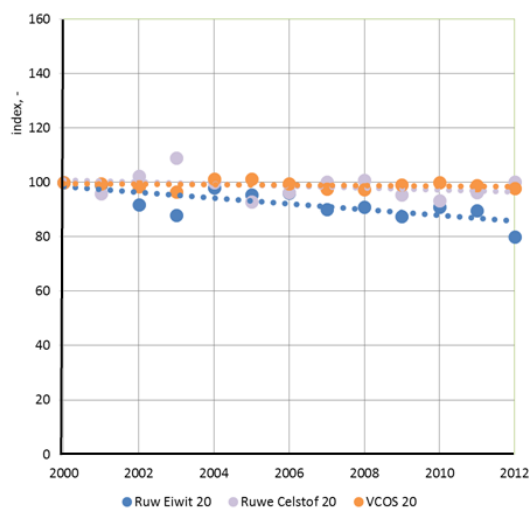
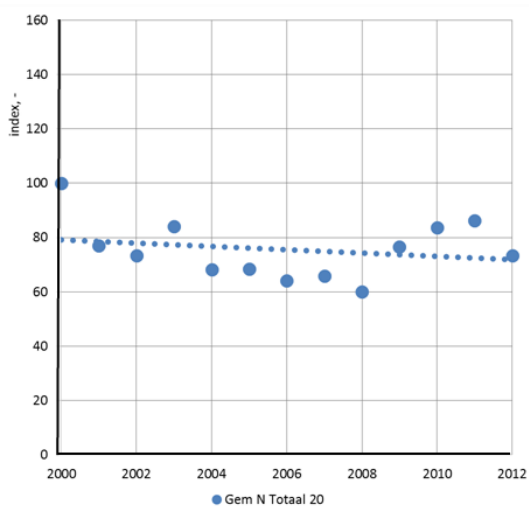
*) referentiejaar 2006, **) referentiejaar 2001 en ***) referentiejaar 2002

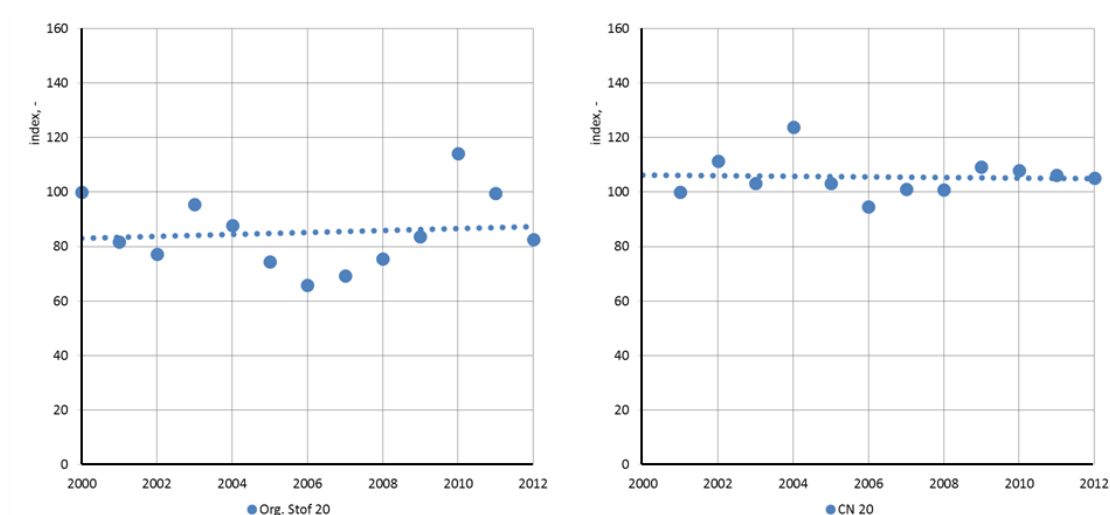
Het P-AL-getal in dit landbouwgebied is hoog en stijgt significant ($P=0,006$). Het P-PAE-getal laat een dalende trend zien (niet significant) binnen deze regio. Het P-gehalte in kuilgras laat een significant dalende trend zien.

Doordat het N-totaalgehalte in het referentiejaar zo hoog is, lijkt het N-totaalgehalte te dalen in de jaren daarna. Hoewel die waarden variëren, is er geen significant dalende trend. Het ruw eiwitgehalte daalt ($P<0,001$). Het ruwe celstofgehalte is vrij hoog en blijft ongeveer op eenzelfde niveau liggen vanaf 2000. Het VCOS-gehalte ligt net boven de grenswaarde van 76% en blijft constant gedurende de periode. Gedurende de gehele periode van 2000 tot 2012 blijven deze kengetallen op gelijk niveau.

Met een organische stofgehalte van 5,4 is de grond humeus. Het organische stofgehalte blijft door de jaren heen onveranderd. Er is wel sprake van een behoorlijke spreiding. In 2007 en 2008 ligt het organische stofgehalte lager, terwijl met name in 2009 en 2010 het gehalte weer veel hoger ligt. Het CN-quotiënt blijft onveranderd.

3.14 Zuidwestelijk akkerbouwgebied





Figuur 3.14. De ontwikkeling van N-totaalgehalte, P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stof % en CN-quotiënt in de bodem en ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, VCOS-gehalte en P-gehalte in kuilgras gemiddeld voor het Zuidwestelijk akkerbouwgebied voor de periode 2000-2012 ten opzichte van het referentiejaar 2000.

De overheersende grondsoort is zeeklei (code 20). Van de overige grondsoorten zijn te weinig grond- en gewasmonsters beschikbaar om een betrouwbaar beeld weer te geven. Het aantal genomen monsters per jaar fluctueert. Met name in 2009 zijn veel grondmonsters genomen.

Tabel 3.28. De gemiddelde waarde van de kuilgrasparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	Ruw Eiwit g/kg ds	Ruwe Celstof g/kg ds	VCOS %	Gem P g/kg ds
Zeeklei	165	264	76,8	4,4

Tabel 3.29. De gemiddelde waarde van de bodemparameters in het referentiejaar 2000.

Grond	P-AL mg P ₂ O ₅ /100g	P-PAE* mg P/kg	N-Totaal mg N/kg	Org. stof %	CN-quotiënt
Zeeklei	43,1	2,7	4578,1	8,2	8,9

*) referentiejaar 2006 en **) referentiejaar 2001

Het P-AL-getal is in het referentiejaar ruim voldoende en laat een significant ($P < 0,001$) stijgende trend zien. Het P-PAE-getal laat duidelijke schommelingen zien, wat vooral een gevolg lijkt te zijn van de wisselende aantallen monsters. De trendlijn geeft een daling van het P-PAE-getal weer, deze dalende trend is niet significant. Het P-gehalte in het gras blijft onveranderd over de jaren.

Het N-totaalgehalte blijft gelijk. Er is veel variatie in waarden tussen jaren. Ook opvallend is dat de waarde in het referentiejaar beduidend hoger ligt. Het ruw eiwitgehalte van kuilgras daalt significant ($P < 0,0001$). In het referentiejaar is het ruweiwitgehalte al relatief laag met 165g/kg ds. Deze waarde voor ruw eiwit is daarmee ook het laagst van alle landbouwgebieden. Het ruwe celstofgehalte is met 264g/kg ds relatief hoog, wat een lager VCOS-gehalte tot gevolg kan hebben. Het VCOS-gehalte is echter ook goed en ligt nog boven de streefwaarde van >76%. Gedurende de gehele periode van 2000 tot 2012 blijven deze kengetallen op gelijk niveau.

Het organische stofgehalte is in het referentiejaar sterk humeus. In de daaropvolgende jaren is een zeer grote spreiding af te lezen. Hierdoor is de trend dat het organische stofgehalte onveranderd blijft. Het CN-quotiënt blijft door de jaren heen onveranderd.

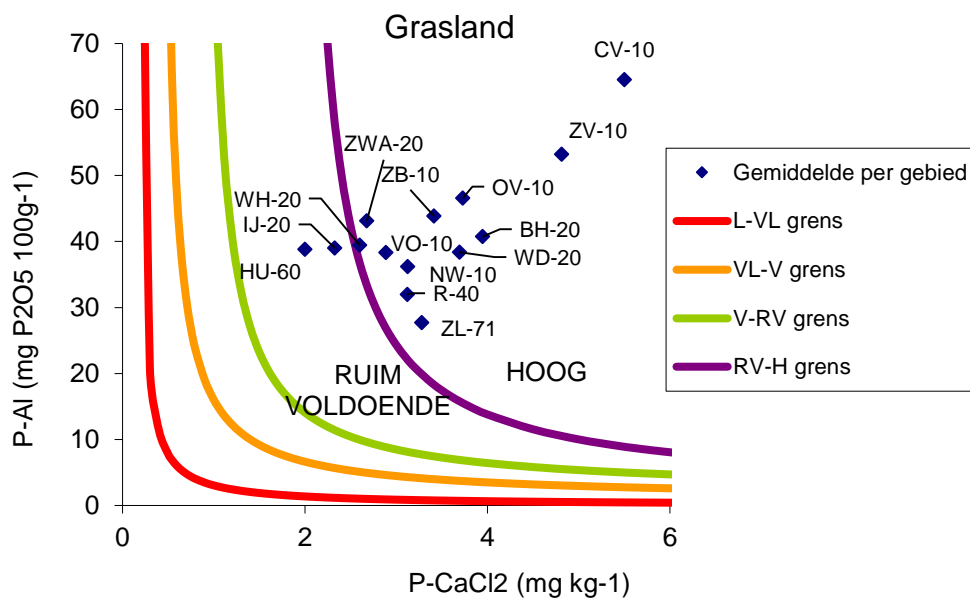
4. Samenvattende trends in Nederland en per landbouwgebied

4.1 Fosfaattoestand en beschikbaarheid

De gemiddelde fosfaattoestand van de belangrijkste grondsoort in elk van de 14 LEI gebieden kan worden geclassificeerd als voldoende tot ruim voldoende (Tabel 4.1). Het centrale en zuidelijke veehouderijgebied hebben een gemiddelde fosfaattoestand dat als hoog wordt geclassificeerd op basis van alleen P-AL. NMI heeft een interpretatie van de fosfaattoestand ontwikkeld op basis van de combinatie P-PAE en P-AL (Van Rotterdam et al., 2012). Dit is getoond in Figuur 4.1. Op basis van zowel P-AL en P-PAE is voor alle gebieden de gemiddelde fosfaattoestand te classificeren als hoog. Alleen voor de veengronden in het Holland-Utrechts weidegebied en de zeekleigronden in de IJsselmeerpolders is de gemiddelde fosfaattoestand ruim voldoende.

Tabel 4.1 Landbouwkundige waardering van de fosfaattoestand voor grasland op basis van P-AL.

Landbouwgebieden	Grondsoort	Afkorting	P-AL gem	Klasse
Bouwhoek en Hogeland	20	BH-20	41	Ruim voldoende
Centraal Veehouderijgebied	10	CV-10	65	Hoog
Hollands/Utrechts weidegebied	60	HU-60	39	Ruim voldoende
IJsselmeerpolders	20	IJ-20	39	Ruim voldoende
Noordelijk Weidegebied	10	NW-10	36	Ruim voldoende
Oostelijk Veehouderijgebied	10	OV-10	47	Ruim voldoende
Rivierengebied	40	RE-40	32	Voldoende
Veenkoloniën en Oldambt	10	VO-10	38	Ruim voldoende
Waterland en Droogmakerijen	20	WD-20	38	Ruim voldoende
Westelijk Holland	20	WH-20	39	Ruim voldoende
Zuidelijk veehouderijgebied	10	ZV-10	53	Hoog
Zuid-Limburg	71	ZL-71	28	Voldoende
Zuidwest-Brabant	10	ZWB-10	44	Ruim voldoende
Zuidwestelijk akkerbouwgebied	20	ZWA-20	43	Ruim voldoende



Figuur 4.1 Schematische weergave van de gemiddelde fosfaattoestand van de belangrijkste grondsoort in elk van de 14 LEI gebieden. De landbouwkundige klassenindeling voor grasland is gebaseerd op de combinatie P-AL en P-PAE. Labels geven een afkorting voor het gebied + grondsoortaanduiding (zie Tabel 4.1).

In Tabel 4.2 zijn per landbouwgebied de trends voor de fosfaat grondparameters samengevat en het P-gehalte in graskuil.

Tabel 4.2. Verloop van de trend in fosfaat bodemparameters en P-gehalte gewas per landbouwgebied voor de overheersende grondsoort getoetst met een 95% betrouwbaarheidsinterval (- daling, 0 gelijk en + stijging). De gemiddelde waarde is van het referentiejaar en de totale verandering is de verandering over de gemeten jaren. Gegroepeerd per grondsoort

Landbouwgebied	Grond	P-PAE (mg P/kg)			P-AL (mg P ₂ O ₅ /100g)			P-gehalte gras (mg P/kg ds)		
		Trend	Gem 2006	Afname '06-'12	Trend	Gem 2000	Toename '00-'12	Trend	Gem 2000	Afname '00-'12
C-Veehouderijgebied	10	-*	5,5	-0,9	0	65	5	-	4,7	-0,4
N-Weidegebied	10	-*	3,1	-1,1	0	36	0	-	4,4	-0,5
O-Veehouderijgebied	10	-*	3,7	-1,3	0	47	2	-	4,5	-0,4
Veenkoloniën en Oldambt	10	-*	2,9	-1,1	0	38	3	-	4,5	-0,5
Z-veehouderijgebied	10	-*	4,8	-1,1	+	53	11	0	4,5	-0,2
ZW-Brabant	10	-*	3,4	-1,1	+	44	7	-	4,4	-0,4
Bouwhoek en Hogeland	20	-*	3,9	-0,9	+	41	8	0	4,5	-0,2
IJsselmeerpolders	20	-*	2,3	-1,3	+	39	10	0	4,5	-0,3
Waterland en Droogmakerijen	20	-*	3,7	-1,6	+	38	13	-	4,7	-0,3
Westelijk Holland	20	-*	2,6	-0,9	+	39	12	-	4,5	-0,3
ZW-akkerbouwgebied	20	-*	2,7	-1,0	+	43	12	0	4,4	-0,2
Rivierengebied	40	-*	3,1	-0,9	+	32	13	-	4,5	-0,4
Hollands/Utrechts weidegebied	60	-*	2,0	-0,8	0	39	2	-	4,4	-0,5
Zuid-Limburg	71	-*	3,3	-1,5	+	28	3	0	4,5	-0,3

* de dalende trend is niet significant door het relatief gering aantal jaren (6 jaar) dat P-PAE is gemeten.

In alle 14 LEI-landbouwgebieden is sprake van een dalende trend in het direct beschikbare fosfaatgehalte P-PAE op grasland. Deze trend is statistisch niet significant omdat dit kengetal slechts gedurende 6 jaar is gemeten. De trend is wel opvallend. P-PAE is het hoogst voor de dekzanden in het centrale en zuidelijke veehouderijgebied. In deze twee gebieden is echter de gemiddelde procentuele afname in P-PAE het kleinst van alle onderzochte gebieden. De totale afname in P-PAE is voor alle LEI-gebieden waar zand de voornaamste grondsoort is gemiddeld 1,1 mg P/kg over de jaren 2006 tot 2012. De gemiddeld procentuele afname is het grootst in de zeeklei van de IJsselmeerpolders (-7,8% per jaar, P=0,09) en in de Lössgronden in Zuid-Limburg (-6,7% per jaar, P=0,14). Vergeleken met de andere LEI gebieden is de fosfaattoestand in deze twee gebieden relatief laag (maar nog steeds ruim voldoende tot hoog (Figuur 4.1)). Samen met Waterland en Droogmakerijen (1,6 mg P/kg) is de absolute afname in de lössgronden in Zuid-Limburg het grootst (1,5 mg P/kg).

In tegenstelling tot de dalende trend in P-PAE is in negen van de 14 gebieden een significant stijgende trend in het totaal beschikbare fosfaat (P-AL) te zien. In vijf gebieden blijft P-AL gelijk dat wil zeggen er is geen significante trend. In geen van de landbouwgebieden is er een dalende trend in P-AL-getal. Over het algemeen laten de kleigronden een stijgende trend zien en blijft P-AL in de (dek)zandgronden onveranderd. Uitzondering zijn de dekzanden in het Zuidelijk veehouderijgebied en in Zuidwest Brabant waar P-AL een stijgende trend laat zien. Voor de LEI-gebieden waar zeeklei de voornaamste grondsoort is, is de totale toename in P-AL tussen 2000 en 2012 tussen 8 en 13 P-AL-eenheden (mg P₂O₅/100g).

Het P-gehalte in graskuil laat in alle 14 gebieden een dalende trend zien. Deze is in 9 gebieden significant. Opvallend is dat voor alle landbouwgebieden en grondsoorten het verschil in P-gehalte klein is; deze fluctueert tussen gemiddeld 4,4 en 4,7. In het gebied met de hoogste fosfaattoestand (centrale veehouderijgebied) is het P-gehalte 4,7. Bij P-gehalten boven de 3,5 g kg/ds is het vrijwel zeker dat er geen opbrengstdervingen zijn door te weinig P. Veevoedingstechnisch is een P-gehalte in gras van 3,5 meestal voldoende om op rantsoenniveau voldoende P voor het melkvee beschikbaar te hebben. Omdat het P-gehalte gemiddeld genomen hoog is, is de verwachting dat een afname in beschikbaar fosfaat zal leiden tot een afname in P-gehalte.

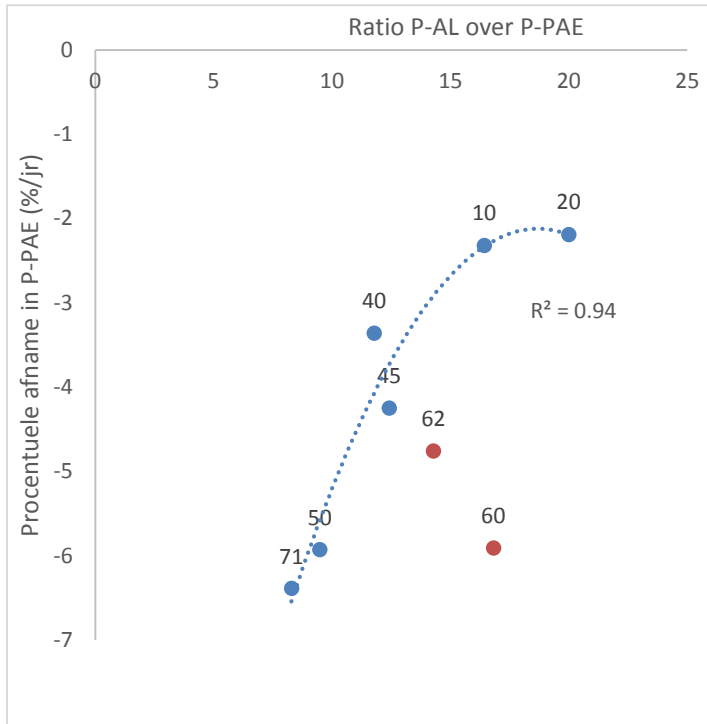
Het P-gehalte in de graskuil daalt significant in die gebieden waar P-AL niet veranderd en P-PAE een dalende trend laat zien. In de 5 gebieden waar het P-gehalte in de graskuil onveranderd blijft, stijgt P-AL. In een aantal gebieden daalt het P-gehalte in het gras ondanks dat P-AL stijgt. Dit gebeurt op de zeekleigronden in westelijk Holland en Waterland en droogmakerijen en de rivierklei in het rivierengebied. Maar ook in de dekzanden in Zuidwest Brabant stijgt de gemiddelde P-AL en daalt het gemiddelde P-gehalte in de graskuil.

Een direct verband tussen verandering in fosfaattoestand (P-AL en P-PAE) en verandering in P-gehalte van de graskuil ontbreekt. Dit is te verwachten omdat P-gehalte van het gras niet alleen afhankelijk is van de fosfaattoestand van de grond maar ook van P-bemesting en ook van de factoren die de opbrengst bepalen zoals N-bemesting en vochtvoorziening en temperatuur. Andere factoren die inspelen op de beschikbaarheid van het aanwezige fosfaat in de bodem en de toegediende P-gift zijn pH (bijvoorbeeld bekalking), organische stof, vorm waarin P is toegediend, tijdstip en plaatsing van de gift.

In de dekzandgronden in het zuidelijke veehouderijgebied kan geconcludeerd worden dat de fosfaattoestand erg hoog is (Figuur 4.1.) en over de onderzochte jaren verder stijgt; P-AL stijgt significant, de dalende trend in P-PAE is het kleinst van alle gebieden en het P-gehalte in het gras is hoog en blijft ook (statistisch) onveranderd. De mestgift is er hoger geweest dan wordt afgevoerd door gewas of uit de graslandzode verdwijnt door uit- of afspoeling.

De negatieve trend (niet significant) van de gemiddelde P-PAE in de verschillende gebieden is zeer opmerkelijk. Met name in combinatie met een toename in P-AL is dit niet direct te verklaren. Wanneer naar de grondsoorten wordt gekeken zonder onderscheid te maken naar LEI-gebied, dan neemt P-PAE significant af voor kleig veen (60) en lössgrond (71). Voor de andere grondsoorten is de dalende trend niet significant.

De procentuele verandering in P-PAE per jaar (helling van de grafieken waarin de gemiddelde P-PAE ten opzichte van de P-PAE in het referentiejaar is uitgezet tegen het jaar van meten) is gerelateerd aan de buffercapaciteit van de grond. De buffercapaciteit is het vermogen van een grond om een verandering in P-PAE tegen te gaan. Bijvoorbeeld een grond met een lage P-PAE en een hoge P-AL heeft een grote buffercapaciteit: zodra P aan deze grond wordt onttrokken zal P-AL een verandering in P-PAE bufferen. De buffercapaciteit kan worden benaderd door de verhouding P-AL over P-PAE (Van Rotterdam et al., 2009). In Figuur 4.2 is te zien dat er een relatie bestaat tussen de gemiddelde buffercapaciteit van een grondsoort en de procentuele afname in P-PAE over de jaren 2006-2012. De gronden waar P-AL relatief groot is ten opzichte van P-PAE (grondsoort dekzand (10) en zeeklei (20)) is de procentuele afname in P-PAE relatief klein. In de gronden waar P-AL relatief klein is ten opzichte van P-PAE (dalgrond (50) en lössgrond (71)) is de procentuele daling van P-PAE relatief groot. De veengronden vormen een uitzondering op deze relatie. De reden hiervoor is dat organische stof een belangrijke maar complexe rol speelt in de fosfaatbeschikbaarheid.



Figuur 4.2 Relatie tussen de procentuele verandering in de gemiddelde P-PAE per jaar over de jaren 2006-2012 en de buffer capaciteit van deze grondsoort zoals berekend op basis van de ratio gemiddelde P-AL over gemiddelde P-PAE. Bij elk datapunt is de grondsoort aanduiding getoond. De veengronden (60 en 62) zijn niet meegenomen in de relatie.

De relatie tussen de afname in P-PAE en de buffercapaciteit is niet meer duidelijk aanwezig wanneer onderscheid wordt gemaakt naar LEI-landbouwgebied. Een reden hiervoor is mogelijk het verschil in fosfaat- en stikstofbemesting tussen de regio's. Over de jaren 2000 tot 2012 is de gemiddelde P-gift sterk afgenomen (data CBS). Voor heel Nederland daalde de gift van 90 kg P_2O_5 /ha/jaar in 2000 naar 68 kg P_2O_5 /ha/jaar in 2012. De P-gift per jaar kan ook worden gedifferentieerd naar LEI-gebied. De hoge P-toestand in de centrale en zuidelijke veehouderijgebieden (Figuur 4.1) kan dan worden verklaard uit de relatief hoge P-giften in deze twee gebieden (in 2000 126-129 kg P_2O_5 /ha ten opzichte van gemiddeld 90 voor heel Nederland). De CBS data maken geen onderscheid tussen grasland en bouwland en ook niet tussen grondsoorten.

Voor gras is N-bemesting belangrijk voor gewasopbrengst, en daarmee bepalend voor de P-onttrekking. N-bemesting is in de jaren 2000 tot 2012 ook sterk afgenomen. Voor heel Nederland daalde de gift van gemiddeld 236 kg N/ha/jaar in 2000 naar 189 kg N/ha/jaar in 2012. Tussen de verschillende LEI-gebieden bestaat een groot verschil: voor de centrale en zuidelijke veehouderij gebieden was de afname meer dan 100 kg N/ha (N-gift was in 2000 gemiddeld 350 kg/ha) terwijl in de veenkoloniën de gift van 160 kg/ha onveranderd is gebleven.

De belangrijkste oorzaak voor de dalende trend in P-PAE en P-gehalte in de graskuil moet gezocht worden in de gemiddeld dalende mestgiften. Daarnaast lijken de dalende mestgiften geen effect te hebben op P-AL. Ondanks de dalende trend is de verandering in het P-gehalte in de graskuil niet alleen gerelateerd aan de verandering in P-gift. Factoren die een rol spelen zijn fosfaattoestand van de grond, geteelde gewas, opbrengstpotentieel, beschikbaarheid van meststoffen (veehouderij gebieden) en wet- en regelgeving. Dat P-gift een rol speelt is duidelijk maar wat deze rol precies is niet.

Den Boer en Bakker (2005) hebben de bemesting en kwaliteit van graskuilen van Koeien & Kansen-bedrijven over de periode 1997-2003 geanalyseerd. In deze periode hebben de deelnemende bedrijven laten zien dat de fosfaattoestand (P-AL-getal) kon worden gehandhaafd met inachtneming van de strengere MINAS-verliesnormen. Gelijktijdig kon het P-gehalte in de graskuilen op een gemiddeld niveau van 4,1 g P/kg ds worden gehandhaafd. Uitschieters in fosfaatgehalten in gras hingen samen met de vochtvoorziening, in combinatie met temperatuur. Door de droge zomer in 2003 wist het gras minder P op te nemen terwijl het P-gehalte in 2000 hoog was door een goede vochtvoorziening in combinatie met een hoge temperatuur. Oenema et al (2005) laten voor de Koeien & Kansenbedrijven op zandgrond zien dat het P-AL-getal en het organische stofgehalte geen relatie hebben met de opbrengst. De bedrijven kunnen bij uiteenlopende P-AL-getallen en organische stofgehalten door goed management (zoals beregening, bemesting en graslandgebruik) vergelijkbare opbrengsten realiseren.

4.2 N-totaalgehalte, organische stofgehalte en CN-quotiënt

In Tabel 4.3 zijn per landbouwgebied de trends voor de bodemparameters organische stofgehalte, N-totaal, CN-quotiënt en ruw eiwitgehalte van graskuil samengevat. De andere gewasparameters (ruwe celstof en VCOS) zijn in deze tabel niet getoond omdat er in geen van de gebieden een significante trend was.

Tabel 4.3 Verloop van de trendlijn van de bodemparameters organische stofgehalte, N-totaal, CN-quotiënt en ruw eiwitgehalte van graskuil per landbouwgebied voor de overheersende grondsoort getoetst met een 95% betrouwbaarheidsinterval (- daling, 0 gelijk en + stijging). De gemiddelde waarde is van het referentiejaar en de totaal gemiddelde verandering (Δ) over de jaren 2000 tot 2012.

Landbouwgebied	Grond	OS-gehalte			N-totaal			CN			Ruw eiwit		
		trend	gem	Δ	trend	gem	Δ	trend	gem	Δ	trend	Gem	Δ
Centraal Veehouderijgebied	10	0	5,5	0,4	0	2150	170	0	13,8	0,9	-	180	-25
Noordelijk Weidegebied	10	0	8,3	-0,3	0	3091	-122	0	15,0	0,4	-	180	-22
Oostelijk Veehouderijgebied	10	0	5,9	0,4	0	2166	41	0	16,5	0,1	-	184	-26
Veenkoloniën en Oldambt	10	0	8,0	0,3	0	2775	107	0	18,2	-0,3	-	179	-21
Zuidelijk veehouderijgebied	10	0	4,9	0,0	0	1718	-21	0	14,9	0,7	-	180	-27
Zuidwest-Brabant	10	0	5,4	0,6	0	2244	-270	0	13,9	1,4	-	173	-28
Bouwhoek en Hogeland	20	0	7,7	1,1	0	3800	200	0	8,4	0,7	-	169	-20
IJsselmeerpolders	20	-	4,7	-1,3	-	2656	-602	+	8,7	1,4	-	177	-29
Waterland en Droogmakerijen	20	+	14,5	3,4	0	7044	70	0	8,9	0,6	-	173	-19
Westelijk Holland	20	0	9,5	0,4	0	4880	-362	0	9,2	0,2	-	167	-15
ZW-akkerbouwgebied	20	0	8,2	0,4	0	4578	-368	0	8,9	-0,1	-	165	-23
Rivierengebied	40	0	9,8	0,1	0	5116	-184	0	8,6	0,2	-	178	-23
Hollands/Utrechts weidegebied	60	0	28,8	-2,4	0	11193	143	0	11,0	0,2	-	172	-22
Zuid-Limburg	71	0	6,6	0,6	0	2659	-53	+	8,6	1,5	-	178	-21

Het N-totaalgehalte blijft, op de zeeklei van de IJsselmeerpolders na, onveranderd over de onderzochte jaren. In de IJsselmeerpolders is de trend dalend. Deze dalende trend komt overeen met een dalende trend in organische stofgehalte en stijgende trend in CN-quotiënt. Naast dat de IJsselmeerpolders een dalende trend in organische stofgehalte laten zien, is op de zeeklei in de Waterland en droogmakerijen juist een stijgende trend in het gemiddelde organische stofgehalte te zien. Voor de overige gebieden blijven N-totaal, organische stofgehalte en CN-quotiënt onveranderd.

Gemiddeld genomen weten de agrariërs in de 14 landbouwgebieden het organische stofgehalte in een stabiele situatie te houden. Verreweg het grootste deel van het N-totaalgehalte bestaat uit organisch gebonden N. Omdat het organische stofgehalte en CN-quotiënt gelijk blijven is het logisch dat het N-totaalgehalte ook gelijk blijft. Dat betekent dat door graslandbeheer en bemesting er een min of meer zelfde hoeveelheid organische stof van een zelfde kwaliteit over de onderzochte jaren is aangevoerd als in de bodem is gemineraliseerd.

Wanneer voor de grondsoorten geen onderverdeling naar LEI gebied wordt gemaakt blijft het organische stofgehalte voor zeelei onveranderd. Voor dalgrond en kleilig veen is er wel een significant dalende trend te zien over de jaren 2000-2012. Alleen de daling in organische stofgehalte voor kleilig veen gaat gepaard met een significante daling in N-totaal.

Het is zeer opvallend dat voor alle gebieden het ruweiwitgehalte significant daalt in de periode 2000-2012. Deze waarneming komt overeen met de bevindingen van Reijneveld et al. (2013). In een studie naar de relatie tussen bodemvruchtbaarheid en ruwvoer kwaliteit van voorjaarskuilen op melkveehouderijen laten Reijneveld et al. op basis van BLGG-data van melkveehouderijbedrijven zien dat voor de periode 1996-2009 op landelijk en regionaal niveau (Groene Hart (kleilig veen), Rivierenland (rivierklei) en De Achterhoek (dekzand)) het ruw eiwitgehalte in voorjaarskuilen significant daalt. Voor dezelfde regio's werd voor de periode 2000-2010 geen significante verandering in het P-AL-getal, P-PAE-getal, organische stofgehalte en pH gevonden. Voor de periode begin jaren '70 tot 2000 is naar de ontwikkeling van het P-AL-getal, organische stofgehalte en pH gekeken. Er werd op regionaal niveau voor het Groene Hart een kleine significante daling van het organische stofgehalte gevonden, voor Rivierenland een significante kleine daling in het organische stofgehalte en voor De Achterhoek een significante kleine daling van de pH.

Het ruweiwitgehalte wordt niet alleen bepaald door de N-bemesting maar ook door de NLV (N-leverend vermogen). Het NLV is ontwikkeld begin jaren 90 bij het toenmalig mestgebruik en gebaseerd op de relatie tussen de N-opbrengst van onbemeste percelen en het N-totaalgehalte in de laag 0-10 cm (Hassink, 1996 en bemestingsadviesbasis). Dit verband is geldig zolang er in het landbouwkundig handelen niet veel wijzigt. Sinds 2000 is het gebruik van dierlijke mest op grasland (en maïsland) afgenomen. Daarmee is ook de aanvoer van gemakkelijk mineraliseerbare organische stof afgenomen. Het gevolg kan zijn een daling van de natuurlijke stikstoflevering waardoor extra stikstof nodig is om eenzelfde opbrengst en kwaliteit van kuilgras te realiseren als 10 jaar geleden. Of dit ook zo is zal nader onderzoek moeten uitwijzen. Er zijn nieuwe bodemparameters voor N-beschikbaarheid maar mogelijk volstaat een herijking.

Voor de sector is het van groot belang dat de vruchtbaarheid op peil blijft om voldoende gras van goede kwaliteit te kunnen produceren. Het voorstel is dan ook om na te gaan in hoeverre er sprake is van een afname van het N-leverend vermogen en als dit zo is hoeveel extra stikstof er dan nodig is om deze afname te compenseren. Dit is belangrijk voor alle grondsoorten, maar het meest voor zandgronden daar die de laagste N-gebruiksnormen kennen.

In de data-analyse van Den Boer en Bakker (2005) laten de auteurs zien dat door het gewijzigde management, met name de hoeveelheid bemesting en de verdeling van de bemesting over de snedes, het ruw eiwitgehalte in de voorjaarskuilen is gedaald van gemiddeld 177 naar 155 g RE/kg ds. Het Regehalte in de zomerkuilen is afgenomen van 177 naar gemiddeld 165 gram. Het ruweiwitgehalte in najaarskuilen varieert sterk tussen de jaren. Het is afgenomen van 200 g/kg ds in 1999 naar 175 g in 2002. Door de sterke mineralisatie na de droge zomer was het ruweiwitgehalte in de najaarskuilen van

2003 weer ruim boven 200.

Den Boer en Bakker laten ook zien dat het verlagen van de N-bemesting niet heeft geleid tot een lager gehalte in darmverteerbaar eiwit (DVE) in de kuilen maar heeft geleid tot een daling van het onbestendig eiwitgehalte. De onbestendige eiwitbalans (OEB) is gedaald van 48 g OEB /kg di in 1999 naar circa 35 g op jaarbasis in 2003. De daling van RE en OEB was het sterkst in het voorjaar en in de zomer. In het najaar varieerden het RE-gehalte en OEB tussen de jaren als gevolg van een verschil in N-mineralisatie in de bodem in de verschillende jaren.

Reijneveld et al (2013) concluderen na de analyse van BLGG-databestanden dat er grote verschillen zijn in bodemvruchtbaarheid tussen de onderzochte regio's (Groene Hart, Rivierenland en De Achterhoek) maar dat de verschillen in bodemkwaliteit op regionaal niveau niet worden teruggevonden in verschillen in ruwvoer kwaliteit (voorjaarsnedes). Bedrijven op zandgrond produceren ongeveer dezelfde gewaskwaliteit als bedrijven op rivierkleigrond. Echter, als in plaats van regio naar het bedrijfsniveau wordt gekeken dan zijn er wel verschillen.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

- De gemiddelde fosfaattoestand, op basis van zowel P-AL als P-PAE, in de voornaamste grondsoort in 12 van de 14 LEI-gebieden te classificeren is als hoog. In twee gebieden is de gemiddelde fosfaattoestand ruim voldoende.
- In alle LEI-gebieden is een negatieve trend in direct beschikbaar P zoals gemeten met P-PAE. Deze trend is door de relatief klein aantal datapunten (2006-2012) en de spreiding tussen deze punten niet significant. De afname is significant voor de grondsoorten kleiig veen en lössgrond.
- Voor de verschillende grondsoorten is de procentuele afname in gemiddeld P-PAE-gehalte gerelateerd aan de gemiddelde buffercapaciteit van deze grondsoorten. Uitzondering is (kleiig) veen omdat organische stof een belangrijke maar complexe interactie heeft met fosfaatbeschikbaarheid.
- In contrast met de dalende trend in direct beschikbaar P, laat het gemiddelde totaal beschikbaar P, zoals gemeten met P-AL in 9 van de 14 LEI-gebieden een significant stijgende trend zien. De trend is positief voor de grondsoorten zeeklei, rivierklei, maasklei, veen en lössgrond. Voor de dekzanden, dalgronden en kleiig veen blijft P-AL onveranderd.
- Het gemiddelde P-gehalte in de graskuil is in 9 van de 14 LEI-gebieden significant gedaald met 0,4 g/kg ds tot 4,1 g/kg/ds. In 5 gebieden is het gemiddelde P-gehalte (4,5 g/kg ds ha) niet veranderd. Dit zijn de gebieden waar ook P-AL niet veranderd.
- Een direct verband tussen de verandering in fosfaattoestand (P-AL en P-PAE) en verandering in P-gehalte van de graskuil ontbreekt. Dit is te verwachten omdat P-gehalte van het gras niet alleen afhankelijk is van de fosfaattoestand van de grond maar ook van P-bemesting en ook van de factoren die de opbrengst bepalen zoals N-bemesting en vochtvoorziening en temperatuur. Zowel N als P bemesting zijn tussen 2000 en 2012 afgenomen.
- Het gemiddelde P-gehalte in de graskuil van gemiddeld 4,1 g/kg ds (in 2012) is ondanks de dalende trend nog steeds hoog.
- Er is een dalende trend in ruw-eiwitgehalte van de graskuil in alle 14 LEI-gebieden. Gemiddeld is het ruweiwitgehalte met 23 g RE/kg ds gedaald en bedraagt nu gemiddeld 152 g RE/kg ds.
- Ruwe celstof en VCOS zijn gemiddeld op een voldoende niveau en blijven in de periode 2000-2012 onveranderd.
- Zowel het gemiddelde organische stofgehalte, N-totaalgehalte als CN-quotiënt blijven onveranderd. Uitzondering zijn een afname in organische stof- en N-totaalgehalte en toename in CN in de zeeklei van de IJsselmeerpolders en een toename in organische stofgehalte in de zeeklei van Waterland en Droogmakerijen.

5.2 Aanbevelingen

- Het verdient aanbeveling de dalende trend in direct beschikbare fosfaattoestand (P-PAE) van de grond en het gemiddelde P-gehalte in de graskuil te monitoren. Om hier goed op te kunnen anticiperen is het van belang de oorzaken van deze dalende trends te onderzoeken.
- De ruweiwitgehalten zijn sterk gedaald. De vraag is of dit het gevolg is van alleen een teruggang in de bemesting of dat er ook andere oorzaken meespelen zoals een dalende NLV.

Literatuur

Den Boer DJ & Bakker RF (2005) Bemesting en kwaliteit graskuil. Koeien & Kansen, 1997-2003. Rapport 25 (NMI-rapport 215.03). pp30.

Hassink J (1996) Voorspellen van het stikstofleverend vermogen van graslanden. In: Loonen JWGM & Bach-de Wit WEM (eds.) Stikstof in Beeld. Naar een nieuw bemestingsadvies op grasland, 15-35.

Oenema J, Verloop J, Bakker RF, Den Boer DJ & Aarts HFM (2005) De invloed van het mestbeleid op de opbrengst van grasland. Koeien & Kansen Rapport 29, NMI-rapport 215.03-I. pp56.

Reijneveld JA, Abbink GW, Termorshuizen AJ & Oenema O (2013) relationships between soil fertility, herbage quality, and manure composition on grassland-based dairy farms. In: Unravelling changes in soil fertility of agricultural land in The Netherlands. Pp. 91-108.

Van Rotterdam-Los AMD, Bussink DW (2012) Implementatie van een nauwkeurige bepaling van de fosfaattoestand voor de indeling van gronden in waarderingsklassen. NMI rapport 1477.N.12

Van Rotterdam-Los AMD, Bussink DW, Temminghoff EJM & Van Riemsdijk WH (2009) Naar een betrouwbare schatting van de chemische beschikbaarheid van fosfaat in de bodem. voorspelling van fosfaatopname door raaigras, Bodem jaargang 19, nummer 5, 27-29



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
postbus 250
6700 ag wageningen
binnenhaven 5
6709 pd wageningen
tel. (088) 876 1280
internet www.nmi-agro.nl