



Actualisatie van stikstof- en fosfaatgehalten van akkerbouwgewassen met een groot areaal

F.J. de Ruijter, W. van Dijk, W.C.A. van Geel, G. Holshof, R. Postma, P. Wilting

Actualisatie van stikstof- en fosfaatgehalten van akkerbouwgewassen met een groot areaal

F.J. de Ruijter¹, W. van Dijk¹, W.C.A. van Geel¹, G. Holshof¹, R. Postma², P. Wilting³

Gereviewd door:

J.C. van Middelkoop, Senior onderzoeker, Wageningen University & Research

1 Wageningen University & Research

2 Nutriënten Management Instituut BV

3 Stichting IRS

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business units Agrosysteemkunde en Open Teelten, Nutriënten Management Instituut BV en Stichting IRS, en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit als Additioneel onderzoek in het kader van het 6^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn (projectnummer 3710 4636 00).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, april 2020

Rapport WPR-957

F.J. de Ruijter, W. van Dijk, W.C.A. van Geel, G. Holshof, R. Postma, P. Wiltink, 2020. *Actualisatie van stikstof- en fosfaatgehalten van akkerbouwgewassen met een groot areaal*. Wageningen Research, Rapport WPR-957. 96 blz.; 6 fig.; 20 tab.; 23 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/520624>

Gewasopbrengsten zijn in de loop der jaren veranderd, en ten behoeve van het mestbeleid is inzicht nodig in de mate waarin de afvoer met stikstof (N) en fosfaat (P) ook is gewijzigd. Afvoer van N en P wordt veelal berekend uit min of meer gemeten opbrengsten en gewasspecifieke verstekwaarden voor de N- en P-gehalten. Deze verstekwaarden zijn grotendeels ontleend aan proeven van tientallen jaren geleden. Zo wordt nog veel gebruik gemaakt van de database 'Kiezen uit Gehalten III' die goeddeels gebaseerd is op een publicatie van Beukeboom uit 1996, en de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen van Van Dijk uit 2003. Er zijn aanwijzingen dat gestegen opbrengsten samengaan met gedaalde gehalten, waardoor een actualisatie van N- en P-gehalten in geogst product nodig is.

N- en P-gehalten zijn bepaald voor bouwlandgewassen met een groot areaal. Hiervoor is een uitgebreide dataset opgezet met voornamelijk gegevens uit het onderzoek en deels uit de praktijk voor de periode 1990-2019. N- en P-gehalten zijn voornamelijk bepaald op basis van situaties met bemesting rondom het adviesniveau. Ten opzichte van eerder gehanteerde verstekwaarden zijn N-gehalten uit de voorliggende studie lager, met uitzondering van consumptieaardappelen waarbij het gehalte vergelijkbaar was, en zetmeelaardappelen en snijmais waarbij het gehalte hoger was. De P-gehalten uit de voorliggende studie zijn lager voor consumptieaardappelen, suikerbieten en granen, vergelijkbaar voor pootaardappelen en peen, en hoger voor zetmeelaardappelen, ui en snijmais. Voor een aantal gewassen heeft grondsoort invloed op het N- of P-gehalte en zijn afzonderlijke gehalten voor klei en zand gegeven. Opbrengstniveau heeft soms effect op het gehalte: N- en P-gehalten nemen af met toenemend opbrengstniveau bij de gewassen suikerbiet, zaaiui en wintertarwe. Dit is ook het geval voor de N-gehalten bij snijmais en korrelmais, en het P-gehalte bij zomergerst. Bij de gewassen pootaardappel en korrelmais werd voor het P-gehalte juist een hoger gehalte gevonden met toenemend opbrengstniveau.

Trefwoorden: N-gehalte, P-gehalte, bouwland, zand, klei, opbrengst

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-957

Foto omslag: Frank de Ruijter

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Doel en afbakening	8
2	Materiaal en methoden	9
	2.1 Algemeen	9
	2.2 Databronnen	10
	2.3 Stikstof	10
	2.3.1 Beschikbare N en N-advies	10
	2.3.2 N-gehalte in het gewas	14
	2.4 Fosfaat	14
	2.4.1 Fosfaattoestand en fosfaatbestedingsadvies	14
	2.5 Standaard drogestofgehalten	16
	2.6 Bewerking en analyse van de data	17
3	Resultaten	18
	3.1 Verzamelde data	18
	3.2 N- en P-gehalten per gewas	22
	3.3 Effect van opbrengstniveau op N- en P-gehalte	24
	3.4 Effect van consumptieaardappelras op N- en P-gehalte	26
	3.5 Vergelijking huidige gehalten met eerdere cijfers	27
4	Discussie	31
5	Conclusies	33
	Literatuur	34
	Bijlage 1 Overzicht databronnen	35
	Bijlage 2 Waardering van de fosfaattoestand van de bodem op basis van Pw-getal	44
	Bijlage 3 Aantal waarnemingen voor het N-gehalte per gewas – grondsoort – jaar combinatie	45
	Bijlage 4 Aantal waarnemingen voor het P-gehalte per gewas – grondsoort – jaar combinatie	47
	Bijlage 5 Spreiding in gehalten en opbrengst bij verschillende bemesting	48
	Bijlage 6 Resultaten analyses - stikstofgehalten	70
	Bijlage 7 Resultaten analyses - fosforgehalten	74
	Bijlage 8 Figuren van geselecteerde data	78
	Bijlage 9 Fabrieksbalans fosfaat suikerbieten	94

Samenvatting

Gewasopbrengsten zijn in de loop der jaren veranderd, en ten behoeve van het mestbeleid is inzicht nodig in de mate waarin de afvoer met stikstof (N) en fosfaat (P) ook is gewijzigd. Afvoer van N en P wordt veelal berekend uit min of meer gemeten opbrengsten en gewasspecifieke verstekwaarden voor de N- en P-gehalten. Deze verstekwaarden zijn grotendeels ontleend aan proeven van tientallen jaren geleden. Zo wordt nog veel gebruik gemaakt van de database 'Kiezen uit Gehalten III' die grotendeels gebaseerd is op een publicatie van Beukeboom uit 1996, en de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen van Van Dijk uit 2003. Er zijn aanwijzingen dat gestegen opbrengsten samengaan met gedaalde gehalten, waardoor een actualisatie van N- en P-gehalten in geogst product nodig is.

N- en P-gehalten zijn bepaald voor bouwlandgewassen met een groot areaal: consumptieaardappelen, pootaardappelen, zetmeelaardappelen, suikerbieten, zaai-uien, wintertarwe, zomertarwe, wintergerst, zomergerst, peen, snijmais en korrelmais. Hiervoor is een uitgebreide dataset opgezet met voornamelijk gegevens uit het onderzoek en deels uit de praktijk voor de periode 1990-2019. N- en P-gehalten zijn voornamelijk bepaald op basis van situaties met bemesting rondom het adviesniveau; bij te weinig data is een bredere range gebruikt. Ten opzichte van eerder gehanteerde verstekwaarden zijn N-gehalten uit de voorliggende studie lager, met uitzondering van consumptieaardappelen waarbij het gehalte vergelijkbaar was, en zetmeelaardappelen en snijmais waarbij het gehalte hoger was. De P-gehalten uit de voorliggende studie zijn lager voor consumptieaardappelen, suikerbieten en granen, vergelijkbaar voor pootaardappelen en peen, en hoger voor zetmeelaardappelen, ui en snijmais.

Voor een aantal gewassen heeft grondsoort invloed op het N- of P-gehalte en zijn afzonderlijke gehalten voor klei en zand gegeven. Opbrengstniveau heeft soms effect op het gehalte: N- en P-gehalten nemen af met toenemend opbrengstniveau bij de gewassen suikerbiet, zaaiui en wintertarwe. Dit is ook het geval voor de N-gehalten bij snijmais en korrelmais, en het P-gehalte bij zomergerst. Bij de gewassen pootaardappel en korrelmais werd voor het P-gehalte juist een hoger gehalte gevonden met toenemend opbrengstniveau.

1 Inleiding

Het Zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (LNV, 2017) merkt op dat gestegen en/of bovengemiddelde gewasopbrengsten een verruiming van gebruiksnormen kunnen rechtvaardigen (paragraaf 3.2.1.1). Het Zesde Actieprogramma geeft daarom aan dat bij de evaluatie van het stelsel van gebruiksnormen rekening gehouden moet worden met de veranderde gemiddelde opbrengsten (maatregel 5.2.1) en met afwijkende opbrengsten (maatregel 5.2.5 en 5.3.4). In dit onderzoek worden de stikstof- en fosforgehalten in een aantal gewassen geactualiseerd en, waar relevant, gedifferentieerd naar onder andere opbrengst. Dit levert informatie op over de vraag in hoeverre een hogere opbrengst ook leidt tot een hogere stikstof- en/of fosfaatafvoer en dus een hogere stikstof- en/of fosfaatbehoefte. Deze gegevens zijn nodig voor actualisering van gebruiksnormen op basis van nieuwe inzichten in gehalten, opbrengsten en teeltwijzen.

1.1 Achtergrond

Voor goede gewasgroei dienen telers nutriënten zoals stikstof (N) en fosfor (P) toe. Dit gebeurt voor een belangrijk deel via meststoffen: organische mest en kunstmest. Om de belasting van grond- en oppervlaktewater met N en P te minimaliseren, moet de aanvoer van N en P in overeenstemming zijn met de afvoer vermeerderd met de toelaatbare of onvermijdelijke verliezen. Wat een teler aanvoert is doorgaans redelijk bekend op basis van beschikbare chemische analyses (gecertificeerde meststoffen, vervoersbewijzen dierlijke mest en verplichte mest-analyses), maar wat hij afvoert is in veel gevallen gebaseerd op de combinatie van min of meer gemeten opbrengsten en gewasspecifieke verstekwaarden voor de N- en P-gehalten. Jaarlijkse meting van de chemische samenstelling van ieder individueel oogstproduct is namelijk kostbaar. De aldus veronderstelde afvoer vormt ook de basis voor de berekening van bodemoverschotten. De uitkomst van dergelijke berekeningen wordt gebruikt in adviessystemen voor telers, voor de onderbouwing van de N- en P-gebruiksnormen en ten behoeve van (inter-)nationale monitoringsverplichtingen inzake milieubelasting door de landbouw. Het is daarom belangrijk om van verstekwaarden uit te gaan die een zo goed mogelijke weergave van de werkelijkheid zijn.

De verstekwaarden die op dit moment gebruikt worden zijn onderwerp van discussie geworden. Telersorganisaties geven aan dat autonoom gestegen gewasopbrengsten een navenante opwaartse bijstelling van N- en P-gebruiksnormen rechtvaardigen. Het bodemoverschot, en in verband daarmee de milieubelasting, zou als gevolg van een dergelijke bijstelling immers onveranderd blijven. In reactie hierop wordt vanuit het landbouwkundig onderzoek aangegeven dat hogere opbrengsten bij een aantal gewassen hand in hand blijken te gaan met verlaagde gehalten ('verdunningseffect') (Ten Berge *et al.*, 2012; 2017; Van der Schoot en Van Dijk, 2001). Gestegen opbrengsten betekenen derhalve niet automatisch dat de N- en P-afvoer in gelijke mate is gestegen. Een verhoging van gebruiksnormen die procentueel gelijke tred houdt met de opbrengststijging, zou daarom tot een hogere milieubelasting leiden.

Verstekwaarden voor N- en P-gehalten voor zijn grotendeels ontleend aan proeven van, vermoedelijk, tientallen jaren geleden. Het is daarom denkbaar dat als gevolg van gestegen opbrengsten die gehalten de huidige werkelijkheid overschatten. Zo wordt in studies ter advisering van de Ministeries van EZK en LNV doorgaans gebruik gemaakt van de verstekwaarden uit de database 'Kiezen uit Gehalten III' die goeddeels gebaseerd is op een publicatie van Beukeboom uit 1996. Deze waarden worden ook weergegeven in Van Dijk (2003), waarbij voor een aantal gewassen (o.a. broccoli, stamslaboon) de gehalten zijn aangepast op basis van een in 2001 uitgevoerde studie met destijds recente gegevens van N- en P-gehalten van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (Van der Schoot en Van Dijk, 2001). Voor zover de relaties tussen opbrengsten en gehalten bekend zijn, is deze informatie moeilijk te gebruiken om die gedateerde gehalten te actualiseren naar de

huidige opbrengstniveaus. Het is namelijk onbekend op welk opbrengstniveau die veel gebruikte verstekwaarden als die in Beukeboom (1996) en Van Dijk (2003) betrekking hebben.

Ehlert *et al.* (2006) hebben het verloop van opbrengsten en P-gehalten van een aantal gewassen over een lange reeks van jaren bekeken. Voor snijmais, suikerbiet, rogge en zomergerst werden geen significante veranderingen in het P-gehalte gevonden. Voor aardappel, wintertarwe en zomertarwe daalde het P-gehalte, en steeg de opbrengst. De P-afvoer bleef bij aardappel hierdoor min of meer constant. Bij tarwe steeg de P-afvoer minder hard dan de opbrengst. Voortbouwend op dit onderzoek hebben Ehlert *et al.* (2009) voor een brede reeks van gewassen een overzicht gemaakt van P-gehalten in afgevoerd product. Deze P-gehalten verschillen voor veel gewassen met die welke gegeven worden door Beukeboom (1996) en Van Dijk (2003), en zijn naast elkaar gezet in Schröder en Van Dijk (2017). Bij sommige groentengewassen geven Ehlert *et al.* (2009) hogere P-gehalten dan Beukeboom (1996) en Van Dijk (2003). Voor de akkerbouwgewassen met een groot areaal daarentegen zijn met uitzondering van zetmeelaardappelen en uien de P-gehalten zoals gegeven door Ehlert *et al.* (2009) lager dan die uit Beukeboom (1996) en Van Dijk (2003).

Bij N-gehalten zijn vergelijkbare veranderingen gevonden als bij P-gehalten. Schröder en Van Dijk (2017) citeren Ten Berge *et al.* (2012) en geven aan dat verdunning leidt tot een lager N-gehalte voor iedere ton meeropbrengst aan vers (marktbaar) product van 0,04 kg N per ton bij snijmais, 0,02 bij suikerbiet, 0,03 bij consumptieaardappel, 0,04 bij fabrieksaardappel, 0,02 bij zaaiui, 0,20 bij wintertarwe, 0,19 bij zomertarwe en 0,15 bij zomergerst.

Voor berekening van de actuele N- en P-afvoer met geogst product is informatie over huidig opbrengstniveau en huidig gehalte nodig. Schröder en Van Dijk (2017) hebben hiervoor berekeningen uitgevoerd op basis van N-gehalten zoals vermeld door Beukeboom (1996) en Van Dijk (2003), en P-gehalten zoals vermeld door Ehlert *et al.* (2009). Het eerdergenoemde negatieve verband tussen opbrengsten en gehalten is door Schröder en Van Dijk (2017) nog niet meegenomen omdat nog niet duidelijk was op welk opbrengstniveau de gebruikte verstekwaarden betrekking hebben. Zij adviseren daarom om N- en P-gehalten te updaten, en een verband te leggen tussen gehalten en het opbrengstniveau.

1.2 Doel en afbakening

Het doel van de voorliggende studie is om van bouwlandgewassen met een groot areaal de N- en P-gehalten van het geogste product te actualiseren. De focus ligt hierbij op akkerbouwgewassen (inclusief snijmais) die tezamen minimaal 90% van het bouwlandareaal innemen. Gras wordt hierbij niet meegenomen omdat de schatting van de N- en P-afvoer via de Kringloopwijzer loopt o.a. op basis van gemeten gehalten in de kuilen. Dat geldt voor snijmais in principe ook, maar omdat de teelt van snijmais deels ook plaatsvindt op akkerbouwbedrijven, is een geüpdatet forfaitair gehalte van belang om de N- en P-afvoer op akkerbouwbedrijven te kunnen inschatten. Bij de actualisatie worden ook factoren bekeken die het gehalte kunnen beïnvloeden, zoals opbrengst, ras, bemesting, bodemvruchtbaarheid (o.a. P-toestand) en grondsoort.

De resultaten van dit onderzoek kunnen in vervolgonderzoek gebruikt worden, bijvoorbeeld voor verkenningen van varianten van gebruiksnormen, waarbij de N- en P-afvoer en N- en P-bodemoverschotten een rol spelen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Algemeen

Een bureaustudie is uitgevoerd waarin gegevens uit onderzoek en praktijk zijn verzameld met betrekking tot N- en P-gehalten van de grootste bouwlandgewassen die tezamen ongeveer 90% van het Nederlandse akker- en tuinbouwareaal (incl. snijmais) beslaan (Tabel 2.1). Hierbij is uitgegaan van bestaande gegevens: er zijn geen nieuwe metingen gedaan, en alleen gegevens voor Nederlandse teelt zijn verzameld.

Tabel 2.1 Gewassen met grootste areaal in 2016 die tezamen ongeveer 90% van het Nederlandse akker- en tuinbouwareaal beslaan (incl. snijmais, excl. grasland. Bron: CBS).

Gewas	Oppervlak (ha)
Snijmais	206870
Wintertarwe	117010
Consumptieaardappelen	73320
Suikerbieten	70720
Zetmeelaardappelen	43170
Pootaardappelen	41410
Zaai-uien	25080
Zomergerst	24980
Zomertarwe	11050
Graszaden	9970
Wintergerst	9820
Korrelmais	9120
Winterpeen	6640

Gegevens voor de periode 1990-2019 zijn meegenomen, waarbij het zwaartepunt van dataverzameling lag bij recente data van de periode 2006-2013. Voor sommige gewassen zijn ook gegevens van eerdere jaren dan 1990 aanwezig; deze zijn wel opgenomen in de database maar verder niet gebruikt bij de analyses voor het voorliggende rapport. Dit omdat de insteek was om de N- en P-gehalte te actualiseren op basis van relatief recente data.

De analyses zijn gericht op de grondsoorten klei en zand. Veengrond en löss zijn niet bekeken. Wel bevat de database enkele gegevens voor veengrond met snijmais. In de praktijk is het areaal snijmais op veengrond echter zeer beperkt. Ook zijn er gegevens voor löss met de gewassen consumptieaardappel, snijmais, suikerbiet en wintertarwe, hoofdzakelijk voor de jaren '90.

Gegevens vanuit proeven en praktijk over N- en P-gehalten met bijbehorende teeltinformatie zijn verzameld (Tabel 2.2). Bij proeven zijn de gemiddelden per proefobject ingevoerd (gemiddelde van herhalingen).

Tabel 2.2 Verzamelde gegevens vanuit proeven en praktijk.

Info	Info	Info
Algemeen	Bemesting	Oogstgegevens
Gewas	P ₂ O ₅ -gift (kg/ha)	versopbrengst (ton/ha)
gewasonderdeel	• organische mest	drogestof (%)
proef of praktijk	• toedieningswijze (rij of volvelds)	N-gehalte in drogestof (%)
plot of heel veld	• kunstmest	P-gehalte in drogestof (%)
Proefobject	• toedieningswijze (rij of volvelds)	N-gehalte in vers (%)
Jaar	N-gift (kg/ha)	P-gehalte in vers (%)
Grondsoort	• organische mest	
voorvrucht ¹	• kunstmest	Overig
Locatie	• kunstmest rij (snijmais) ¹	bron
Ras	• beschikbare N	ingevoerd door
	N-advies (kg/ha)	opmerkingen
Bodemgegevens	N-advies geschat ²	
P-toestand		
• Pw		
• P-CaCl ₂		
• P-Al		

¹ Later toegevoegd, en niet beschikbaar voor alle data; ² Later toegevoegd ter indicatie van ingevulde forfaitaire adviesgiften.

2.2 Databronnen

Data zijn afkomstig van:

- WUR:
 - Wageningen Plant Research (WPR): de onderdelen Agrosysteemkunde en Open Teelten (OT),
 - Wageningen Livestock Research (WLR).
- NMI,
- Stichting IRS.

De informatie is deels beschreven in rapporten en voor een deel alleen vastgelegd in interne databestanden. Een complete lijst met databronnen wordt gegeven in Bijlage 1.

Data zijn aangeleverd in Excelbestanden met informatie zoals gegeven in Tabel 2.2 en samengevoegd tot één databestand met bijna 24000 regels.

2.3 Stikstof

Voor stikstof is de totale N-gift via organische mest en via kunstmest ingevoerd, en is de hoeveelheid beschikbare N (werkzame N) berekend. Tevens is de adviesgift opgenomen, zodat selecties in de data gemaakt kunnen worden van bemestingen onder het advies, rondom het advies, of boven het advies.

2.3.1 Beschikbare N en N-advies

2.3.1.1 Beschikbare N

Voor organische mest is bij de berekening van de hoeveelheid beschikbare N rekening gehouden met de mestsoort, toedieningswijze, toedieningstijdstip en stikstofopnameperiode van het gewas zoals beschreven in het Handboek Bodem en Bemesting (CBAV, 2019). Voor kunstmest is gerekend met een werking van 100%. Bij snijmais en rijenbemesting met stikstof (zowel kunstmest als dierlijke mest) is gerekend met een werking van 125% conform huidige bemestingsadvies (CBGV, 2019; www.bemestingsadvies.nl). Voor het overgrote deel van de gegevens over bemesting bij snijmais (>90%) is bekend of deze volvelds of in de rij was toegediend.

2.3.1.2 N-Adviesgift

De adviesgift is bepaald volgens de bemestingsrichtlijn gebaseerd op grondsoort, voorvrucht, Nmin voorafgaand aan de teelt en soms ook ras (CBAV, 2019; CBGV, 2019). De adviesgift is in veel gevallen tijdens het oorspronkelijke onderzoek bepaald en gerapporteerd, en overgenomen in de database. In een aantal gevallen is de adviesgift opnieuw berekend, o.a. wanneer het huidige advies in de tussentijd was aangepast.

Voor de gevallen in de database waarin geen adviesgift bekend was is deze op een andere wijze afgeleid. In enkele gevallen is hierbij uitgegaan van andere beschikbare informatie om de adviesgift te schatten, zoals vergelijkbare objecten in een proef of informatie rondom de optimale N-gift bij N-trappenproeven in suikerbieten. Bij ontbrekende informatie over adviesgiften is echter meestal een standaardwaarde gebruikt op basis van een geschatte Nmin (Tabel 2.3). Het gebruik van een standaardwaarde is in de database aangegeven.

Zoals hierboven aangegeven is in de loop der jaren soms het bemestingsadvies veranderd. Dit was het geval voor zaaiuien. Bij zaaiuien geeft de adviesbasis van 2003 nog een advies voor een eenmalige gift van 100-120 kg/ha (Van Dijk, 2003). Rondom het voor zaaiuien opgezette bemestingsonderzoek in 2006 was er al discussie dat 120 kg/ha te laag was en werd 150 kg/ha gegeven. Het recente advies bedraagt 175 kg/ha, toe te dienen in delen (CBAV, 2019). Als standaardwaarde voor het advies bij zaaiuien wordt daarom 150 kg/ha gebruikt t/m 2013, en voor latere jaren 175 kg/ha. Bij zaaiuien wordt Nmin niet in het advies meegenomen "omdat er geen goed verband bestaat tussen Nmin en de optimale gift" (Van Dijk, 2003).

Tabel 2.3 Gebruikte standaardwaarden voor N-bemestingsadvies wanneer deze niet bepaald waren (CBAV, 2019; snijmais: CBGV, 2019). De Nmin-waarde is een inschatting op basis van expert kennis (Schröder et al., 2004).

Gewas	Grondsoort	Bemestingsrichtlijn	Nmin	Standaard-waarde (kg/ha)
Consumptieaardappelen	klei/löss	285 - 1,1 * Nmin(0-60)	30	252
	zand/dal	300 - 1,8 * Nmin(0-30)	20	264
Pootaardappelen		140 - 0,6 * Nmin(0-60)	30	122
Zetmeelaardappelen	zand/dal	275 - 1,8 * Nmin(0-30)	20	239
Suikerbieten	klei/löss	200 - 1,7 * Nmin(0-60)	30	149
	zand/dal	Zand als klei, dal max 150 kg N/ha	30	149
Zaai-uien		150 / 175		150/175 ^a
Wintertarwe	klei/löss	140 - Nmin(0-100) + 90 + 40/80 ^b	40	230/270
	zand	140 - Nmin(0-100) + 90	40	190
Zomertarwe		120 - Nmin(0-60) + 50	30	140
Wintergerst		120 - Nmin(0-100) + 60	40	140
Zomergerst	klei/löss	100 - Nmin(0-60) ^c	30	70
	zand	120 - Nmin(0-60)	30	90
Was- en winterpeen		100 - Nmin(0-60) + 40	30	120
Graszaad (Engels raaigras) ^d	klei	Eerstejaars: 195 - Nmin(0-90)	40	155
	zand	Eerstejaars: 195 - Nmin(0-60)	30	165
	beide	Overjarig: 160	0	160
Snijmais en korrelmais ^e				
Weinig mest in verleden	klei/löss	205 - Nmin(0-30) - 0	20	185
Veel mest in verleden	klei	190 - Nmin(0-30) - 0	40	150
	zand/dal/löss	190 - Nmin(0-30) - 20 ^f	20	170/150 ^f

^a 150 voor gegevens uit de jaren t/m 2013, 175 voor gegevens na 2013.

^b De eerste gift is maximaal 100, de twee vervolggiften zijn ook maximale waarden, met voor de 3^e gift 40 voor voertarwe en 80 voor baktarwe.

^c Dit is het gemiddelde van brouwergerst (90 - Nmin) en voergerst (110 - Nmin).

^d In nazomer 0-30 kg/ha, afhankelijk van de stand van het gewas.

^e Zie tekst voor verdere toelichting.

^f Nalevering van 20 kg N/ha vanuit verplichte vanggewas voor teelten m.i.v. 2007, dus standaardwaarde 170 t/m 2006, en 150 m.i.v. 2007.

Voor consumptieaardappelen speelt vroegrijpheid van de rassen ook nog een rol, en wordt de adviesgift gekort met 20 kg N/ha per 0,5 lager vroegrijpheidscijfer dan 6,5 (Tabel 2.4). Voor de gevallen waarbij geen ras bekend was, was wel een Nmin bekend en is het advies volgens de algemene bemestingsrichtlijn berekend uit Tabel 2.3.

Tabel 2.4 Consumptieaardappelrassen met vroegrijpheidscijfer en gebruikte standaardwaarde voor het N-bemestingsadvies.

Ras	Vroegrijpheidscijfer (NIVAA, 1994; NIVAP, 2007, 2011)	Standaardwaarde (kg/ha)	
		klei	zand
Agria	5,5	212	
Bintje	6,5	252	264
Challenger	6	232	
Fontane	6	232	244
Hansa	6	232	244
Innovator	7	252	
Jelly	4,5 ^a	172	
Maritiema	6,5	252	
Melody	6	232	
Monte Carlo	7 ^a	252	
Morene	4,5	172	
Mozart	6	232	
Rosago ^a	5,5 ^a	212	
Saturna	6	232	244
Victoria	6,5	252	

A Geen vroegrijpheidscijfer bekend; een waarde geschat op basis van tekstuele informatie over vroegheidsklasse. Rosago gelijk verondersteld aan Rosagold.

Ook bij zetmeelaardappelen is de adviesgift afhankelijk van het vroegrijpheidscijfer, maar zijn rasspecifieke N-bemestingsrichtlijnen gebruikt zoals gegeven door Avebe (2018) (Tabel 2.5). Daarnaast geeft Averis (2019) ook bemestingsinformatie die iets afwijkt van de informatie uit Tabel 2.5:

- Avarna: 140 kg N/ha (dalgrond) – 150 kg N/ha (zandgrond)
- Festien: 150 kg N/ha (dalgrond) – 180 kg N/ha (zandgrond)
- Seresta: 220 kg N/ha (dalgrond) – 250 kg N/ha (zandgrond)

Tabel 2.5 Adviezen voor N-bemesting van zetmeelaardappelrassen. De lage gift geldt voor de teelt op vochthoudende dalgronden, de hoge gift voor droge zandgronden (Avebe, 2018).

140-180 kg N	160-200 kg N	180-220 kg N	200-240 kg N
Axion	Festien	Altus	Seresta
Avarna	Aventra	Supporter	Novano
Sarion	Saprodi	Actaro	
	Merenco	BMC	
	Avito	Simphony	
		Vermont	

Bij de zetmeelaardappelrassen die in de database voorkomen zijn voor de gevallen waarin geen N-bemestingsadvies vanuit het onderzoek is gegeven de volgende standaardwaarden aangehouden, grotendeels gebaseerd op het gemiddelde van de informatie van Avebe (2018) en Averis (2019):

- 04-454 Sloots 160 kg N/ha
- Avarna: 140 kg N/ha (dalgrond) – 180 kg N/ha (zandgrond)
- Festien: 155 kg N/ha (dalgrond) – 190 kg N/ha (zandgrond)
- Seresta; 210 kg N/ha (dalgrond) – 245 kg N/ha (zandgrond)
- Valiant: 160 kg N/ha

Snijmais heeft een N-bemestingsrichtlijn gebaseerd op mestgebruik in het verleden, en het advies omvat naast N_{min} ook de verwachte N-nalevering uit gewasresten van de voorvrucht en ondergewerkte groenbemesters (Tabel 2.6). Rondom het mestgebruik vermeldt het bemestingsadvies (CBGV, 2019; www.bemestingsadvies.nl):

“**Veel mest** betekent dat de voorgaande jaren minimaal 50 m³ drijfmest/ha/jaar is toegediend. **Weinig mest** betekent dat de voorgaande jaren maximaal 10 m³ drijfmest/ha/jaar is toegediend. Ligt het niveau tussen 50 en 10 m³ drijfmest/ha, dan kan men als advies een passende waarde tussen 180-N_{min} en 205-N_{min} kiezen.”

Gegevens over mestgebruik in het verleden zijn niet meegenomen bij de dataverzameling. Bekend is dat bij de proeven op kleigrond in Wageningen en op het proefbedrijf in Lelystad weinig tot geen dierlijke mest is gebruikt. Verondersteld wordt dat er wel dierlijke mest in het verleden is gebruikt op alle andere kleilocaties, veelal praktijkbedrijven, en op de zandgrondlocaties. Hierbij wordt een gemiddeld mestgebruik van 35-40 m³ rundermest verondersteld, gebaseerd op de fosfaatnorm, wat uitkomt op een adviesniveau van 190 – N_{min} – N-nalevering.

Verwachte N-nalevering is afhankelijk van de voorvrucht en/of groenbemester, en deze informatie is veelal impliciet meegenomen bij de dataverzameling en verwerkt in de waarde van de adviesgift. Voor gevallen waarbij geen adviesgift en voorvrucht bekend is, wordt uitgegaan van mais als voorvrucht, gebaseerd op het gegeven dat 80% van het maisareaal in Nederland in continueelt wordt geteeld (Holshof *et al.*, 2019). Op zand- en lössgrond zal met ingang van najaar 2006 het verplichte vanggewas geteeld zijn. Er is uitgegaan van een gemiddelde nalevering van 20 kg N/ha (www.bemestingsadvies.nl). Voor klei en veen wordt geen nalevering gerekend. Tabel 2.3 geeft de uiteindelijke standaardwaarden voor situaties waarin geen N-bemestingsadvies bekend is. Bij gegevens voor snijmais uit het Cultuur- en gebruikswaardeonderzoek (CGO) was de adviesgift niet gegeven; de proeven worden echter uitgevoerd “zoals een gemiddelde teler zijn gewas behandelt” (RVP-CSAR, 2019). Bij de data voor CGO mais is daarom verondersteld dat het bemestingsadvies gelijk was aan de uitgevoerde bemesting. Bij zandgrond was de bemesting soms vrij hoog, en is voor de inschatting van de adviesgift een maximum van 170 kg/ha aangehouden voor de jaren 2006 en eerder, en met ingang van 2007 een maximum van 150 kg/ha.

Tabel 2.6 *Advies voor de volveldse stikstofbemesting bij zaaien van maïs in kg stikstof per ha (CBGV, 2019).*

Mestgebruik in het verleden	Advies bij zaaien
Veel mest	180-N _{min} (0-30cm) – N-nalevering
Weinig mest	205-N _{min} (0-30cm) – N-nalevering

Voor peen en graszaad en vrijwel alle records van zomertarwe en zomergerst zijn de bemestingsadviezen al ingevuld bij de dataverzameling of eenvoudig af te leiden vanuit vergelijkbare objecten. Voor deze gewassen is daarom (vrijwel) geen gebruik gemaakt van standaardadvieswaarden.

2.3.1.3 Klassenindeling N-beschikbaarheid (N-range)

Voor stikstof wordt de verhouding tussen de hoeveelheid beschikbare N en de N-adviesgift berekend om selecties te kunnen maken binnen de database. Hierbij wordt gekeken naar verschillende ranges van de hoeveelheid beschikbare N ten opzichte van de adviesgift, uitgedrukt als de hoeveelheid N-beschikbaar gedeeld door het N-advies (Tabel 2.7). Om het onderscheid tussen de ranges links en rechts duidelijk te houden is de waarde 1 (N-beschikbaarheid gelijk aan N-advies) hierbij niet meegenomen.

Tabel 2.7 Indeling van N-ranges op basis van de verhouding tussen de hoeveelheid N-beschikbaar en het N-advies.

N-range	N-beschikbaar / N-adviesgift
Links	0,5-0,999
Rechts	1,001-1,5
Smal	0,75-1,25
Breed	0,5-1,5

2.3.2 N-gehalte in het gewas

Het N-gehalte in het geoogst product is bepaald in het lab. Regelmatig is alleen het eiwitgehalte bepaald, en is het N-gehalte daaruit berekend volgens: N-gehalte = eiwitgehalte/6,25.

2.4 Fosfaat

Voor de fosfaatbeschikbaarheid is zowel de fosfaattoestand van de bodem als de bemesting van belang. De fosfaattoestand wordt gegeven als Pw, P-CaCl₂ en/of P-Al, en het fosfaatbemestingsadvies hangt af van de fosfaattoestand. Naast de fosfaattoestand zijn in de database de totale P₂O₅-gift via organische mest en via kunstmest ingevoerd, waarbij voor zowel organische mest als kunstmest is aangegeven of de bemesting volvelds of in rijen is toegediend.

2.4.1 Fosfaattoestand en fosfaatbemestingsadvies

2.4.1.1 Fosfaattoestand

De fosfaattoestand van de bodem is gegeven als Pw, P-CaCl₂ en/of P-Al. Voor de situaties waarbij er geen Pw-getal bekend was maar wel een P-CaCl₂ waarde, is het Pw-getal berekend vanuit P-CaCl₂ volgens het verband beschreven door Oenema *et al.* (2016):

$$\ln(\text{P-CaCl}_2) = a + b \cdot D^{\text{Pw}} \text{ dus: } \text{Pw} = (\text{LOG}((\text{LN}(\text{P-CaCl}_2) - 3) / -5,35)) / \text{LOG}(0,98)$$

Voor situaties waarbij alleen P-Al bekend was is het Pw-getal vanuit P-Al berekend volgens Oenema *et al.* (2016):

$$\text{Pw} = (\text{P-Al} - 11,2) / 0,885 \text{ (Oenema et al., 2016).}$$

Voor situaties waarbij zowel een P-CaCl₂ en P-Al waarde bekend is maar geen Pw, is de Pw berekend vanuit P-CaCl₂ zoals hierboven beschreven volgens het verband beschreven door Oenema *et al.* (2016). Hierbij had de Pw tevens vanuit P-Al berekend kunnen worden, om vervolgens het gemiddelde van beide berekeningen te gebruiken. Toepassing hiervan zou een beperkt effect hebben op de uiteindelijke selectie van data volgens P-klassen (zie paragraaf 2.4.1.3), en daarmee nauwelijks invloed op de uitkomsten. De berekening voor deze situaties waarbij zowel een P-CaCl₂ en P-Al waarde bekend is maar geen Pw is daarom niet aangepast.

2.4.1.2 Fosfaatbemestingsadvies

Het fosfaatbemestingsadvies hangt af van de fosfaattoestand. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de akkerbouwgewassen en snijmais omdat daarvoor verschillende adviestabellen met verschillende grondslag worden gehanteerd. Voor de akkerbouwgewassen wordt het advies gebaseerd op het Pw-getal, voor snijmais op een combinatie van P-CaCl₂ (ofwel P-PAE) en P-Al. Het fosfaatadvies bestaat uit een gewasgericht advies voor het behalen van een economisch optimale opbrengst en uit een bodemgericht advies voor handhaving van de streeftoestand van de bodem en eventuele reparatie daarvan. In het voorliggende rapport is uitgegaan van het gewasgerichte advies.

Voor de akkerbouwgewassen is het gewasgerichte fosfaatbemestingsadvies berekend vanuit de Pw volgens Tabel 2.8, rekening houdend met de grondsoort. Binnen de database is bij de

akkerbouwgewassen vrijwel alle fosfaat volvelds toegediend. Eén keer bij peen en enkele keren bij consumptieaardappel is fosfaat toegediend in de rij; zowel kunstmest als organische mest. Het fosfaatbestedingsadvies geeft aan dat rijenbemesting een besparing tot 50% van de volveldsgift mogelijk maakt voor aardappelen op zandgronden met een lage fosfaattoestand. Rijenbemesting op zandgrond met lage fosfaattoestand komt echter niet voor in de database, zodat alle fosfaatbemesting voor de akkerbouwgewassen is vergeleken met het volveldse advies.

Tabel 2.8 Berekening van P-advies voor akkerbouwgewassen volgens het Handboek Bodem en Bemesting (CBAV, 2019a).

Gewasgroep ¹	Dekzand, dalgrond, rivierklei, löss	Zeeklei, zeezand
1: CA, UI	218-3,3*Pw	218-3,3*Pw
2: SB	195-3,5*Pw	187-3,71*Pw
3: ZG, WG, Peen	167-3,67*Pw	155-4,5*Pw
4: GZ, WT, ZT	140-4*Pw	100-4*Pw

¹ CA=consumptieaardappel; UI=zaaiui; SB=suikerbiet; ZG=zomergerst; Peen=alle peen; GZ=graszaad; WT=wintertarwe; ZT=zomertarwe. Pootaardappel en zetmeelaardappel als CA gedaan.

Voor snijmais is het fosfaatadvies in de loop van de tijd ingrijpend veranderd. Tot 2011 was het advies gebaseerd op het Pw-getal en de berekening voor gewasgroep 1 (zie Tabel 2.8), feitelijk conform het advies voor akkerbouwgewassen. Het huidige advies voor snijmais is in 2011 opgesteld en is niet meer gebaseerd op Pw, maar op P-CaCl₂ en P-Al (Bussink *et al.*, 2011). Het huidige advies is daarnaast een rijenbestedingsadvies (CBGV, 2019; www.bemestingsadvies.nl). Dit advies onderscheidt twee tabellen: één voor een situatie zonder een volveldse gift met dierlijke mest (enkel rijenbemesting), en één voor een situatie met een volveldse gift van 60 kg P₂O₅/ha (voor gangbare praktijksituaties waarbij dierlijke mest volvelds is toegediend en meestal circa 60 kg P₂O₅ per ha wordt gegeven). Binnen de database is echter een brede range aan volveldse giften aanwezig, terwijl het advies dus is gebaseerd op een volveldsgift van 60 kg P₂O₅ per ha. Dit is als volgt opgelost: bij volveldsgiften <30 kg P₂O₅/ha wordt de adviestabel voor situaties zonder volveldse gift gehanteerd bij volveldsgiften, bij volveldsgiften ≥30 kg P₂O₅/ha wordt de adviestabel voor situaties met een volveldsgift gehanteerd. Deze berekeningen zijn gedaan voor de data waarbij zowel P-CaCl₂ en P-Al bekend waren. Wanneer niet allebei de fosfaattoestand-parameters bekend waren is het fosfaatbestedingsadvies berekend op basis van het Pw-getal (gemeten of berekend vanuit P-CaCl₂ of P-Al) en de adviesberekening voor gewasgroep 1 (het advies van voor 2011).

Voor snijmais is een aantal extra berekening uitgevoerd om de fosfaatbemesting met het fosfaatbestedingsadvies te kunnen vergelijken. Het oude bemestingsadvies op basis van Pw is een volvelds advies. Uitgevoerde bemesting is omgerekend naar iets overeenkomstig volveldse toepassing door fosfaat die in rijen is toegediend dubbel te tellen. Het huidige bemestingsadvies is gebaseerd op al dan niet een volveldse basisgift (met dierlijke mest) en een rijenbemesting. Het totale advies is berekend als de som van de volveldse basisgift (volveds; 0 of 60 kg P₂O₅) en de adviesbemesting (rijtoediening). De uitgevoerde bemesting is omgerekend naar iets overeenkomstig het adviessysteem als de som van fosfaat toegediend via dierlijke mest (volveds) en kunstmest (rijen). Indien dierlijke mest was toegediend in rijen is deze dubbel geteld; indien kunstmest volvelds was toegediend is deze voor de helft meegeteld.

In het bemestingsadvies voor akkerbouwgewassen wordt rivierklei samengenomen met dekzand, dalgrond en löss (zie Tabel 2.8). De database bevat gegevens uit onderzoek op rivierklei voor snijmais en consumptieaardappel (Bussink *et al.*, 2011, 2014; Holshof *et al.*, 2019). Dit zijn gewassen uit gewasgroep 1 waarbij in het fosfaatbestedingsadvies echter geen onderscheid gemaakt wordt naar grondsoort. Daarom is rivierklei verder gelabeld als klei.

2.4.1.3 Klassenindeling fosfaat (P-klasse)

Evenals bij stikstof is ook bij fosfaat een klassenindeling gemaakt voor de fosfaatbehoefte. Bij fosfaat wordt daarbij uitgegaan van een combinatie (matrix) van de fosfaattoestand van de bodem en de

mate waarin de fosfaatbemesting afwijkt van het gewasgerichte bemestingsadvies gegeven de fosfaattoestand van de bodem.

De fosfaattoestand is ingedeeld in vier klassen, analoog aan Ehlert *et al.* (2006, 2009) en gebaseerd op Tabel 3.1 uit het Handboek Bodem en Bemesting (CBAV, 2019; Bijlage 1):

1. Laag: fosfaattoestand laag ($P_w \leq 20,5$),
2. Midden: fosfaattoestand voldoende en ruim voldoende ($20,5 < P_w \leq 45,5$),
3. Hoog: fosfaattoestand vrij hoog en hoog ($P_w > 45,5$),
4. Geen data (toestand onbekend).

Voor mais, waarbij de advisering is gebaseerd op P-CaCl₂ en P-Al i.p.v. P_w, is ook de P-toestandsklasse bepaald op basis van P_w (hetzij gemeten, hetzij berekend vanuit P-CaCl₂ en/of P-Al).

De toegediende fosfaatbemesting is ook ingedeeld in vier klassen, analoog aan Ehlert *et al.* (2006, 2009):

1. Laag: totale P-gift < 0,5xP-adviesgift
2. Midden: 0,5xP-adviesgift ≤ P-gift ≤ 2xP-adviesgift
3. Hoog: >2xP-adviesgift,
4. Geen data (bemesting onbekend).

Voor de analyses worden analoog aan Ehlert *et al.*, (2009) drie verschillende combinaties van P-toestand en P-bemesting aangehouden (Tabel 2.9).

Tabel 2.9 Indeling van P-klassen op basis van verschillende combinaties van P-toestandsklasse en P-bemestingsklasse, gebaseerd op Ehlert *et al.* (2006, 2009).

P-klasse	P-toestand	P-bemesting
Midden	2	2
Verbreed	2	geen selectie
Alle data	geen selectie	geen selectie

2.5 Standaard drogestofgehalten

De drogestofgehalten in de database zijn weergegeven zoals ze bepaald zijn bij de oogst. Voor veel zaadgewassen (o.a. graan en graszaad) wordt de opbrengst meestal uitgedrukt bij een standaard drogestofgehalte. De versopbrengst en het N- en P-gehalte in het verse product zijn daarom omgerekend naar een standaard drogestofgehalte (Tabel 2.10).

Tabel 2.10 Standaard drogestofgehalten zoals gehanteerd voor verschillende gewassen en gewasresten ter bepaling van versopbrengst en N- en P-gehalte.

Gewas	Drogestofgehalte hoofdproduct	Drogestofgehalte gewasresten
Gerst – brouw	85	85
Gerst - winter	85	85
Gerst -zomer	85	85
Tarwe - winter	85	85
Tarwe - zomer	85	85
Snijmais	35	-
Korrelmais	74	30
Graszaad	90	90

2.6 Bewerking en analyse van de data

De data zijn gecontroleerd op onderlinge consistentie tussen drogestofgehalte, versopbrengst en drogestofopbrengst. Kleine afwijkingen zijn hierbij te verwachten aangezien zowel versopbrengst als drogestofgehalte en drogestofopbrengst gemiddelden per object zijn. Alleen bij snijmais kwamen soms relatief grote verschillen voor, en zijn gegevens uitgesloten waarbij de berekende drogestofopbrengst meer dan een ton afweek van de ingevoerde drogestofopbrengst. Dit betrof 33 gevallen van de ruim 16 duizend snijmaisgegevens. Overzichten van aantallen gegevens per gewas worden gegeven in Hoofdstuk 3.

Biologische teelten worden in de analyses niet specifiek onderscheiden. Data van biologische teelten worden gewoon meegenomen, en op basis van P-klasse of N-range al dan niet geselecteerd. Wel worden in figuren van geselecteerde data de punten van biologische teelt in een andere kleur weergegeven.

Analyses worden uitgevoerd met behulp van het programma Genstat. Het N-gehalte (%) en P-gehalte (%) in het verse product en de versopbrengst (ton/ha) worden bekeken voor kleigrond, zandgrond en de combinatie van deze twee grondsoorten bij in totaal twaalf combinaties van N-range (links, rechts, smal, breed) en P-klasse (midden, verbreed, alle data). Voor iedere selectie wordt de mediane waarde berekend, het 25% en 75% kwantiel, de minimum en maximum waarde en het aantal waarnemingen. Tevens wordt geanalyseerd of er een significant effect ($p < 0,05$) is van grondsoort of opbrengstniveau op het N- of P-gehalte. Indien er sprake is van een significant effect van opbrengstniveau, wordt via lineaire regressieanalyse de omvang van het effect bepaald (helling regressielijn).

Uit de resultaten van de analyses worden vervolgens de te hanteren N- en P-gehalten geselecteerd volgens een aantal criteria:

- Een minimum van 10 waarnemingen.
- Voor zowel N- als P-gehalte dezelfde combinatie van N-range en P-klasse.
- Bij voorkeur de combinatie van N-range 'smal' en P-klasse 'midden' om zo dicht mogelijk bij gegevens passend bij de bemestingsadviezen te blijven.
- Bij onvoldoende waarnemingen in de combinatie van N-range 'smal' en P-klasse 'midden' kan een andere N-range en/of P-klasse gekozen worden. Aangezien N een sterker effect heeft op het gewas dan P wordt het onderliggende aantal waarnemingen eerst vergroot door te kiezen voor de combinatie N-range 'smal' en P-klasse 'verbreed', en daarna pas voor combinaties met N-range 'breed' of P-klasse 'alle data'.

Het verschil tussen de N-ranges 'links' en 'rechts' wordt gebruikt om te bepalen of er een effect van N-bemesting is op het gehalte of de opbrengst. Wanneer links en rechts duidelijk verschillen is er een effect van N-bemesting op gehalte of opbrengst en dient de dataset ingeperkt te blijven tot een smalle range rondom het advies.

Bij de selecties wordt het gehele overzicht van uitkomsten meegenomen om te zien of er geen grote verschillen zijn in gehalten tussen verschillende combinaties van N-range en P-klasse. Als er duidelijke verschillen zijn dient de grootte van de dataset en de diversiteit van databronnen, locaties en jaren meegewogen te worden bij de keuze voor te hanteren N- en P-gehalten.

Onderscheid tussen de grondsoorten klei en zand wordt gemaakt indien de gehalten significant verschillend zijn, en er ook 'relevante verschillen' zijn in gehalte tussen de grondsoorten (verschil $> 5\%$).

Significante effecten van opbrengstniveau op de gehalten komen uit de regressieanalyse. Deze relaties worden vervolgens beoordeeld op correlatiecoëfficiënt en relevantie, en worden niet meegenomen wanneer deze worden bepaald door slechts enkele datapunten of wanneer er sprake is van veel variatie en een lage correlatiecoëfficiënt.

3 Resultaten

3.1 Verzamelde data

Overzichten van het aantal waarnemingen van het N-gehalte en P-gehalte worden gegeven in Tabellen 3.1 en 3.2. Hierbij is per gewas en grondsoortcombinatie het totale aantal waarnemingen gegeven, en het aantal wanneer een selectie wordt gemaakt voor situaties waarbij de bemesting dichtbij het bemestingsadvies lag. Voor beide situaties is ook aangegeven uit welke periode de gegevens afkomstig zijn (als som per decennium). Een overzicht van het totaal aantal waarnemingen voor de individuele jaren vanaf 1990 wordt gegeven in Bijlagen 3 en 4. Over het algemeen zijn de gegevens redelijk verdeeld over de periode 1990-2018, met uitzondering van graszaad (data uit jaren 2000) en wintertarwe-stro en korrelmais (beide met data uit jaren '90). Voor het N-gehalte zijn meer gegevens beschikbaar dan voor het P-gehalte.

De selectie op situaties waarbij de bemesting dichtbij het bemestingsadvies lag gaf bij de meeste gewassen een sterke reductie van het aantal waarnemingen, in sommige gevallen resteerde een zeer laag aantal waarnemingen. Als meer gegevens nodig zijn voor het bepalen van de N- en P-gehalten kan een andere selectie worden toegepast: van N-range 'smal' naar 'breed', en van P-klasse 'midden' naar 'verbreed' naar 'alle data' (Tabel 3.3).

Graszaad is in de analyse verder niet meer meegenomen. De gegevens over gehalten betroffen het totaal van zaad en hooi en waren niet beschikbaar voor de afzonderlijke onderdelen. Het totaal aantal waarnemingen van het N-gehalte bedroeg 146 voor klei en 21 voor zand, alles uit de periode 2000-09. Er waren geen gegevens beschikbaar voor het P-gehalte.

Tabel 3.1 Aantal waarnemingen van het N-gehalte per decennium als totaal aanwezig in de database en onder de selectie van (N-range smal + P-klasse midden).

Gewas	Grondsoort	Alle data				Selectie N-range smal+P-klasse midden			
		1990-99	2000-09	2010-19	Totaal	1990-99	2000-09	2010-19	Totaal
Consumptieaardappel	Klei	347	356	341	1044	32	75	48	155
	Zand	103	128	219	450	9	14	46	69
Pootaardappel	Klei	44	27	29	100	10	10	17	37
	Zand		14	12	26			5	5
Zetmeelaardappel	Zand	190	213	286	689	3	20	28	51
Suikerbiet	Klei	193	103	92	388	24	7	21	52
	Zand	33	109	99	241	1	17	11	29
Zaaiui	Klei	186	97	135	418	6	11	45	62
Peen	Klei	105	8	18	131	6		12	18
	Zand	26	10	27	63			1	1
Wintertarwe	Klei	370	163	354	887	7	2	10	19
	Zand	16			16	1			1
Wintertarwestro	Klei	153	10	8	171	9	2		11
Zomertarwe	Klei	37	68	79	184				
	Zand	11	30		41				
Zomertarwestro	Klei	8	33	1	42				
	Zand		30		30				
Wintergerst	Klei	88	49	22	159		10		10
Zomergerst	Klei	207	204	157	568	2	15	20	37
	Zand	37	78	168	283		1	11	12
Zomergerststro	Klei	72	6	6	84	2		2	4
	Zand	15	18	49	82		1	10	11
Snijmais	Klei	160	1398	2291	3849	9	68	28	105
	Zand	919	4227	7140	12286	12	143	58	213
Korrelmais	Zand	65	5		70		2		2
Korrelmaisstro	Zand	65			65				

Tabel 3.2 Aantal waarnemingen van het P-gehalte per decennium als totaal aanwezig in de database en onder de selectie van (N-range smal + P-klasse midden). Situaties waarvoor geen gegevens aanwezig zijn, zijn niet weergegeven.

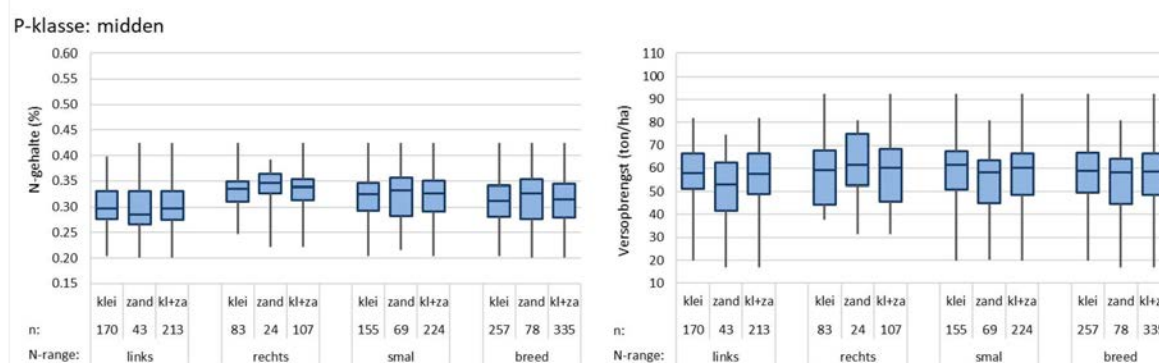
Gewas	Grondsoort	Alle data				N-range smal+P-klasse midden			Totaal
		1990-99	2000-09	2010-19	Totaal	1990-99	2000-09	2010-19	
Consumptieaardappel	Klei	322	310	228	860	31	64	43	138
	Zand	91	43	110	244	9	14	24	47
Pootaardappel	Klei	43	23	36	102	9	10	23	42
	Zand		14	12	26			5	5
Zetmeelaardappel	Zand	53		200	253	1		25	26
Suikerbiet	Klei	162	107	97	366	24	9	27	60
	Zand	33	95	97	225	1	16	7	24
Zaaiui	Klei	103	37	141	281		8	51	59
Peen	Klei	101	8	18	127	6		12	18
	Zand	23	10	2	35				0
Wintertarwe	Klei	110	10	43	163	7	2	10	19
	Zand	16			16	1			1
Wintertarwestro	Klei	33	10	8	51	9	2		11
Zomertarwe	Klei	37	18	56	111				
	Zand	11			11				
Zomertarwestro	Klei	8	3	1	12				
Zomergerst	Klei	72	6	34	112	2		20	22
	Zand	7	13	48	68		1	3	4
Zomergerststro	Klei	43	6	6	55	2		2	4
	Zand	2	16	16	34		1	3	4
Snijmais	Klei	132	217	228	577	7	74	28	109
	Zand	658	603	605	1866	9	138	44	191
Korrelmais	Zand	65	5		70		2		2
Korrelmaisstro	Zand	65			65				

Table 3.3 Totaal aantal waarnemingen voor het N-gehalte (links) en P-gehalte (rechts) voor verschillende selecties qua N-range en P-klasse

Gewas en grondsoort	N-gehalte						P-gehalte						
	N-range:			--			-			-			
	Midden	Smal	Breed	Alle data	Midden	Breed	Alle data	Midden	Smal	Breed	Alle data	Midden	Verbreed
Consumptieaardappel	Klei	155	255	457	263	430	713	138	219	400	218	357	602
	Zand	69	91	229	78	100	357	47	66	120	52	71	178
Pootaardappel	Klei	37	47	65	42	56	79	42	52	71	47	61	85
	Zand	5	8	14	5	8	19	5	8	14	5	8	19
Zetmeelaardappel	Zand	51	63	363	96	151	560	26	28	179	45	58	232
Suikerbiet	Klei	52	95	218	60	117	276	60	103	220	68	125	268
	Zand	29	45	148	35	52	187	24	37	138	30	43	175
Zaaiui	Klei	62	146	258	72	170	313	59	136	205	61	145	234
Peen	Klei	18	34	56	19	38	86	18	34	55	19	38	83
	Zand	1	3	9	5	12	33	2	2	5	1	5	19
Wintertarwe	Klei	19	53	646	23	60	813	19	52	100	23	59	124
	Zand	1	1	16	1	1	16	1	1	16	1	1	16
Wintertarwestro	Klei	11	24	109	12	26	146	11	23	37	12	25	45
Zomertarwe	Klei	23	23	38	1	38	85	14	14	15	1	25	35
	Zand	12	12	12	12	12	25	25	25	25	25	25	25
Zomertarwestro	Klei	1	1	11	1	1	24	1	1	1	1	1	3
	Zand	12	12	12	12	12	25	25	25	25	25	25	25
Wintergerst	Klei	10	62	87	10	81	126	22	38	75	23	41	99
Zomergerst	Klei	37	64	286	48	85	415	4	22	55	5	23	63
	Zand	12	40	170	13	48	226	4	22	55	5	23	63
Zomergerststro	Klei	4	10	35	5	13	62	4	10	28	5	13	49
	Zand	11	34	50	11	37	62	4	20	26	4	21	29
Snijmais	Klei	35	112	3450	55	175	3587	33	116	201	50	177	328
	Zand	45	242	9661	109	407	11188	41	216	633	104	368	1156
Korrelmais	Zand	2	3	18	2	3	31	2	3	18	2	3	31
Korrelmaaisstro	Zand	13	13	26	13	13	26	13	13	26	13	13	26

3.2 N- en P-gehalten per gewas

De spreiding in N- en P-gehalten en opbrengst bij verschillende selecties op N-range en P-klasse is per gewas weergegeven in boxplot figuren. Figuur 3.1 geeft daarvan een voorbeeld voor consumptie-aardappelen bij P-klasse midden. Te zien is dat het N-gehalte hoger is bij N-range rechts vergeleken met N-range links (zie Tabel 2.7 voor de beschrijving van de N-ranges). Hieruit wordt geconcludeerd dat N-bemesting effect heeft op het N-gehalte, en dat daarom beter gegevens dichtbij het bemestingsadvies gehanteerd kunnen worden voor bepaling van het N-gehalte. Daarom worden de resultaten van de N-range smal gebruikt. Het aantal waarnemingen (n) is bij deze selectie voor zowel klei als zand voldoende.



Figuur 3.1 Voorbeeld van boxplot figuren die de spreiding en mediane waarde weergeven voor verschillende selecties op N-klasse bij P-klasse midden. Zie Bijlage 5 voor figuren voor alle gewassen en P-klassen.

Voor alle gewassen en P-klassen zijn boxplotfiguren gegeven in Bijlage 5. Bijlage 6 geeft een overzicht van de uitkomsten, waarbij voor de zes combinaties van N-range en P-klasse de mediane waarden zijn gegeven voor N-gehalte, versopbrengst, aantal waarnemingen en het verband tussen gehalte en versopbrengst, indien dat statistisch significant was. In Bijlage 7 is dit gedaan voor het P-gehalte. In deze bijlagen zijn tevens de geselecteerde sets aangegeven waarop de mediane waarde voor N- en P-gehalte zijn gebaseerd, gebaseerd op de selectiecriteria zoals beschreven in paragraaf 2.6. Deze geselecteerde waarden zijn voor het N-gehalte gegeven in Tabel 3.4 en voor het P-gehalte in Tabel 3.5.

Tabel 3.4 Geselecteerde mediane waarden voor het N-gehalte (%) in vers product. Een * bij de gewasnaam betekent een significant effect van opbrengstniveau op het N-gehalte (zie hoofdstuk 3.3).

Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort ¹	N-gehalte (%)
Consumptieaardappel	CA	smal	midden	klei en zand	0,33
Pootaardappel	PA	smal	midden	klei en zand	0,25
Zetmeelaardappel	ZA	smal	midden	zand	0,40
Suikerbiet *	SB	smal	midden	klei en zand	0,115
Zaaiuien *	UI	smal	midden	klei	0,18
Wintertarwe *	WT	smal	alle data	klei	1,62
				zand	1,71
Wintertarwe-stro	WTs	smal	verbreed	klei	0,37
Zomertarwe	ZT	smal	verbreed	klei	1,66
Zomertarwe-stro	ZTs	breed	alle data	klei en zand	0,56
Wintergerst	WG	smal	alle data	klei en zand	1,60
Zomergerst	ZG	smal	verbreed	klei	1,23
				zand	1,38
Zomergerst-stro	ZGs	breed	alle data	klei en zand	0,56
Peen	PE	breed	alle data	klei	0,11
				zand	0,13
Snijmais *	SM	smal	midden	klei en zand	0,41
Korrelmais *	KM	breed	alle data	zand	1,15
Korrelmais-stro	KMs	breed	alle data	zand	0,22

¹ 'klei en zand' betekent dat er geen statistisch significant verschil is tussen deze grondsoorten.

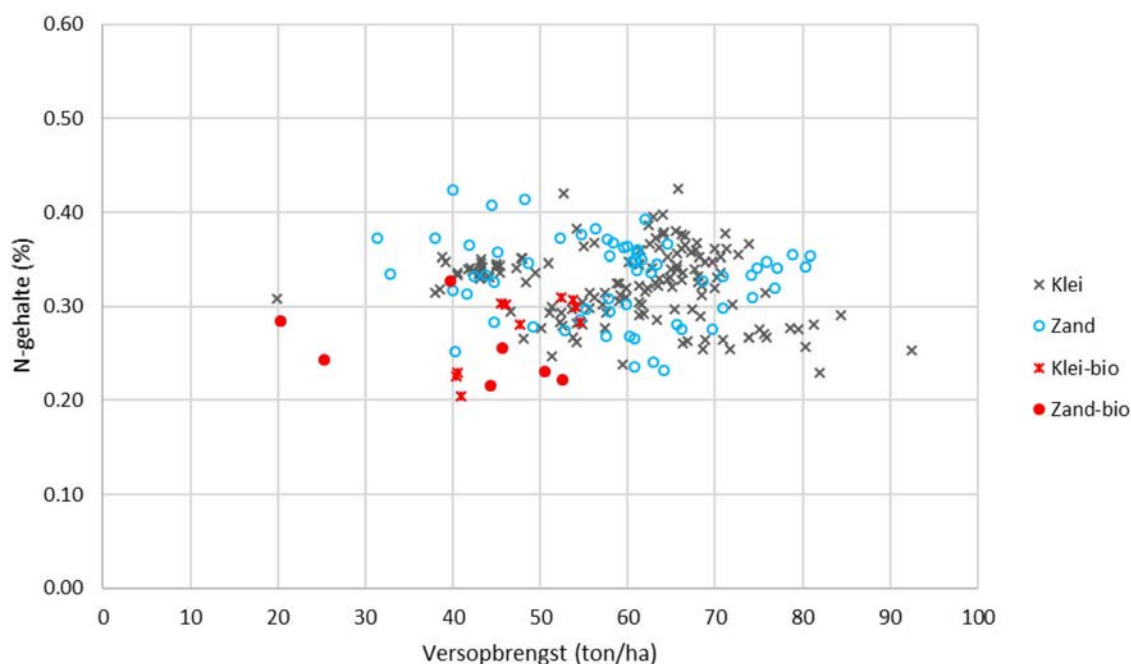
Tabel 3.5 Geselecteerde mediane waarden voor het P-gehalte (%) in vers product. Een * bij de gewasnaam betekent een significant effect van opbrengstniveau op het P-gehalte (zie hoofdstuk 3.3).

Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort	P-gehalte (%) ¹
Consumptieaardappel	CA	smal	midden	klei en zand	0,041
Pootaardappel *	PA	smal	midden	klei en zand	0,050
Zetmeelaardappel	ZA	smal	midden	zand	0,056
Suikerbiet *	SB	smal	midden	klei en zand	0,032
Zaaiuien *	UI	smal	midden	klei	0,035
Wintertarwe *	WT	smal	alle data	klei	0,310
Wintertarwe-stro	WTs	smal	verbreed	klei	0,051
Zomertarwe	ZT	smal	verbreed	klei	0,320
Zomertarwe-stro	ZTs				-
Wintergerst	WG				-
Zomergerst *	ZG	smal	verbreed	klei en zand	0,315
Zomergerst-stro	ZGs	breed	alle data	klei en zand	0,077
Peen	PE	breed	alle data	klei	0,028
				zand	0,032
Snijmais	SM	smal	midden	klei	0,072
				zand	0,063
Korrelmais *	KM	breed	alle data	zand	0,244
Korrelmais-stro	KMs	breed	alle data	zand	0,023

¹ Voor omrekening naar P₂O₅ vermenigvuldigen met 2,29.

3.3 Effect van opbrengstniveau op N- en P-gehalte

Het effect van het opbrengstniveau op het N- of P-gehalte volgt uit de regressieanalyse (zie bijlagen 6 en 7), en kan visueel beoordeeld worden via figuren van de relatie tussen gehalte en opbrengst (zie Bijlage 8). Een voorbeeld van zo'n figuur wordt gegeven in Figuur 3.2 voor het N-gehalte bij consumptieaardappelen. Binnen de figuur is onderscheid gemaakt naar grondsoort (klei en zand) en naar teeltwijze (gangbaar en biologisch). Binnen de analyses is alleen een mogelijk effect van grondsoort bekeken, en is geen onderscheid gemaakt naar teeltwijze. Bij consumptieaardappelen en de geselecteerde N-range en P-klasse is er geen sprake van een verband tussen N-gehalte en opbrengst.



Figuur 3.2 Verband tussen het N-gehalte en de versopbrengst bij consumptieaardappelen voor de selectie op N-range smal en P-klasse midden (zie Bijlage 8 voor P-gehalte en andere gewassen).

In tabellen in de voorgaande paragraaf is met een * aangegeven bij welke gewassen een significante en mogelijk relevante relatie tussen gehalte en opbrengst is gevonden. Tabel 3.6 en Tabel 3.7 geven bij die gewassen voor N en P de relatie tussen opbrengstniveau en gehalte, en in Tabel 3.8 en Tabel 3.9 wordt het effect beschreven van een vast gehalte of een opbrengst-afhankelijk gehalte op de N- en P-afvoer bij een opbrengstverhoging van 25% ten opzichte van de huidige mediane waarde voor de opbrengst.

Voor N zijn alle relaties (voor zover er een significant verband is) negatief: bij toenemend opbrengstniveau daalt het N-gehalte. De N-afvoer is altijd hoger bij hogere opbrengst, maar dit effect wordt gedempt doordat het N-gehalte daalt bij toenemende opbrengst. Deze demping is in relatieve zin het grootst bij zaaiui, snijmais en wintertarwe op klei. Bij snijmais is er wel sprake van veel spreiding (Bijlage 8) en is de correlatie tussen N-gehalte en opbrengst zwak (Tabel 3.6).

Bij P zijn de relaties tussen P-gehalte en opbrengst ook voor een groot deel negatief, behalve bij pootaardappel en korrelmais waar het gehalte toeneemt bij toenemende opbrengst. De P-afvoer is altijd hoger bij hogere opbrengst, en dit effect wordt gedempt wanneer het P-gehalte daalt bij toenemende opbrengst. Voor suikerbiet op zand betekent dit dat vanwege het opbrengst-afhankelijke P-gehalte de P-afvoer nauwelijks stijgt bij toenemende opbrengst. Voor de andere gewassen in Tabel 3.7 en Tabel 3.9 met een dalend P-gehalte bij toenemende opbrengst is dit dempende effect minder sterk en geeft toenemende opbrengst wel een hogere P-afvoer.

Tabel 3.6 Relatie tussen opbrengstniveau en het N-gehalte volgens: $\text{gehalte} = \text{constante} + (\text{helling} \times \text{opbrengst})$. Getoonde waarden voor N (%) en opbrengst (t/ha) betreffen mediane waarden.

Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort	N (%)	Opbrengst	Constante	Helling	R ²
Suikerbiet	SB	smal	midden	klei en zand	0,115	80,4	0,1747	-0,000649	0,23
Zaaiui	UI	smal	midden	klei	0,18	70,4	0,299	-0,001571	0,44
Wintertarwe	WT	smal	alle data	klei	1,62	11,1	2,147	-0,04617	0,21
				zand	1,71	6,4	2,0476	-0,04617	0,21
Snijmais	SM	smal	midden	klei	0,41	47,7	0,4792	-0,001789	0,09
				zand	0,41	44,3	0,50559	-0,001789	0,09
Korrelmais	KM	breed	alle data	zand	1,15	10,8	1,394	-0,02164	0,27

Tabel 3.7 Relatie tussen opbrengstniveau en het P-gehalte volgens: $\text{gehalte} = \text{constante} + (\text{helling} \times \text{opbrengst})$. Getoonde waarden voor P (%) en opbrengst (t/ha) betreffen mediane waarden.

Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort	P (%)	Opbrengst	Constante	Helling	R ²
Poot aardappel	PA	smal	midden	klei en zand	0,050	40,6	0,02807	0,00048	0,17
Suikerbiet	SB	smal	midden	klei	0,032	81,5	0,04476	-0,0001426	0,19
				zand	0,032	83,0	0,0410	-0,0001426	0,19
Zaaiui	UI	smal	midden	klei	0,035	70,7	0,05584	-0,000274	0,37
Wintertarwe	WT	smal	alle data	klei en zand	0,306	9,5	0,3556	-0,00534	0,13
Zomergerst	ZG	smal	verbreed	klei en zand	0,315	7,4	0,3925	-0,01064	0,31
Korrelmais	KM	breed	alle data	zand	0,244	10,8	0,1141	0,01207	0,40

Tabel 3.8 N-afvoer (kg/ha) bij huidige opbrengst (Y) en huidig gehalte ([N]), en bij een 25% hogere opbrengst bij gelijkblijvend N-gehalte en bij een aangepast N-gehalte volgens de regressielijn uit Tabel 3.6. Het verschil geeft het gebruik van opbrengstafhankelijk gehalte ten opzichte van een vast gehalte weer.

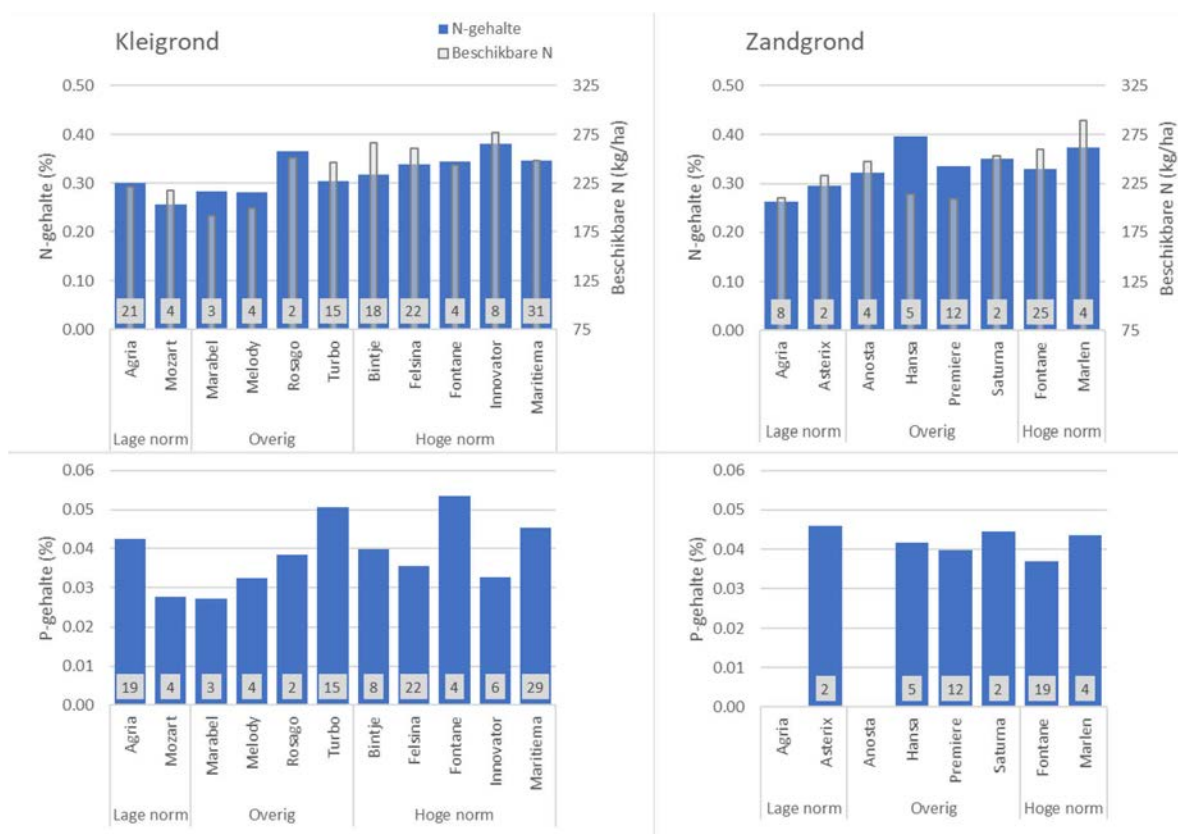
Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort	huidige Y		25% hogere Y		Verschil	
					huidig [N]	Huidig [N]	[N] uit regressie	Relatief	Absoluut	
Suikerbiet	SB	smal	midden	klei en zand	92	116	110	0,95	-5	
Zaaiui	UI	smal	midden	klei	125	157	141	0,90	-15	
Wintertarwe	WT	smal	alle data	klei	180	225	209	0,93	-16	
				zand	109	136	134	0,98	-2	
Snijmais	SM	smal	midden	klei	198	247	222	0,90	-25	
				zand	184	229	225	0,98	-4	
Korrelmais	KM	breed	alle data	zand	123	154	148	0,96	-6	

Tabel 3.9 P-afvoer (kg/ha) bij huidige opbrengst (Y) en huidig gehalte ([P]), en bij een 25% hogere opbrengst bij gelijkblijvend P-gehalte en bij een aangepast P-gehalte volgens de regressielijn uit Tabel 3.7. Het verschil geeft het gebruik van opbrengstafhankelijk gehalte ten opzichte van een vast gehalte weer.

Gewas	Code	N-range	P-klasse	Grondsoort	Huidige Y		25% hogere Y		Verschil	
					huidig [P]	huidig [P]	[P] uit regressie	Relatief	Absoluut	
Poot aardappel	PA	smal	midden	klei en zand	20	25	27	1,05	1	
Suikerbiet	SB	smal	midden	klei	26	32	31	0,95	-2	
				zand	26	33	27	0,82	-6	
Zaaiui	UI	smal	midden	klei	25	31	28	0,91	-3	
Wintertarwe	WT	smal	alle data	klei en zand	29	36	35	0,95	-2	
Zomergerst	ZG	smal	verbreed	klei en zand	23	29	27	0,94	-2	
Korrelmais	KM	breed	alle data	zand	26	33	37	1,13	4	

3.4 Effect van consumptieaardappelras op N- en P-gehalte

Aardappelrassen verschillen van elkaar in N-behoefte en zijn ingedeeld in de N gebruiksnorm-categorieën lage norm en hoge norm overeenkomstig Tabel 1a van het Mestbeleid 2019-2021 (RVO, 2019). Niet genoemde rassen vallen in de standaard norm. Rassen worden vergeleken na selectie op N-range smal en P-klasse midden om verschillen bij bemesting volgens het advies te kunnen zien. Figuur 3.3 geeft voor kleigrond en zandgrond de N- en P-gehalten van individuele rassen. Niet alle gemiddelden zijn even betrouwbaar, aangezien er voor sommige rassen slechts enkele waarnemingen waren. De hoeveelheid beschikbare N komt redelijk overeen met normen en neemt toe van lage norm via overig naar hoge norm. Het N-gehalte volgt redelijk de N-gift, en neemt toe bij hogere beschikbare N. Hierop zijn echter uitzonderingen, en er is variatie tussen de rassen in Figuur 3.3. De gegevens op zandgrond zijn voornamelijk afkomstig van proefboerderij Vredepeel, met uitzondering van die van Hansa, en een viertal waarnemingen van Fontane. De cijfers geven daardoor redelijk verschillen tussen rassen weer, hoewel er ook nog effecten van teeltjaar mee kunnen spelen die hier niet verder geanalyseerd zijn. De gegevens op kleigrond zijn afkomstig van verschillende locaties en teeltjaren, waardoor er minder betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden over verschillen tussen rassen, mede gezien het lage aantal waarnemingen per ras. Voor een uitgebreidere analyse zijn meer data nodig, waarbij factoren als teeltjaar en teeltlocatie meegenomen dienen te worden. Het P-gehalte vertoont meer variatie tussen rassen dan het N-gehalte, waarbij het lage aantal waarnemingen ook een rol kan spelen. Desondanks zijn er op kleigrond ook verschillen tussen rassen waarvoor er meer dan 15 waarnemingen zijn. Ondanks selectie op P-klasse midden kan locatie hier een rol in spelen: cijfers voor Turbo en Maritiema zijn afkomstig uit Lelystad, Felsina uit Westmaas, en Agria uit Dronten en Westmaas. Mogelijke verschillen tussen rassen in P-gehalte hebben effect op de gewasafvoer. Gezien de variatie en betrouwbaarheid van de data wordt hierop in het voorliggende rapport niet verder ingegaan.



Figuur 3.3 N-gehalte (boven) en P-gehalte (onder) in consumptieaardappelrassen op kleigrond (links) en zandgrond (rechts), gerangschikt naar gebruiksnormklassen voor werkzame N (RVO, 2019) onder de selectie van N-range smal en P-klasse midden. Voor N is tevens de beschikbare hoeveelheid N weergegeven. Cijfers in de kolommen geven het aantal waarnemingen weer.

3.5 Vergelijking huidige gehalten met eerdere cijfers

De gehalten gevonden in de voorliggende studie zijn vergeleken met eerdere cijfers van Beukeboom (1996) voor N en P, en met Ehlert *et al.* (2009) voor P (Tabel 3.10, Figuur 3.4 en Figuur 3.5). Relatieve verschillen worden gegeven in Figuur 3.6. Globaal gezien zijn de gehalten zoals gevonden in de voorliggende studie lager dan die uit Beukeboom (1996), met enkele uitzonderingen. Relatief is de daling iets groter bij N dan bij P (Figuur 3.6). Gehalten uit de voorliggende studie komen redelijk overeen met die uit Ehlert *et al.* (2009), ook weer met enkele uitzonderingen. Van de hoofdproducten is de sterkste relatieve verandering bij suikerbieten voor zowel N als P, waarbij de gehalten zoals gevonden in de voorliggende studie lager zijn dan die uit Beukeboom (1996). Bij zetmeelaardappelen en snijmais wordt voor zowel N als P een hoger gehalte gevonden dan Beukeboom (1996). Voor deze twee gewassen zijn de P-gehalten uit de voorliggende studie ook hoger dan die gerapporteerd door Ehlert *et al.* (2009). Dit laatste geldt ook voor pootaardappel.

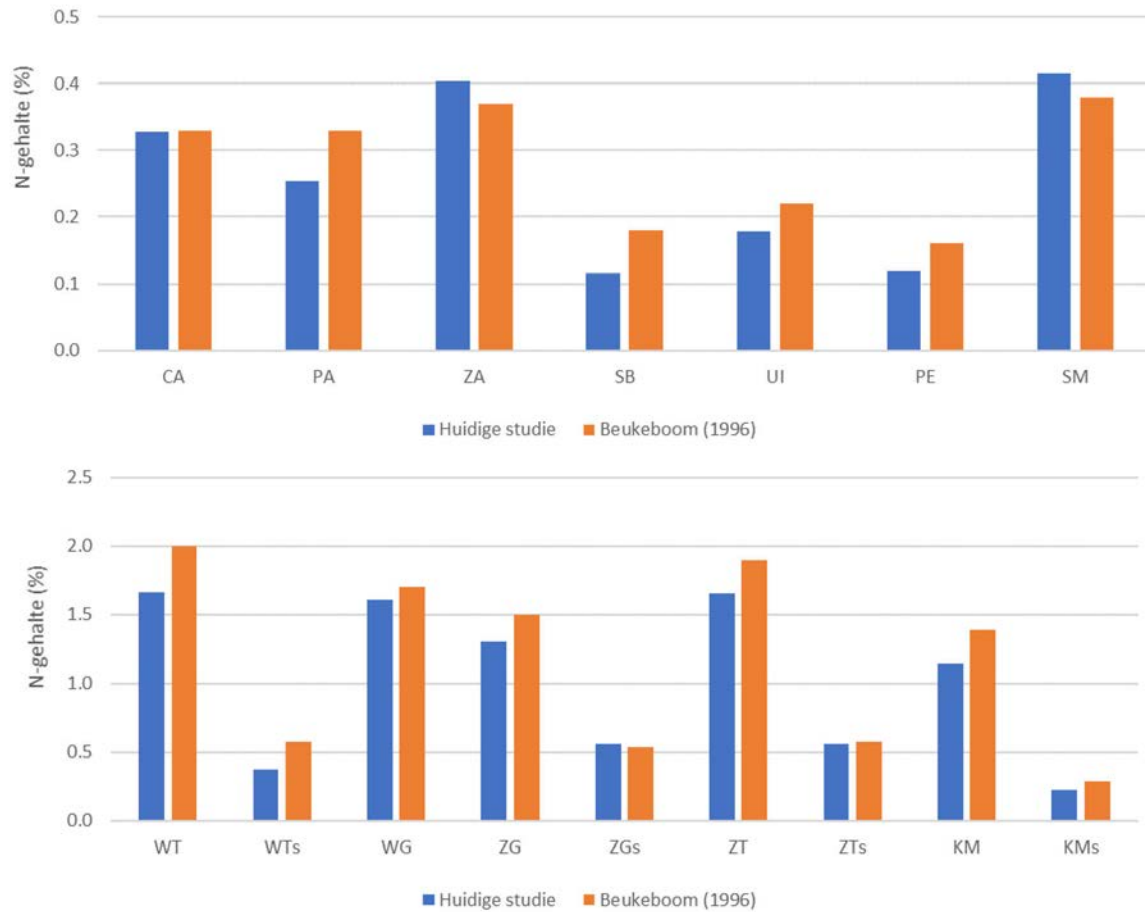
Tabel 3.10 N- en P-gehalten (%) in geoogst product uit de voorliggende studie, Beukeboom (1996) en Ehlert *et al.* (2009). Cijfers uit de voorliggende studie zijn gespecificeerd naar grondsoort indien van toepassing, en zijn mediane waarden. Wanneer zowel klei als zand gegeven zijn, is het k&z cijfer het gemiddelde van deze twee. Zie hoofdstuk 3.3 voor bijbehorende mediane opbrengst en effecten van opbrengstniveau op het N- en P-gehalte.

Gewas ¹	N-gehalte (%)				P-gehalte (%) ²				
	klei	zand	k&z	Beukeboom (1996)	klei	zand	k&z	Beukeboom (1996)	Ehlert <i>et al.</i> , (2009) ³
CA			0,33	0,33			0,041	0,050	0,044
PA			0,25	0,33			0,050	0,050	0,037
ZA		0,40		0,37		0,056		0,040	0,051
SB			0,11	0,18			0,032	0,040	0,035
UI	0,18			0,22	0,035			0,030	0,036
PE	0,11	0,13	0,12	0,16	0,028	0,032	0,030	0,030	0,027
SM			0,41	0,38	0,073	0,063	0,068	0,050	0,058
WT	1,62	1,71	1,66	2	0,306			0,340	0,302
WTs	0,37			0,58	0,051			0,070	0,063
WG			1,60	1,7				0,350	
ZG	1,23	1,38	1,30	1,5			0,315	0,350	0,341
ZGs			0,56	0,54			0,077	0,090	0,074
ZT	1,66			1,9	0,320			0,340	0,319
ZTs			0,56	0,58				0,070	0,072
KM		1,15		1,39		0,244		0,290	
KMs		0,22		0,29		0,023		0,040	

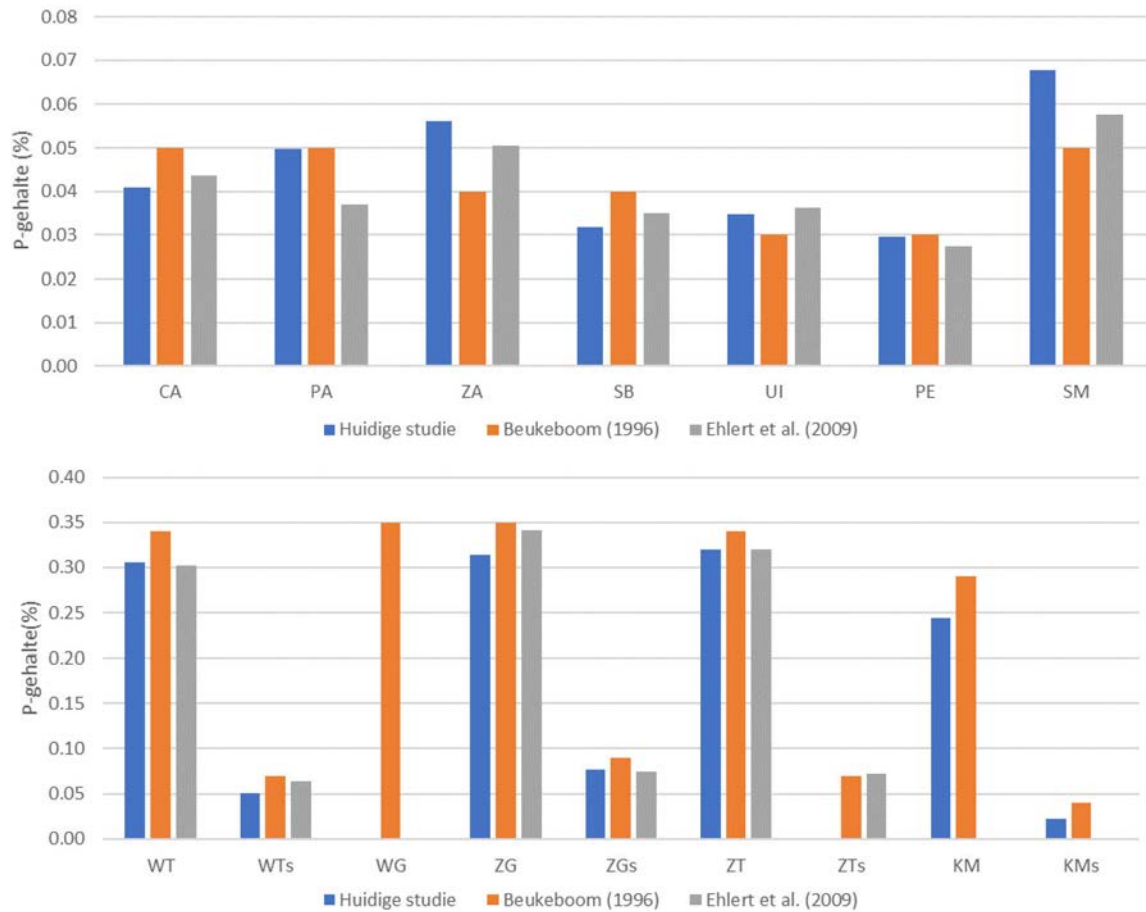
¹ Gewas: CA=consumptieaardappel; PA=pootaardappel; ZA=zetmeelaardappel; SB=suikerbiet; UI=zaaiui; PE=alle peen; WT=wintertarwe; ZT=zomertarwe; ZG=zomergerst; SN=snijmais; KM=korrelmais. De toevoeging 's' bij de granen betekent 'stro'.

² Voor omrekening naar P₂O₅ vermenigvuldigen met 2,29.

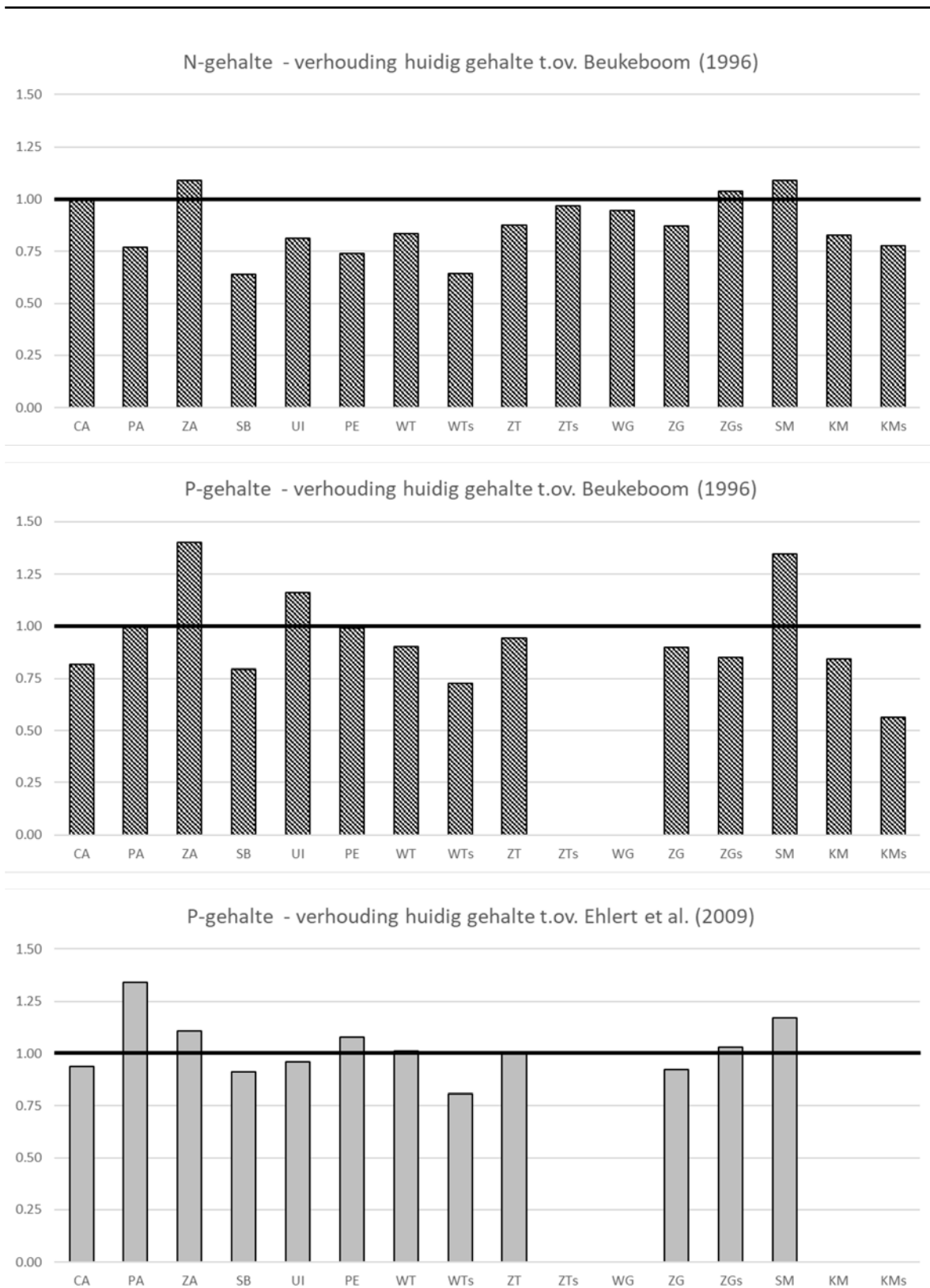
³ Mediane waarden.



Figuur 3.4 N-gehalten (%) in geoogst product van de voorliggende studie en uit Beukeboom (1996). Zie Tabel 3.10 voor onderliggende grondsoorten bij de cijfers van de huidige studie. Codering gewassen: CA=consumptieaardappel; PA=pootaardappel; ZA=zetmeelaardappel; SB=suikerbiet; UI=zaaiui; PE=alle peen; WT=wintertarwe; ZT=zomertarwe; ZG=zomergerst; SM=snijmais; KM=korrelmais. De toevoeging 's' bij de granen betekent 'stro'.



Figuur 3.5 P-gehalten (%) in geogst product van de voorliggende studie, uit Beukeboom (1996), en mediane waarden uit Ehlert et al. (2009). Zie Tabel 3.10 voor onderliggende grondsoorten bij de cijfers van de huidige studie. Codering gewassen: CA=consumptieaardappel; PA=pootaardappel; ZA=zetmeelaardappel; SB=suikerbiet; UI=zaaiui; PE=alle peen; WT=winterarwe; ZT=zomertarwe; ZG=zomergerst; SM=snijmais; KM=korrelmais. De toevoeging 's' bij de granen betekent 'stro'.



Figuur 3.6 Verhouding tussen gehalten uit de voorliggende studie en die uit Beukeboom (1996) voor N (boven) en P (midden), en die uit Ehlert et al. (2009) voor P (onder).

4 Discussie

Voor het bepalen van gemiddelde of mediane waarden van N- en P-gehalten voor Nederland als geheel is een zo breed mogelijke dataset van belang. De huidige dataset is voor het merendeel opgebouwd met gegevens uit proeven met verschillende onderzoeksdoelen zoals bemestingsonderzoek (optimale gift, mestsoorten, timing van bemesting, toedieningswijze, deling van giften), grondbewerking, bedrijfssystemenonderzoek, gebruikswaardeonderzoek en gewasbeschermingsonderzoek. De proeven lagen op verschillende locaties en werden uitgevoerd in verschillende (reeksen van) jaren. Dit beperkt de mogelijkheden voor gedetailleerde statistische analyses op effecten van bijvoorbeeld grondsoort of ras omdat er ook effecten zijn van factoren als locatie, jaar van onderzoek, wijze van proefuitvoering, en bepalingmethode voor N- en P-gehalte. Daarom zijn de N- en P-gehalten voor bouwlandgewassen met een groot areaal afgeleid via een combinatie van statistische analyse en selectie op basis van onderbouwde criteria, zoveel mogelijk gebruik makend van de breedte van de dataset. Voor de meeste gewassen betekent dit dat gebruik is gemaakt van gegevens van verschillende locaties, met wel een belangrijk aandeel afkomstig van de proeflocaties van WUR Open Teelten. Informatie over wintergerst en korrelmais komt slechts van één of twee locaties, waarbij het moeilijk is te schatten is hoe representatief de resultaten zijn voor andere delen van Nederland. Alle gegevens van wintergerst zijn afkomstig van proefboerderij Ebelsheerd in Nieuw Beerta met zware klei, en vrijwel alle gegevens van korrelmais zijn afkomstig van proeven op zandgrond bij Breda.

Binnen de dataset zijn selecties gemaakt op basis van uitgevoerde bemesting ten opzichte van het advies. Beschikbare N uit organische mest en de actuele adviesgift waren in de meeste gevallen bekend, en zijn ingeschat wanneer dat niet het geval is. Deze inschattingen zijn gebaseerd op aannames waardoor er enige onzekerheid zit rondom de ingeschatte waarden. Het effect van deze onzekerheid zal veelal beperkt zijn omdat er gewerkt wordt met N-ranges en er dus enige variatie mogelijk is voordat de waarneming in een andere N-range valt. Dit geldt bijvoorbeeld voor snijmais waar voor minder dan 10% van de waarnemingen bekend was of de kunstmest volvelds was toegediend of in de rij (met een hogere effectiviteit). Een eventuele foute inschatting daarvan zal waarschijnlijk weinig effect hebben op de uiteindelijke resultaten omdat een kleine verschuiving in de hoeveelheid beschikbare N nog steeds kan betekenen dat de waarneming in dezelfde N-range valt. Mocht dat niet het geval zijn, dan zal het maar om een relatief beperkte verandering geven in de omvang van de selectie, waardoor het effect op het eindresultaat beperkt zal zijn. Hetzelfde geldt voor het inschatten van de N-adviesgift voor snijmais op basis van veel of weinig mest in het verleden, en aannamen die gedaan zijn om ontbrekende informatie over historisch mestgebruik in te schatten. Het fosfaatadvies bij snijmais is in de loop van de tijd ingrijpend veranderd. Dit heeft echter weinig tot geen effect op de gevonden fosforgehalten, aangezien de gehalten gebaseerd op de P-klasse midden op zandgrond exact gelijk zijn aan die gebaseerd op de P-klasse verbreed waarbij de selectie van data alleen is gebaseerd op de P-toestand (zie Bijlage 7). Bij kleigrond zijn er minimale verschillen.

De selecties binnen de dataset op basis van uitgevoerde bemesting ten opzichte van het advies zijn gedaan om extremen zoals onbemeste objecten of zeer hoge giften niet mee te nemen en een betrouwbaar beeld van de N- en P-gehalten te krijgen, passend bij de bemestingsadviezen. Stikstofgebruiksnormen voor zuidelijk zand liggen voor sommige gewassen onder het adviesniveau, wat mogelijk een verlaging van het N-gehalte geeft. De lagere bemesting ligt echter binnen de gehanteerde N-range van 0,75-1,25x het advies, waardoor de gevonden N-gehalten ook voor zuidelijk zand kunnen gelden. Voor P is geselecteerd op fosfaattoestand, waarbij de meest gehanteerde selectie P-midden uitgaat van de fosfaattoestanden voldoende en ruim voldoende (Pw tussen 20 en 45). Hogere P-toestanden en hoge P-bemesting kunnen leiden tot luxe consumptie van P en hogere P-gehalten (Ehlert *et al.*, 2009, Ehlert *et al.*, 2018). Het effect hiervan is in het voorliggende rapport niet gekwantificeerd, en de gegeven P-gehalten zijn passend bij het bemestingsadvies en fosfaattoestanden voldoende en ruim voldoende.

Biologische teelt is niet apart onderscheiden van gangbare teelt, veelal ook omdat er voor een aparte analyse slechts weinig data beschikbaar zijn. In de figuren waarin het gehalte tegen de versopbrengst

is weergegeven (Bijlage 8), zijn de datapunten van biologische teelt wel afzonderlijke zichtbaar gemaakt. Teeltwijze kan wel een effect hebben op opbrengst en gehalte; bij de relatie tussen opbrengst en gehalte liggen de datapunten van biologische teelt in veel gevallen binnen het verband tussen gehalte en opbrengst van gangbare teelt.

Vergelijking van de uitkomsten van de P-gehalten uit het voorliggende rapport met die van Beukeboom (1996) en Ehlert *et al.* (2009) laat zien dat de gehalten meer overeenkomen met die van Ehlert *et al.* (2009), hetgeen ook te verwachten is aangezien dit een recentere studie is. Toch zijn er ook nog verschillen tussen de gehalten uit voorliggende studie en die uit Ehlert *et al.* (2009). Mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat in de voorliggende studie alleen data vanaf 1990 zijn meegenomen; Ehlert *et al.* (2009) bevat ook data van eerdere jaren, en de voorliggende studie bevat data die na de studie van Ehlert *et al.* (2009) beschikbaar zijn gekomen. Wel is er overlap in de data die in beide studies zijn gebruikt, het bleek echter niet mogelijk om alle data vanaf 1990 die door Ehlert *et al.* (2009) gebruikt zijn mee te kunnen nemen in de voorliggende studie.

De uiteindelijke N- en P-gehalten zoals gepresenteerd in Tabel 3.4 en Tabel 3.5 zijn bepaald in proeven, en die zullen veelal bij oogst of kort na de oogst zijn bepaald. Dit betekent dat gewassen zoals aardappelen, uien en peen nog een relatief hoog vochtgehalte hebben. Bij bewaring van deze gewassen treedt door verdamping vochtverlies op wat leidt tot een verlaging van de hoeveelheid product en een verhoging van het N- en P-gehalte in het versproduct. Berekening van de N- en P-afvoer van deze gewassen op basis van gehalten uit het voorliggende rapport en opbrengstcijfers na bewaring kan in het algemeen zo een onderschatting geven van de afvoer, waarbij de grootte afhankelijk is van het verschil in vochtgehalte.

Schröder *et al.* (2016) beschreven een toename van de opbrengst bij verschillende gewassen voor de perioden 2000-2015 en 2006-2014. In de voorliggende studie is geen gedetailleerde analyse van deze effecten over de tijd uitgevoerd, maar is in figuren het verloop van het N- en P-gehalte en de opbrengst in de periode 1990-2019 bekeken. De gewasopbrengst is bij de meeste gewassen toegenomen binnen de periode 1990-2019 (data niet getoond). Tegelijkertijd zijn in deze periode gehalten gedaald, veelal voor N relatief iets sterker dan voor P. Een uitzondering hierop is zetmeelaardappel waar geen verandering van opbrengst werd gezien, maar wel een stijging van het N- en P-gehalte. In de voorliggende studie werden voor zetmeelaardappel ook hogere N- en P-gehalten gevonden dan die welke gepubliceerd door Beukeboom (1996) (Figuur 3.6). Het effect van verhoging van de opbrengst en daling van gehalten wordt bij verschillende gewassen teruggevonden in de relaties tussen gehalte en opbrengst. Bij de gewassen suikerbiet, zaaui en wintertarwe speelt dat voor zowel N en P. Bij snijmais is er wel sprake van toename van opbrengst binnen de periode 1990-2019, maar is er bij het N-gehalte geen verloop over de tijd. Het gevonden verband tussen N-gehalte en opbrengst bij snijmais (Tabel 3.6) komt daardoor niet voort uit de combinatie van over de tijd toenemende opbrengst en afnemend gehalte. Waarschijnlijk komt het verband tussen N-gehalte en opbrengst voort uit variatie binnen jaren, waarbij hoge opbrengsten gepaard gaan met lage gehalten.

Graszaad is in de analyses niet meegenomen omdat de beschikbare cijfers het gemiddelde gehalte van zaad plus hooi betreffen. In de praktijk wordt hooi niet altijd afgevoerd, zodat cijfers voor de afzonderlijke onderdelen wel gewenst zijn. Een mogelijke analyse op verandering van gehalten ten opzichte van Beukeboom (1996) zou nog uitgevoerd kunnen worden omdat er wel informatie beschikbaar is over de opbrengsten van zaad en hooi. Door de gehalten uit Beukeboom (1996) voor zaad en hooi te combineren met opbrengstcijfers kan van daaruit een gewasgehalte berekend worden en vergeleken met het huidig gehalte. De bruikbaarheid hiervan is echter beperkt, ook al omdat graszaad in de database alleen Engels raaigras betreft.

Voor suikerbieten kan het P-gehalte ook geschat worden via een balans over de verschillende stromen bij de fabrieken van Suikerunie (Bijlage 9). Berekeningen zijn gedaan voor de jaren 2014 t/m 2017, waarbij de P-afvoer via het gewas is berekend als de som van alle P in Betacal, bietenpulp, melasse en bietenpunten. Het P-gehalte in het gewas wordt berekend door de P-afvoer via het gewas te delen door de totale hoeveelheid aangevoerde bieten. Gemiddeld over de vier jaren is het P-gehalte 0,034%, wat dicht tegen de waarde van 0,032% uit Tabel 3.5 ligt.

5 Conclusies

- Voor bouwlandgewassen met een groot areaal¹ zijn N- en P-gehalten bepaald voor de periode 1990-2019 op basis van een uitgebreide dataset met voornamelijk gegevens uit het onderzoek en deels uit de praktijk.
- N- en P-gehalten zijn voornamelijk bepaald op basis van situaties met bemesting rondom het adviesniveau; bij te weinig data is een bredere range gebruikt.
- In vergelijking met Beukeboom – Kiezen uit Gehalten (1996) zijn de N-gehalten uit de voorliggende studie lager, met uitzondering van consumptieaardappelen waarbij het gehalte vergelijkbaar was, en zetmeelaardappelen en snijmais waarbij het gehalte hoger was.
- De P-gehalten uit de voorliggende studie zijn lager dan die uit Beukeboom (1996) voor consumptieaardappelen, suikerbieten en granen, vergelijkbaar voor pootaardappelen en peen, en hoger voor zetmeelaardappelen, ui en snijmais. De P-gehalten uit de voorliggende studie komen redelijk overeen met die uit Ehlert *et al.* (2009), met als voornaamste uitzonderingen een hoger gehalte bij pootaardappel en snijmais.
- Voor een aantal gewassen zijn de N- en P-gehalten gespecificeerd naar de grondsoorten zand en klei.
- N- en P-gehalten nemen af met toenemend opbrengstniveau bij de gewassen suikerbiet, zaaiui en wintertarwe. Dit is ook het geval voor de N-gehalten bij snijmais en korrelmais, en het P-gehalte bij zomergerst. Bij de gewassen pootaardappel en korrelmais werd voor het P-gehalte juist een hoger gehalte gevonden met toenemend opbrengstniveau.

¹ Bouwlandgewassen met een groot areaal: consumptieaardappelen, pootaardappelen, zetmeelaardappelen, suikerbieten, zaai-uien, wintertarwe, zomertarwe, wintergerst, zomergerst, peen, snijmais en korrelmais.

Literatuur

- Avebe, 2018. Optimeelverslag teeltjaar 2017. <https://www.avebe.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2015/06/Optimeelverslag-teeltjaar-2017-.pdf>.
- Averis, 2019. Rasinformatie. <https://www.averis.nl/rasinformatie/> (bezoekt 20 augustus 2019).
- Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Informatie- en Kennis Centrum Landbouw, Ede, The Netherlands, 22 pp.
- Bussink, D.W., Bakker, R.F., van der Draai, H., Temminghoff, E.J.M., 2011. Naar een advies voor fosfaatbemesting op nieuwe leest; deel 1 snijmaïs. Rapport 1246.1, Nutriënten Management Instituut NMI B.V., Wageningen.
- CBAV, 2019. Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroenteteelt, Handboek Bodem en Bemesting. <https://www.handboekbodemenbemesting.nl>
- CBGV, 2019. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. Bemestingsadvies, versie 2019 (laatste wijziging: Augustus 2017). <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies.nl>
- Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop & P.H.M. Dekker, 2006. Actualisatie van fosfaatgehalten en fosfaatafvoer van landbouwgewassen; een verkenning op basis van onderzoeksgegevens. Rapport 1348, Alterra, Wageningen, 92 pp.
- Ehlert, P.A.I., P.H.M. Dekker, J.R. van der Schoot, R. Visschers, J.C. van Middelkoop, M.P. van der Maas, A.A. Pronk, A.M. van Dam, 2009. Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen – eindrapportage. Rapport 1773, Alterra, Wageningen.
- Ehlert, P., J. van Middelkoop, W. van Geel, J. de Haan, I. Regelink, 2018. Veeljarige fosfaatveldproeven op gras- en bouwland. Syntheserapport. Wageningen Environmental Research, Rapport 2906.
- Holshof G, Bussink D W, Van Middelkoop J C, Doppenberg G, Van Schooten H 2019 Naar een nieuw kalibemestingsadvies voor snijmaïs; Wageningen Livestock Research, rapport 1189.
- LNv, 2017. Zesde Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2018 - 2021). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/12/22/zesde-nederlandse-actieprogramma-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2018-2021>.
- NIVAA, 1994. Nederlandse catalogus van aardappelrassen. NIVAA, Den Haag, CPRO-DLO, Wageningen.
- NIVAP, 2007. Netherlands catalogue of potato varieties.
- NIVAP, 2011. Netherlands catalogue of potato varieties/Nederlandse catalogus van aardappelrassen.
- Oenema, O., J.P. Mol-Dijkstra, J.C. Voogd, P.A.I. Ehlert en G.L. Velthof, 2006. Klassenindelingen voor de fosfaattoestand van de bodem, ten behoeve van de afleiding van fosfaatgebruiksnormen. Rapport 2743, Alterra, Wageningen.
- RVP-CSAR, 2019. Raad voor plantenrassen (Rvp) en Commissie Samenstelling Aanbevelende Rassenlijst (CSAR), Protocol cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek van snij- en korrelmaïsrassen. <https://www.raadvoorplantenrassen.nl/media/images/Protmaïs2019def.pdf>.
- RVO, 2019. Mestbeleid 2019-2021: tabellen. Tabel 2c Consumptieaardappelen hoge of lage norm.
- Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., De Bode, M.J.C., Van Dijk, W., Van Middelkoop, J.C., De Haan, M.H.A., Schils, R.L.M., Velthof, G.L., Willems, W.J., 2004. Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. PRI rapport 79, Wageningen UR.
- Schröder, J.J., G.L. Velthof, C. van Bruggen, C. Daatselaar, T. de Koeier, H. Prins & K.J. Wolswinkel, 2016. Ontwikkeling van gewasopbrengsten in relatie tot gewijzigde gebruiksnormen; ex post vraag 8, Evaluatie Meststoffenwet 2016. Notitie, WPR, Wageningen UR, 29 pp.
- Schröder, J.J. en W. van Dijk 2017 Actualisatie van stikstof-, fosfaat- en organische stof balansen van akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven. Onderzoek naar de aanpassing van gebruiksnormen in het kader van equivalente maatregelen. Rapport WPR-683.
- Ten Berge, H.F.M., W. van Dijk, S. Burgers & J.R. van der Schoot, 2012. Rekenregels voor differentiatie van de stikstofgebruiksnormen. PRI rapport 462, Wageningen UR, 71 pp. (*geciteerd in Schröder en Van Dijk, 2017*).
- Van der Schoot, J.R. en W. van Dijk 2001. Afvoer van stikstof en fosfaat geen vast gegeven - PPO Bulletin Akkerbouw nr 3: 11-15.
- Van Dijk, W., 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. PPO-publicatie nr. 307, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 66 pp.

Bijlage 1 Overzicht databronnen

Consumptieaardappel

- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- De Ruijter F J, Ten Berge H F M, Van Dijk W, Kroonen-Backbier B M A, Slabbekoorn J J, Dekker P H M (2009). Verkenning gedifferentieerde N-gebruiksnorm in consumptieaardappel. Experimenten in Telen met toekomst 2008. Wageningen UR, Plant Research International, Rapport 303.
- Dekker, P., J. Paauw, W. van den Berg, J. Huijsmans en B. Vermeulen (2009). Mesttoepassing in consumptieaardappelen 2008. Voorjaarstoepassing op kleigrond. PPO nr. 3250103608, PPO-AGV, Lelystad
- Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw, W. van den Berg, J. Huijsmans, B. Vermeulen & P. van Velde (2007). Mesttoediening in het voorjaar op klei bouwland; consumptieaardappel. PPO nr. 3250028500, PPO-AGV, Lelystad.
- Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw & W. van den Berg (2007). Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2006 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. PPO nr. 3251046400, PPO-AGV, Lelystad.
- Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw & W. van den Berg (2008). Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2007 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. PPO nr. 3251046400, PPO-AGV, Lelystad.
- Dekker, P.H.M., W. van den Berg & J.J. Slabbekoorn (2006). Alternatieven voor ontijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Effect mestsoort, mestscheidingsproducten, tijdstip van aanwenden van mest en gebruik van een groenbemester op de N-benutting bij aardappelen op klei. Verslag van drie jaar veldonderzoek op PPO-proefbedrijf in Westmaas, Seizoenen 2002/2003, 2003/2004 en 2004/2005. PPO projectnr. 510170, PPO-AGV, Lelystad.
- interne data WUR Open Teelten, project BASIS
- interne data WUR Open Teelten
- Malda, J.T., R. Rutgers & E.S.C. Stilma (2011). Bemestingsonderzoek aardappelen. Het effect van de hoogte van de N-gift en het type N-meststof op opbrengst en kwaliteit van consumptieaardappelen (Agria) op een Flevolandse kleigrond in 2011. Project: 11-1815PA. Altic, Dronten.
- Paauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H. van der Draai & D.W. Bussink (2012). Effecten bodem- en structuurverbeteraars. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Postma R, Dekker P, Van Schöll L, Paauw J, Wijnholds K, Versteegen H (2009). Toetsing van meststoffen en bemestingssystemen in de aardappelteelt; veldproeven 2006-2008. NMI-rapport 1161, NMI, Wageningen, 49 pp.
- Russchen H J, Mager A (2005). De efficiëntie van N-bladbemesting in consumptieaardappelen van het ras Felsina KW 0522 SPNA Altic.
- Russchen H J, Mager A (2005). De invloed van N-bemesting in verschillende jaren op de opbrengst van consumptieaardappelen KW 0623 SPNA Altic.
- Rutgers, R. & J.T. Malda (2012). N-bemesting aardappel. Meerjarige onderzoeksresultaten van de stikstofbenutting van vloeibare N-meststoffen in de teelt van aardappelen op locaties in Noordoost- en Zuidoost-Nederland en in de Flevopolder in de jaren 2010 t/m 2012. Rapport 12-2819 PA, Altic, Dronten.
- Schröder J.J., J.W. Steenhuizen, A.G. Jansen, B. Fraters & A. Siepel (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Slabbekoorn, H. & P. Dekker (2008b). Effect van toepassing effectieve micro-organismen in consumptieaardappelen 2008. PPO projectnr. 32.500.619.00, PPO-AGV, Westmaas.

- Slabbekoorn, H. (2011). Rijenbemesting in aardappelen. Verslag van een veldproef op zuidwestelijke zeekei in 2011. PPO nr. 32 502 168 00, PPO-AGV, Westmaas.
- Smit, B., W. van Geel, J.T. Malda, A. Pronk (2013). Rijenbemesting: kansen, nieuwe producten en technieken. Rapportage 2012 en 2013. Stichting DLO / PRI, Wageningen.
- Ten Berge H F M en Kroonen-Backbier B M A (2008). Effecten van gereduceerd bemesten in consumptieaardappel op drie praktijkpercelen. BO-05-infoblad 16.
- Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbetersaars. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van der Schans, D.A., F. van Evert, J.T. Malda & V. Dorka-Vona (2012). Sensorgestuurde advisering van stikstofbijbemesting in aardappel, Implementatie en integratie. PPO nr. 520. PPO-AGV, Lelystad.
- Van der Schoot J R, Neuvel J, Van Dijk W (2002). Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij aardappel. Wageningen UR, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Projectrapport nr. 11 25.2.36.
- Van Evert, F.K., D.A. van der Schans, J.T. Malda, W. van den Berg, W.C.A. van Geel & J.N. Jukema (2011). Geleide N-bemesting voor aardappelen op basis van gewasreflectiemetingen. Integratie van sensormetingen in een N-bijmeststelsel. PPO nr. 423. PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel, W., B. Kroonen-Backbier, D. van der Schans & J.T. Malda (2014). Nieuwe bijmeststelsels en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 2: resultaten veldproeven 2012 en 2013. PPO nr. 615., PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W, Van den Berg W, Van Dijk W, Wustman R (2012). Aanvullend onderzoek mineralenconcentraties 2009-2011 op bouwland en grasland. Samenvatting van de resultaten uit de veldproeven en bepaling van de stikstofwerking. PPO 476, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel, W., W. van Dijk & W. van den Berg (2012). Stikstofwerking van mineralenconcentraties bij aardappelen. Verslag van veldonderzoek in 2009 en 2010. PPO nr. 475, PPO-AGV, Lelystad.

Pootaardappel

- Alblas, J & H. Floot (2002). Druppelirrigatie met brak water voor schurftbestrijding in pootaardappelen. Projectrapport nr. 1123410-1, PPO Lelystad.
- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw & W. van den Berg (2007). Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2006 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. PPO nr. 3251046400, PPO-AGV, Lelystad.
- Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw & W. van den Berg (2008). Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2007 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. PPO nr. 3251046400, PPO-AGV, Lelystad.
- interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Paauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H. van der Draai & D.W. Bussink (2012). Effecten bodem- en structuurverbetersaars. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbetersaars. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Vermeulen, G.D., C. van der Wel, J.G.M. Paauw, W.J. Bakker & P. Kramer (2009). Ruggenteelt als bedrijfssysteem in het noordelijke kleigebied. Verslag van onderzoek in de periode 2006-2008. PRI, Wageningen.

Zetmeelaardappel

- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.

- interne data WUR OT.
- Postma R, Dekker P, Van Schöll L, Paauw J, Wijnholds K, Verstegen H (2009). Toetsing van meststoffen en bemestingssystemen in de aardappelteelt; veldproeven 2006-2008. NMI-rapport 1161, NMI, Wageningen, 49 pp.
- Rutgers, R. & J.T. Malda (2012). N-bemesting aardappel. Meerjarige onderzoeksresultaten van de stikstofbenutting van vloeibare N-meststoffen in de teelt van aardappelen op locaties in Noordoost- en Zuidoost-Nederland en in de Flevopolder in de jaren 2010 t/m 2012. Rapport 12-2819 PA, Altic, Dronten.
- Uenk D, Grashoff C, Van Geel W C A (2003). Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan-Jaarrapport 2002. Wageningen UR, Plant Research International, Nota 266.
- Uenk D, Grashoff C, Van Geel W C A (2005). Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan. Afrondend rapport over de proefjaren 2002 en 2003. Wageningen UR, Plant Research International, Nota 336.
- Van Geel, W. & D. van der Schans (2015). Toepassing van NBS-aardappelsensing in de teelt van zetmeelaardappelen. IJkakker; Veldproef 2014 't Kompas. PPO/PRI-rapport 655, Wageningen UR.
- Van Geel W, Van den Berg W, Van Dijk W, Wustman R (2012). Aanvullend onderzoek mineralenconcentraties 2009-2011 op bouwland en grasland. Samenvatting van de resultaten uit de veldproeven en bepaling van de stikstofwerking. PPO 476, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel, W., W. van Dijk & W. van den Berg (2012). Stikstofwerking van mineralenconcentraties bij aardappelen. Verslag van veldonderzoek in 2009 en 2010. PPO nr. 475, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel, W.C.A., K.H. Wijnholds & C. Grashoff (2004). Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen bij de teelt van zetmeelaardappelen 2002-2003. PPO nr. 510168, PPO-AGV, Lelystad.
- Wijnholds, K.H. (2005a). Invloed van stikstof en ras op opbrengst en eiwitgehalte van zetmeelaardappelen. PPO nr. 510127, PPO-AGV, Valthermond.
- Wijnholds, K.H. (2005b). Invloed van stikstofniveau en -deling op eiwitgehalte en opbrengst van zetmeelaardappelen. PPO nr. 510428, PPO-AGV, Valthermond.

Graszaad (Engels raaigras)

- Borm G E L en Van der Schoot J R (2001). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2000. Projectrapport 1146218.
- Borm G E L en Van der Schoot J R (2003). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2001. Projectrapport.
- Borm G E L en Van der Schoot J R (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2002. Projectrapport 5146218.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2003. Projectrapport 5146218.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2005) Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2004 en verwerking over jaren. Projectrapport 5146218.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2005). Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2004. Projectrapport 510251.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2005). Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2004. Projectrapport 510251.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2006). Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2005. Projectrapport 510251.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2006). Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2005. Projectrapport 510251.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2006). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2005. Projectrapport 5146218.
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2007) Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras, oogst 2006 en meerjarenanalyse. Projectrapport 510251.

-
- Van der Schoot J R en Borm G E L (2007). Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras, oogst 2006 en meerjarenanalyse. Projectrapport 510251.

Peen

- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- Interne data WUR Open Teelten.
- Interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Schröder J J, Steenhuizen J W, Jansen A G, Fraters B, Siepel A (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Topper C G, Van Balen D, Versteegen H, De Haan J J, De Haas M J G, Doppenberg G J, Bussink D W (2013). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2013. PPO nr. 597, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen D J M, Topper C G, Van Geel W C A, De Haan J J, Van den Berg W, De Haas M J G, Bussink D W (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO-publicatienummer 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.

Snijmais

- Bruinenberg M, Van Schooten H, Van Dijk W (2003). Lange termijn effecten gereduceerde mestgiften op maisland 1996-2002. Animal Sciences Group intern rapport 511.
- Bussink D W, Bakker R F, Van der Draai H, Temminghoff E J M (2011). Naar een advies voor fosfaatbemesting op nieuwe leest; deel 1 maïsland. Nutriënten management instituut rapport 1246.1.
- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- CGO maïs; interne data.
- Dijk. W. van (1997). Ondiepe toediening van dierlijke mest bij maïs. PAV-bulletin akkerbouw, februari 1997.
- Geelen P M T M, Crombach C, Van der Schoot J R, Alblas J, Dekker P H M (2002). Verdieping en praktisering kennis over stikstof in het mergelland. Resultatenteeltjaar 2001.
- Geelen P M T M, Dekker P H M (2001). Verdieping en praktisering kennis over stikstof in het mergelland. Resultatenteeltjaar 2000.
- Geelen P M T M, Dekker P H M (2001). Verdieping en praktisering kennis over stikstof in het mergelland. Resultatenteeltjaar 1999.
- Geelen, P.M.T.M, Alblas, april 2002, Stikstofproblematiek van de akkerbouw en melkveehouderij in het mergelland. Resultaten akkerbouw 1995-1998, deel I en II. Projectrapport 1125221.
- Holshof G, Bussink D W, Van Middelkoop J C, Doppenberg G, Van Schooten H (2019). Naar een nieuw kalibemestingsadvies voor snijmais; Wageningen Livestock Research, rapport 1189.
- Interne data WUR Open Teelten.
- Schröder J en De la Lande Cremer L C N (1989). Toedienen van drijfmest in maïs - vervolgonderzoek 1985 - 1987. PAGV-verslag 85.
- Schröder J J, A.G. Jansen & G.J. Hilhorst (2005). Long-term nitrogen supply from cattle slurry. Soil Use and Management 21,196-204
- Schröder J J, Steenhuizen J W, Jansen A G, Fraters B, Siepel A (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Schröder J J, Ten Holte L (1996). Bemestingsonderzoek aan maïs en voederbieten op De Marke (1990-1995). PR rapport 16, AB-DLO rapport 63.
- Schröder J (1990). Stikstofdeling bij snijmais. PAGV-verslag 106.

- Schröder J (1992). Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. PAGV-verslag 148.
- Van der Schans D (1995). Invloed van plantverdeling, zaaitijdstip en koudetolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. PAGV verslag no. 191.
- Van der Schans D, Meuffels G, Van der Schoot J R, Van Dijk W, Vermeulen B (2011). Precisieplaatsing van drijfmest in Mais. PPO Publicatie 436.
- Van der Schoot J R & W van Dijk (2002). Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij snijmais. Project rapport nr. 110017 (proef REG0610 en REG0611)
- Van der Schoot J R – interne rapportage.
- Van der Schoot J R (1999). Maisteelt bij suboptimale vochtvoorziening PPO510019.
- Van der Schoot J R (2000). Maisteelt bij suboptimale vochtvoorziening PPO510019.
- Van der Schoot J R (2001). Maisteelt bij suboptimale vochtvoorziening PPO510019.
- Van der Schoot J R, Van Dijk W (2002). Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij snijmais. Project rapport nr. 110017 (proef REG0610 en REG0611).
- Van Dijk T A (2008). Vergelijking van diverse rijenbemestingssystemen bij snijmais. Nutriënten management instituut rapport 1250.N.07, 31 pp.
- Van Dijk T A (2009). Vergelijking van diverse rijenbemestingssystemen bij snijmais. Nutriënten management instituut rapport 1250.N.08, 24 pp.
- Van Dijk W (1996). Invloed van N-rijenbemesting op drogestofproductie en N-benutting bij snijmais. PAGV-verslag no. 215.
- Van Dijk W, Baan Hofman T, Nijssen K (1996). Effecten van maïs-gras vruchtwisseling. PAGV-verslag no. 217.
- Van Dijk W, Schröder J J, Ten Holte L, De Groot W J (1995). Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmais. PAGV-verslag 201.
- Van Schooten H A, I C Hoving, P H M Dekker en J W van Riel (2008). Indicator voor mineralisatie op gescheurd grasland. ASG rapport 89.
- Van Schooten N, Van Riel J W (2011). Snijmais met beperkt kunstmestfosfaat. Tweejarig veldonderzoek met verschillende vormen van rijenbemesting WLR Rapport 499.

Suikerbiet

- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- Interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Interne data WUR OT.
- Pauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H. van der Draai & D.W. Bussink (2012). Effecten bodem- en structuurverbeteraars. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Paauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H. van der Draai & D.W. Bussink (2013). Effecten bodem- en structuurverbeteraars. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2012. Resultaten na drie jaar onderzoek. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Schröder J.J., J.W. Steenhuizen, A.G. Jansen, B. Fraters & A. Siepel (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Stichting IRS, interne database (*ca een derde van de suikerbietengegevens in de voorliggende studie zijn afkomstig van IRS, veelal gerapporteerd in openbare IRS-rapporten*)
- Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbeteraars. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbeteraars. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.

- Van Geel, W.C.A., & J.J. Schröder (2007). Stikstofwerking van gewasrestencomposten in suikerbieten. PPO nr. 32500331, PPO_AGV, Lelystad.

Wintertarwe

- Bussink W, Doppenberg G, Van den Berg W, Van Wijk K (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- Floot H (2005). Wintertarwerassen Noordelijke klei, KW 0503, SPNA.
- Floot H (2007). EU-wintertarwerassen, EH 0707 – KW 0704, SPNA.
- Floot H (2008). EU-wintertarwerassen 2008, EH 0807 – KW 0803, SPNA.
- Floot H W G (2002). Kwaliteitswintertarwerassen, EH 0209, SPNA.
- Floot H W G (2002). Wintertarwerassen Noordelijke klei, KW 0205, SPNA.
- Floot H W G (2003). Kwaliteitswintertarwerassen, EH 0307, SPNA.
- Floot H W G (2004). Kwaliteitswintertarwerassen EH0410, SPNA.
- Floot H W G (2004). Wintertarwerassen Noordelijke klei, KW 0403, SPNA.
- Floot H W G (2005). Kwaliteitswintertarwerassen EH0510, SPNA.
- Floot H W G (2006). 3 EU-wintertarwerassen, EH 0610 – KW 0603, SPNA.
- Hofstee A, Van 't Westeinde J (2013). Rassenonderzoek EU Wintertarwe 2013, SPNA.
- Interne data WUR-OT.
- Otter W S, Van 't Westeinde J (2011). Rassenonderzoek EU wintertarwe 2011 – SPNA.
- Otter W S, Van 't Westeinde J (2012). Rassenonderzoek EU wintertarwe 2012 – SPNA.
- Otter W S, Van 't Westeinde J (2014). Rassenonderzoek EU wintertarwe 2014 – SPNA.
- Paauw J G M, Van Balen D, De Haan J J, De Haas M J G, Van der Draai H, Bussink D W (2013). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2012. PPO nr. 481, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Schröder J J, Steenhuizen J W, Jansen A G, Fraters B, Siepel A (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Topper C G, Van Balen D, Verstegen H, De Haan J J, De Haas M J G, Doppenberg G J, Bussink D W (2013). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2013. PPO nr. 597, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen D J M, Topper C G, Van Geel W C A, De Haan J J, Van den Berg W, De Haas M J G, Bussink D W (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van den Brink L (2010). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2009, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2011). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2010, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2012). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2011, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2013). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2012, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2014). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2013, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2015). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2014, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2016). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2015, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van den Brink L (2016). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2016, Wageningen University & Research.

- Van den Brink L (2018). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2017, Wageningen University & Research.
- Van den Brink L (2019). Cultuur- en gebruikswaarde onderzoek wintertarwe 2018, Wageningen University & Research.
- Van Geel W, Van den Berg W, Van Dijk W, Wustman R (2012). Aanvullend onderzoek mineralenconcentraties 2009-2011 op bouwland en grasland. Samenvatting van de resultaten uit de veldproeven en bepaling van de stikstofwerking. PPO 476, PPO-AGV, Lelystad.
- Van 't Westeinde J (2012). Opbrengsten EU wintertarwe rassenproef SPNA 2012 (tabel).
- Veldman W S, *et al.* (2008). Wintertarwe CGO 2008 Concept deel 1, SPNA Agro research.

Zaaiui

- Van den Brink L, Dekker P H M, Van den Berg W (2007). Optimale N-bemesting zaaiuien. PPO AGV, Lelystad, Projectrapport 3250078400.
- Van den Brink L, Dekker P H M en Van den Berg W (2009). Aanpassing N-bemestingsadvies zaaiuien. Projectrapport 3250078408.
- Bussink W, G Doppenberg, W Van den Berg, K Van Wijk (2014). Naar een nieuw fosfaatbemestingsadvies in de akkerbouw. Masterplan Mineralenmanagement, Productschap Akkerbouw, Zoetermeer, 43 pp.
- Interne data WUR-OT.
- Interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Malda J T, Rutgers R (2012). Fosfaat (rijen)bemesting in zaaiuien. Meerjarige onderzoekresultaten naar het effect van Avail, APP volvelds en fosfaatrijenbemesting met vloeibare meststoffen in de teelt van zaaiuien op kleigronden in 2010 t/m 2012. 12-2813 Productschap Akkerbouw, Altic, Dronten.
- Malda J T, R. Rutgers R (2013). Bemestingsonderzoek zaaiuien. Meerjarige onderzoeksresultaten naar bemestingsstrategieën om tot een hogere N-en P-efficiëntie te komen in de teelt van zaaiuien op een kleigrond in Zuidwest Nederland. Projectnr. 3828 Productschap Akkerbouw, Altic, Dronten.
- Paauw J G M (2008). Fosfaatonderzoek Powerstart in zaaiuien 2008 op kleigrond. PPO nr. 3250109400, PPO-AGV, Lelystad (geen openbaar rapport).
- Van de Broek R 2009 t/m 2013. Invloed van het type Kalibemesting op de smaak van uien (Vertrouwelijk rapporten).
- Van Geel W, Evenhuis B, Topper C (2018). Effect van nutriënten op kwaliteit en weerbaarheid. Verslag van onderzoek naar effect kali in 2017. Uireka rapport nummer 2018-04.
- Van Geel W, Evenhuis B, Topper C (2019). Effect van nutriënten op kwaliteit en weerbaarheid. Verslag van de veldproef in 2018. Uireka rapport nummer 2019-01.
- Schröder J J, Steenhuizen J W, Jansen A G, Fraters B, Siepel A (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H J Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
- Topper C G, Van Balen D, Verstegen H, De Haan J J, De Haas M J G, Doppenberg G J, Bussink D W (2014). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2014. PPO nr. 597, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen D J M, Topper C G, Van Geel W C A, De Haan J J, Van den Berg W, De Haas M J G, Bussink D W (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer 693, Projectnummer 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Geel W, Evenhuis B, Topper C (2019). Effect van nutriënten op kwaliteit en weerbaarheid. Verslag van de veldproef in 2018. Uireka rapport nummer: 2019-01.
- Dekker P H M, Paauw J G M, Van den Berg W (2008). Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2007 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. PPO nr. 3251046400, PPO-AGV, Lelystad.

Zomergerst

- Floot H W G en Venhuizen A (2000). Zomergerstrassen EH 897, KW 396 – SPNA.
- Floot H W G en Venhuizen A (2001). Zomergerstrassen EH 0008 KW 0012 – SPNA.

- Floot H W G en Venhuizen A (2002). Zomergerstrassen EH 0110, KW 0109 – SPNA.
- Floot H W G en Venhuizen A (2003). Zomergerstrassen EH 0210, KW 0207 – SPNA.
- Floot H W G en Venhuizen A (2004). Zomergerstrassen EH 0308, KW 0304 – SPNA.
- Floot H W G en Venhuizen A (2005). Zomergerstrassen EH 0411, KW 0404 – SPNA.
- SPNA (2007). (anoniem) Het cultuur- en gebruikswaarde onderzoek in zomergerst – GEMIDDELDEN.
- Interne data WUR-OT.
- Interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Pauw J G M, Van Balen D, De Haan J J, De Haas M J G, Van der Draai H, Bussink D W (2010). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2010. PPO projectnr. 3250159600, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Van Balen D J M, Topper C G, Van Geel W C A, De Haan J J, Van den Berg W, De Haas M J G, Bussink D W (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
- Timmer R D, Booij J A, Van den Berg W (2020). Optimalisatie eiwitgehalte brouwergerst. Resultaten onderzoek 2017-2019. Rapport WPR-826, Wageningen University & Research.
- Timmer R D *et al.* (2009). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2009, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Timmer R D *et al.* (2010). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2010, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2011). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2011, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2012). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2012, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2013). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2013, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2014). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2014, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2015). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2015, Wageningen UR.
- Timmer R D *et al.* (2016). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2016, Wageningen University & Research.
- Timmer R D *et al.* (2017). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2017, Wageningen University & Research.
- Timmer R D *et al.* (2018). Cultuur-en gebruikswaarde onderzoek zomergerst 2018, Wageningen University & Research.
- Veldman, *et al.* (2008). Eindrapportage CGO zomergerst 2008, SPNA Agro research
- SPNA (2006). Zomergerstrassen demo ism Agrifirm.
- Van Geel W, Van den Berg W, Van Dijk W, Wustman R (2012). Aanvullend onderzoek mineralenconcentraten 2009-2011 op bouwland en grasland. Samenvatting van de resultaten uit de veldproeven en bepaling van de stikstofwerking. PPO 476, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W C A, Dekker P H M, De Groot W J M, Van den Akker J J H, Floot H W G (2007). Structuurherstellend vermogen van groenbemesters. Verslag van veldproeven in 2005-2006 te Lelystad en Kollumerwaard. PPO-projectrapport nr. 510492, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W C A, Dekker P H M, De Groot W J M (2009). Verbetering structuur ondergrond. Verslag van veldonderzoek op een zavelgrond te Lelystad 2006-2009. PPO nr. 3250055100, PPO-AGV, Lelystad
- Slabbekoorn H, Dekker P (2008). Effect van toepassing effectieve micro-organismen in zomergerst 2007. PPO projectnr. 3250061900, PPO-AGV, Westmaas.
- Wijnholds K H (2004). Stikstofbemesting en groeiregulatie in zomergerst 2004. PPO-projectrapportnr. 510451, PPO-AGV, Valthermond.
- Wijnholds K H (2005). Stikstofbemesting en groeiregulatie in zomergerst 2005. PPO-projectrapportnr. 500123, PPO-AGV, Valthermond.

Zomertarwe

- Interne data WUR Open Teelten, project BASIS.
- Pauw, J.G.M., D. van Balen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, H. van der Draai & D.W. Bussink (2010). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2010. PPO projectnr. 3250159600, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.

-
- Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
 - Schröder J.J., J.W. Steenhuizen, A.G. Jansen, B. Fraters & A. Siepel (2003). Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus. Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002. Plant Research International B.V., Wageningen, Rapport 69.
 - Timmer *et al.*, (2007, november). Optimale N-bemesting zomertarwe Resultaten onderzoek 2007, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
 - Timmer *et al.*, (2008, December). Optimale N-bemesting zomertarwe Resultaten onderzoek 2008, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
 - Timmer, *et al.*, (2012, november). cultuur- en gebruikswaarde onderzoek zomertarwe 2012, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
 - Timmer, *et al.*, (2013, november). cultuur- en gebruikswaarde onderzoek zomertarwe 2013, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
 - Topper, C.G., D. van Balen, H. Verstegen, J.J. de Haan, M.J.G. de Haas, G.J. Doppenberg & D.W. Bussink (2013). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond. Resultaten 2013. PPO nr. 597, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.
 - Van Balen, D.J.M., C.G. Topper, W.C.A. van Geel, J.J. de Haan, W. van den Berg, M.J.G. de Haas & D.W. Bussink (2016). Effecten bodem- en structuurverbeters. Onderzoek op klei- en zandgrond 2010-2015; Eindrapportage. PPO publicatienummer: 693. Projectnummer: 3250159600. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten, Lelystad.

Bijlage 2 Waardering van de fosfaat- toestand van de bodem op basis van Pw-getal

Tabel B2.1 Waardering van de fosfaattoestand van de bodem op basis van Pw-getal (1970) (bron: CBAV, 2019; link).

Waardering	Pw-getal
Zeer laag	<11
Laag	11-20
Voldoende	21-30
Ruim voldoende	31-45
Vrij hoog	46-60
Hoog	>60

Bijlage 3 Aantal waarnemingen voor het N-gehalte per gewas – grondsoort – jaar combinatie

Deze tabel geeft het totaal aantal waarnemingen voor het N-gehalte. Zie Bijlage 6 voor het aantal waarnemingen bij verschillende combinaties van N-range, P-klasse en grondsoort.

Gewas ¹	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Som
CA	Klei	50	14	15	8	9	49	21	101	52	28	27	5	5	36	44	52	104	32	24	27	61	56	44	129	32	8	8	3	1044	
	Zand				27	20	20	12	12	12	16	19	7	7	7	7	28	16	22	6	42	16	40	48	4	17	11	11	30	450	
PA	Klei	1	5	5	4	4	1	3	3	17	13	10							4			11	3	8	4	4	3		100		
	Zand															7	7	7					12							26	
ZA	Zand	10	24	38	22	3	33	27	29	4			28	70	48		12	12	12	12	31	44	17	9	100	32	24	32	24	4	689
SB	Klei	41	13	43	12	12	12	27	10	8	10	5	5			40	32	1	10	34	31	13	3						11	388	
	Zand	14	4	4	4	4	4	2	1	2	7	7	7	7	7	7	34	23	5	17	25	6	4	6	16	16	12	12	2	241	
UI	Klei	14	29	28	28	3	26	31	23	4	3	3	3	3	4		44	43			24	9	34	25	8			20	15	418	
GZ ²	Klei										26	20	23	28	26	15	8													146	
	Zand										7	7	7	7	7															21	
PE	Klei	6	7	7	4	4	4	18	36	20	3									8			15		3					131	
	Zand	2	4	1	2	2	2	5	8		1	1	4	4									2	2	2	3	6	6	6	63	
WT	Klei	77	68	20	21	15	17	41	38	71	2	2	23	20	17	14	19	8	39	21	28	28	36	44	64	54	44	24	32	887	
	Zand	3	3	3	3	3	3	1	1																					16	
Wts	Klei	1	8	6		4	31	33	66	4	2								8						4			4		171	
	Zand								1																					1	
ZT	Klei	12			2	2	2	7	5	7	8	5	5				25	15	10	11			11	12	13	3	23	4	2	184	
	Zand	10					1										18	12												41	
ZTs	Klei			2	2	2	2	2		3												1								42	
	Zand																													30	
WG	Klei			14	24	40	10	4	4	4	4	4	5	6	3	3	2	6	8	8		4	9	9						159	

Gewas ¹	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	som
ZG	48	4	20	18	20	26	25	22	22	2	14	20	17	18	15	19	21	10	4	66	29	6	14	9	16	16	12	23	32	568	
Zand		3				10	12	12	12	2	2	2	2	2	24	27	2	1	3	15	15	6	12	16	25	22	20	30	20	2	283
ZGs	30		2	2	2	10	12	12	12	2	2	2	2	4						2		4									84
Zand						4	4	4	7			2	2	2	2	3	2	2	1	1	3	1	5	7	10	7	6	7	6		82
SM		24	21	15	35	17	4	4	32	8	8	8	108	100	114	107	119	288	276	270	208	200	310	328	262	343	83	286	271		3849
Zand	107	106	153	126	83	61	70	52	35	126	105	47	323	312	347	325	397	718	756	897	749	638	597	669	884	923	985	805	890		12286
KM			5	15	15	15	15				1	1	1	1					1		1										70
KMs			5	15	15	15	15																								65

¹ Gewas: CA=consumptieaardappel; PA=pootaardappel; ZA=zetmeelaardappel; SB=suikerbiet; UI=zaaiui; GZ=graszaad; PE=alle peen; WT=wintertarwe; WG=wintergerst; ZG=zomergerst; SN=snijmais; KM=korrelmais. De toevoeging 's' bij de granen betekent 'stro'.

² Graszaad is voornamelijk 1^e jaars, de jaren 2004 t/m 2006 op klei bevatten 4x 2^e jaars graszaad.

Bijlage 4 Aantal waarnemingen voor het P-gehalte per gewas – grondsoort – jaar combinatie

Deze tabel geeft het totaal aantal waarnemingen voor het N-gehalte. Zie Bijlage 6 voor het aantal waarnemingen bij verschillende combinatie van N-range, P-klasse en grondsoort.

Gewas ¹	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	SOM
CA	Klei	50	14	15	8	9	49	21	77	52	27	27	5	5	36	44	52	104	32	5	8	20	36	129	32				3	860	
	Zand				27	20	20	12	12	12	1	7	7	7	7		7	4	4	4	6	26	8	16	32	4			24	244	
PA	Klei	1	5	5	5	4	4	1	3	3	16	13	10									11	3	8		11	3			102	
	Zand																7	7	7				12							26	
ZA	Zand	10	16	6	6	3	6	2	4														100	24	24	24	24	24	4		253
SB	Klei	41	7	44	12	12	17	11	10	8	10	9	5	5			40	32	1	10	34	31	13	3	3	6	10				366
	Zand	14	4	4	4	4	4	2	1	1	7	7	7	7			28	23	5	17	25	6	6	2	16	22	12	12	2		225
UI	Klei	4	5	4	4	4	3	26	31	22	4	3	3	3	4			12	13	2	26	11	36	25	8			20	15	281	
PE	Klei	6	7	7	4	4	4	18	32	20	3									8			15		3					127	
	Zand	2	4	1	2	1		5	8	7	1	1	4	4									2							35	
WT	Klei	10	42	10	8	4	4	14	9	7	2	2							8			11	7	7	17			8		163	
	Zand	3	3	3	3	3	3	1																						16	
WTs	Klei	1	8	6		4	4	4	4	2	4	2							8						4					51	
ZT	Klei	12			2	2	2	7	5	7	5	5	5	5					3		11	11	3	3	13	3	23	3		111	
	Zand	10						1																						11	
ZTs	Klei				2	2	2	2	2	3											1										12
ZG	Klei	48	4	2	2	4	4	2	2	2	2	2	4	4							20		8		1	17	8	8	12	2	112
	Zand	3						2	2	2	2	2	2	2			2	1	1	3			4							68	
ZGS	Klei	30	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4							2		4							55	
	Zand							2									2	1	1	3				1	9	1	1	2	2	34	
SM	Klei	24	24	15	24	17	4		16	8	8	8	8	8			12	77	70	34	18					102	83	25		577	
	Zand	97	95	135	126	34	16	31	19	19	86	93	20	23	13	5	76	107	77	189	153	11			5	200	188	30	18	1866	
KM	Zand		5	15	15	15	15				1	1	1	1					1		1									70	
KMs	Zand		5	15	15	15	15																							65	

¹ Gewas: CA=consumptieaardappel; PA=pootaardappel; SB=suikerbiet; ZA=zetmeelaardappel; UI=zaaiui; PE=alle peen; WT=wintertarwe; ZT=zometarwe; ZG=zomergerst; SN=snijmais; KM=korrelmais. De toevoeging 's' bij de granen betekent 'stro'.

Bijlage 5 Spreiding in gehalten en opbrengst bij verschillende bemesting

Deze bijlage geeft een overzicht van gemiddelde en spreiding in N- en P-gehalten en opbrengsten voor verschillende selecties naar:

- P-klasse (midden, verbreed, alle data)
- N-range (links, rechts, smal, breed)
- Grondsoort (klei, zand, klei+zand)

De boxplot figuren geven de mediane waarde (het horizontale lijntje in de box), het 25%-kwantiel (onderzijde van de box) en het 75%-kwantiel (bovenzijde van de box) en met de lijntjes de minimale en maximale waarde.

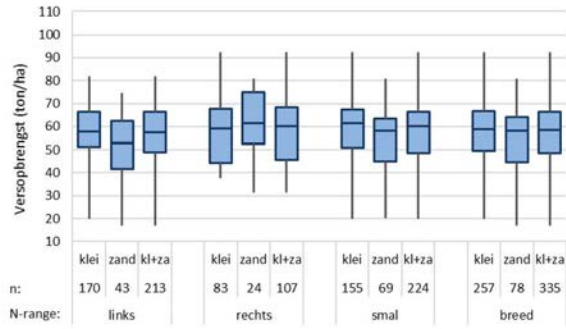
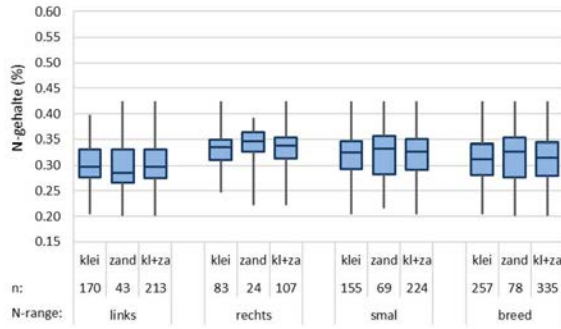
Het verschil tussen N-range links en rechts geeft een indicatie of N-bemesting een effect heeft op het N-gehalte of de versopbrengst. Bij een duidelijk effect van N-bemesting kan het beste geselecteerd worden op N-range smal: bemesting dichtbij het N-advies. Is er geen duidelijk effect dan kan de N-range breder genomen worden om het gehalte op meer waarnemingen te baseren.

Figuren voor de verschillende gewassen staan in de volgorde:

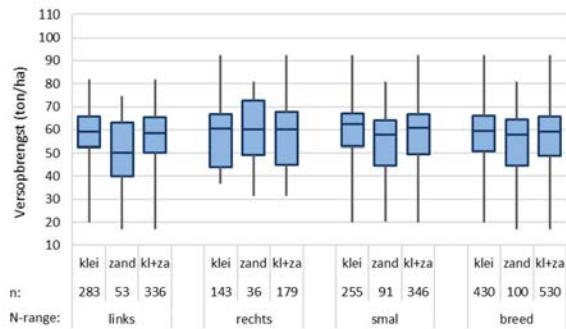
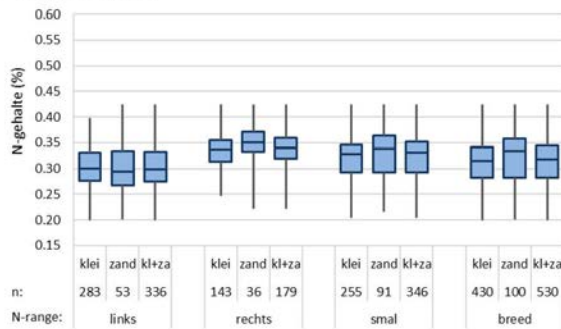
- Consumptieaardappelen
- Pootaardappelen
- Zetmeelaardappelen
- Suikerbieten
- Zaaiuien
- Wintertarwe
- Zomertarwe
- Wintergerst
- Zomergerst
- Was- en winterpeen
- Snijmais
- Korrelmais

Consumptieaardappelen – N gehalte

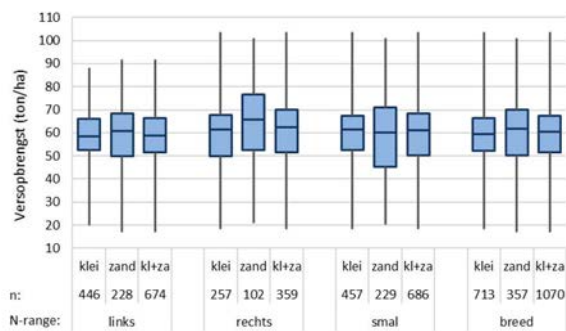
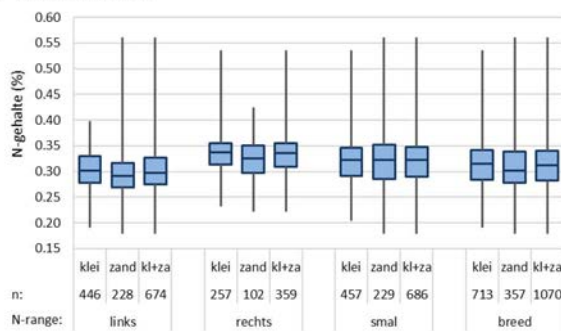
P-klasse: midden



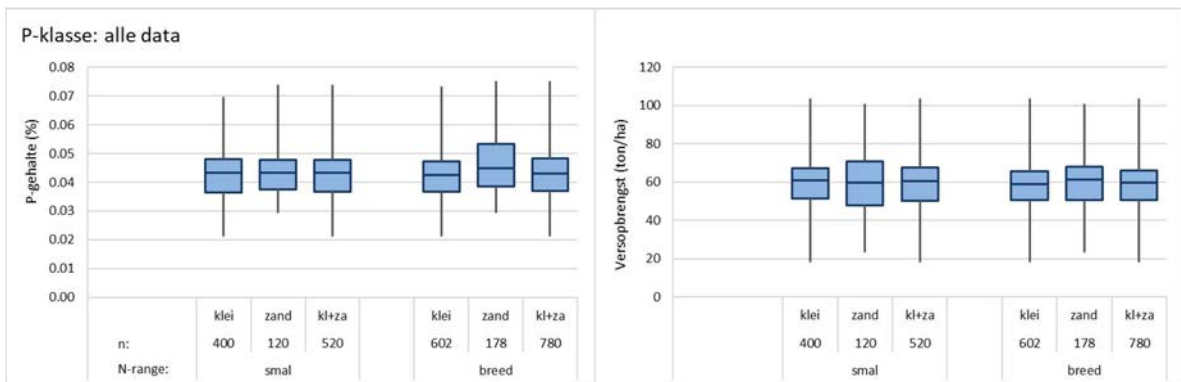
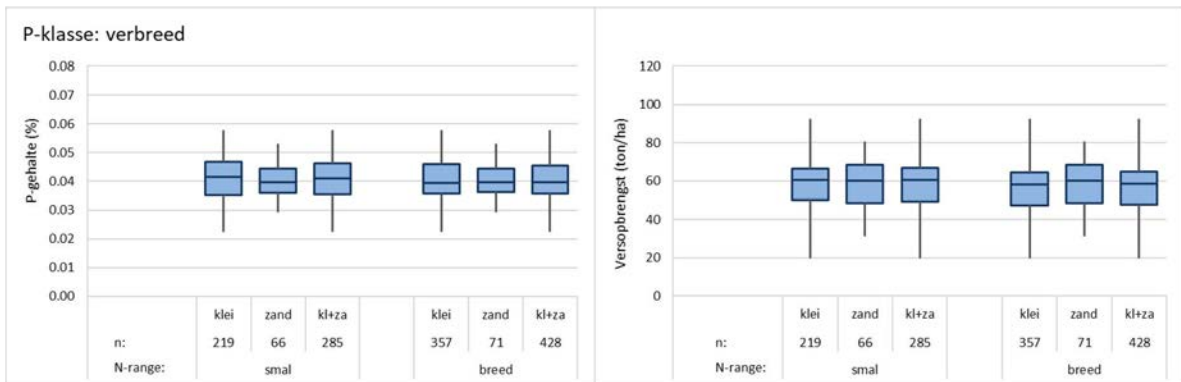
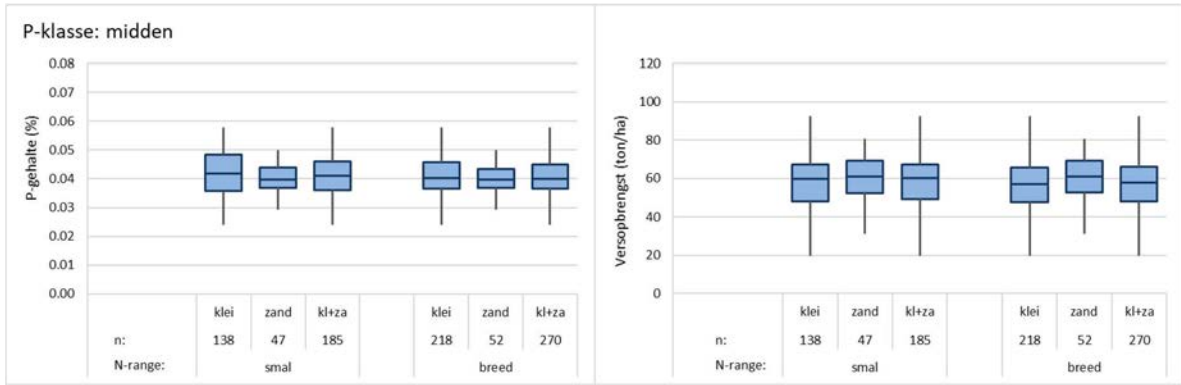
P-klasse: verbreed



P-klasse: alle data

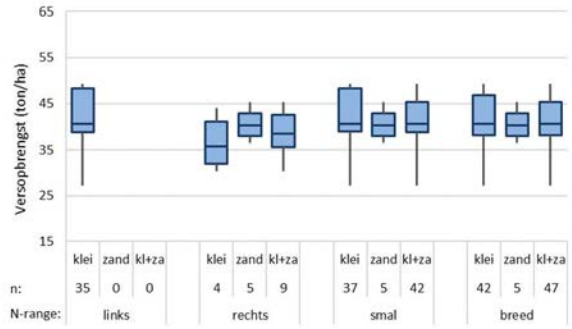
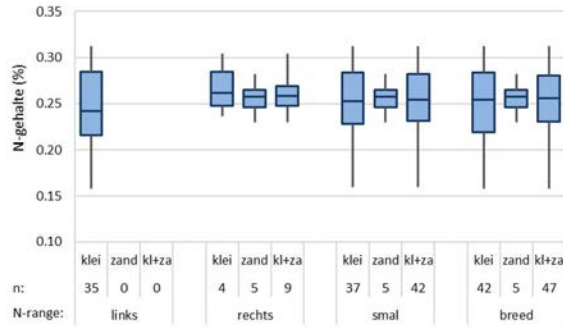


Consumptieaardappelen – P gehalte

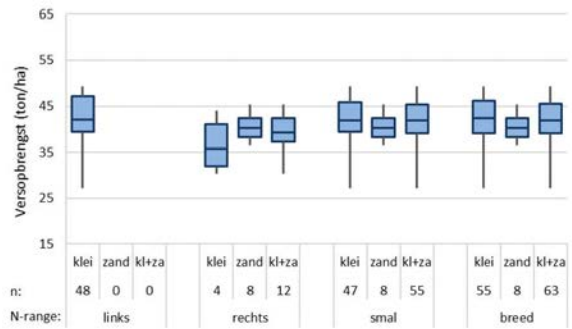
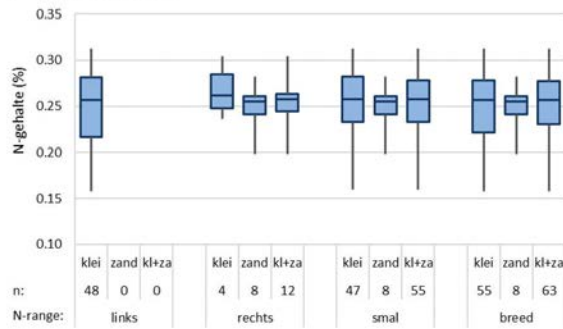


Pootaardappelen – N gehalte

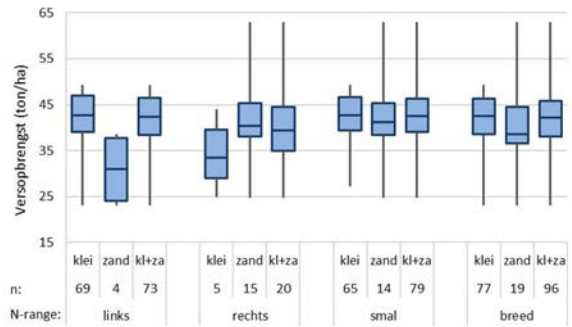
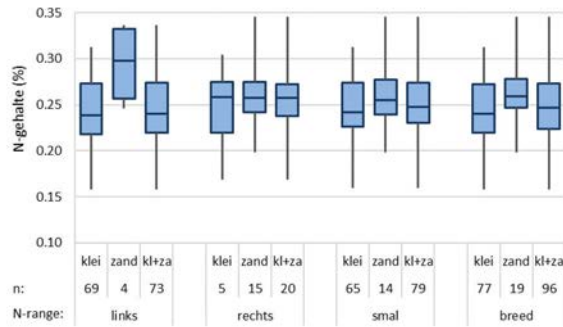
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

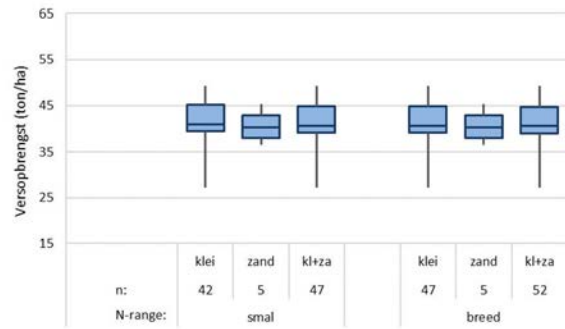
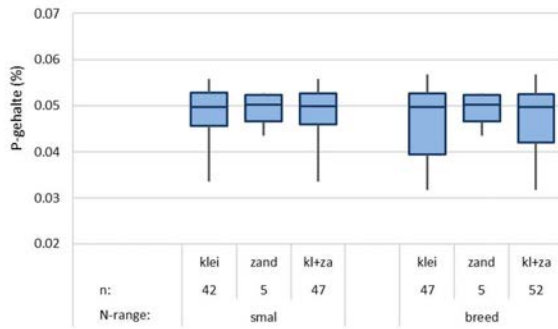


P-klasse: alle data

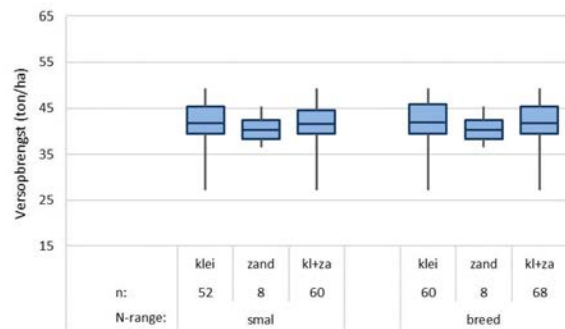
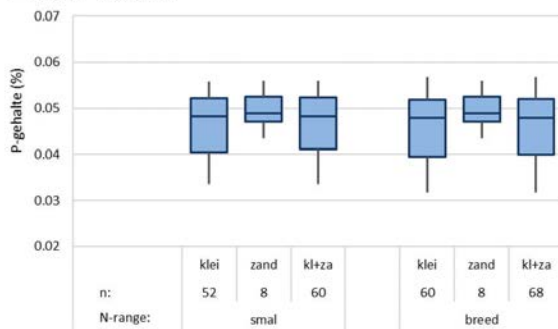


Pootaardappelen – P gehalte

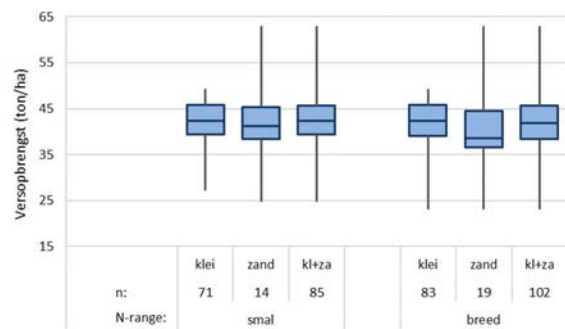
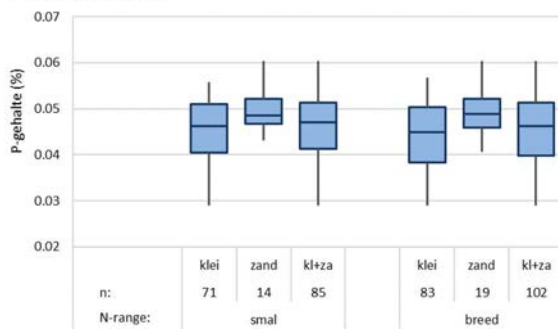
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

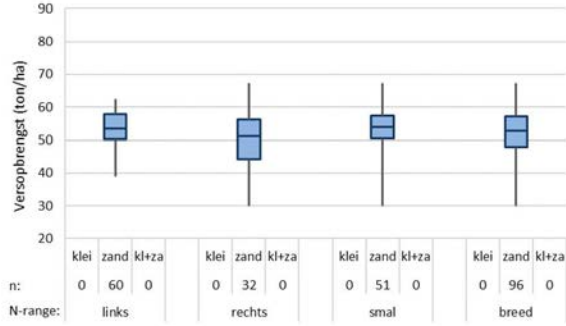
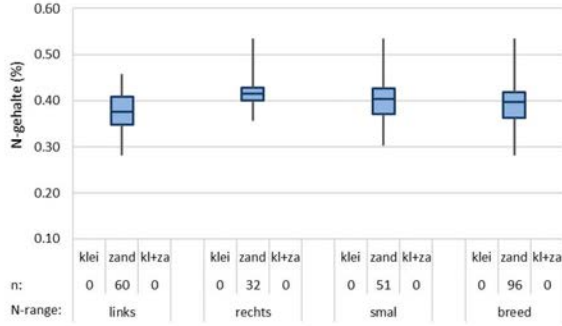


P-klasse: alle data

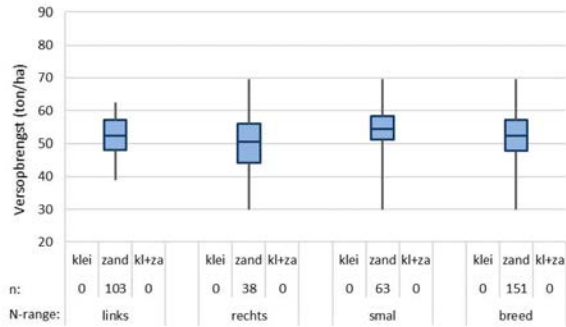
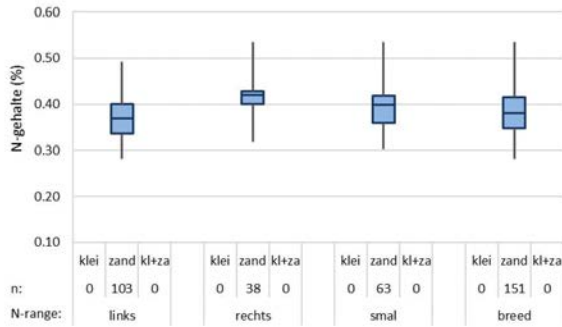


Zetmeelaardappelen – N gehalte

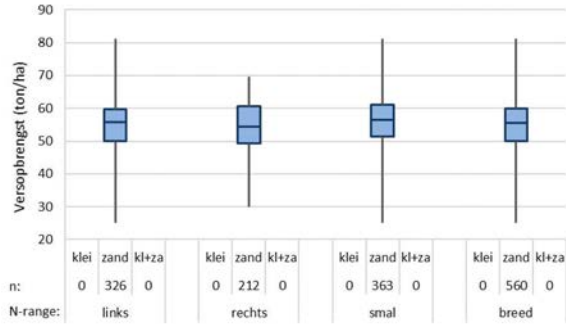
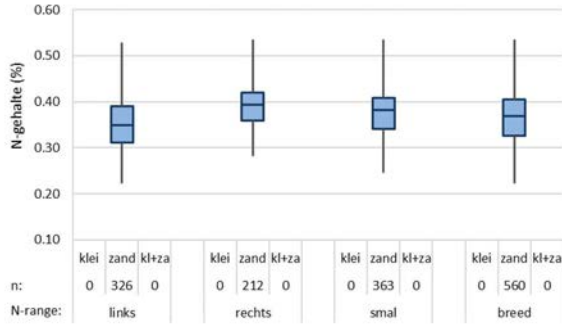
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

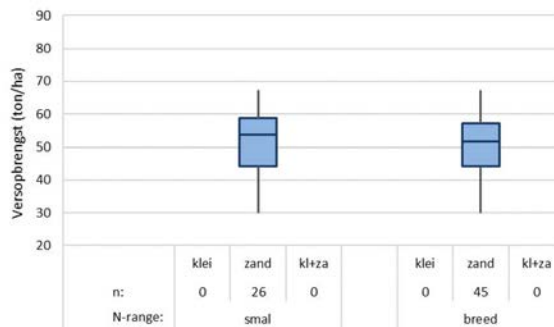
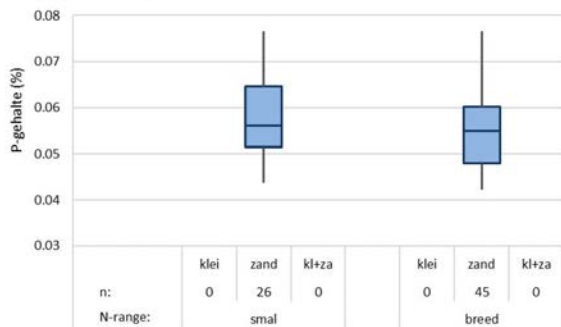


P-klasse: alle data

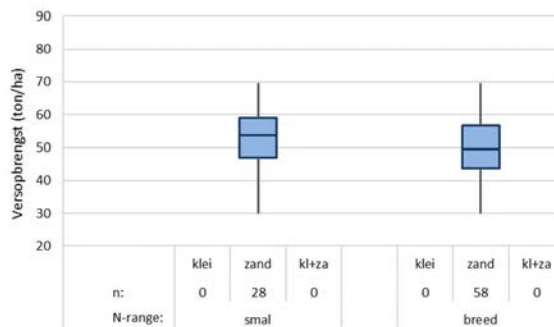
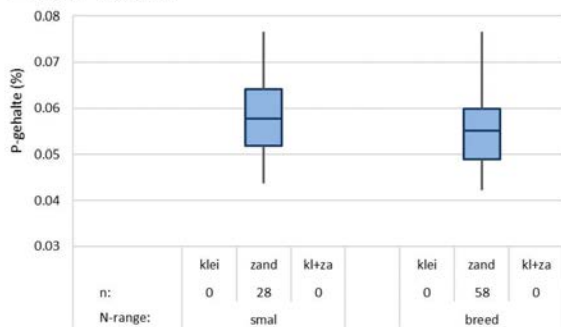


Zetmeelaardappelen – P gehalte

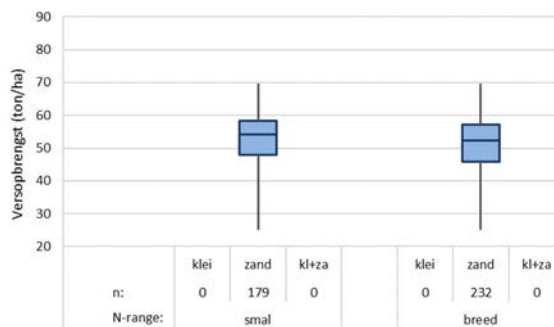
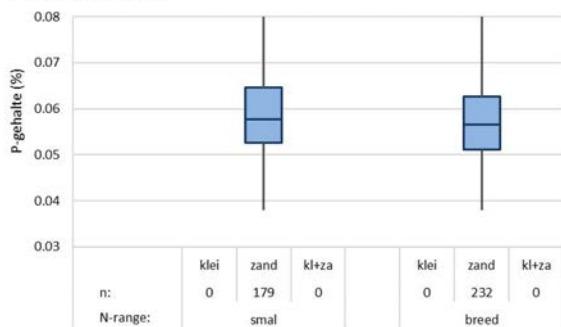
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

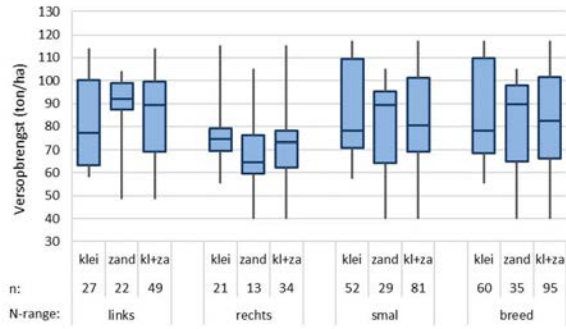
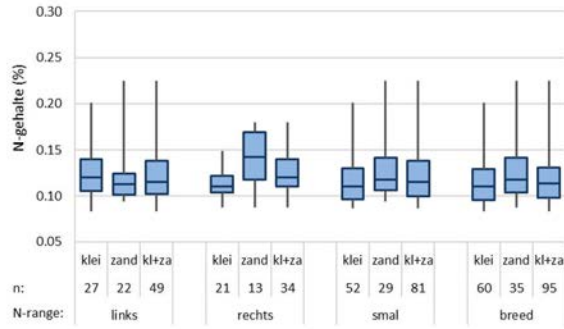


P-klasse: alle data

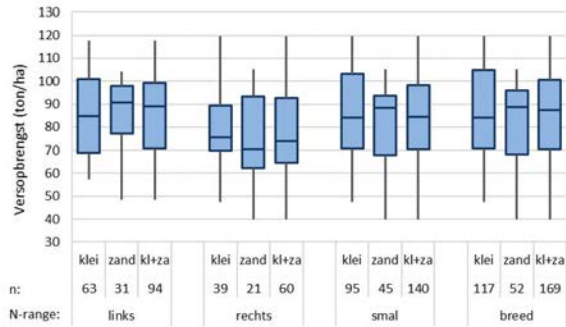
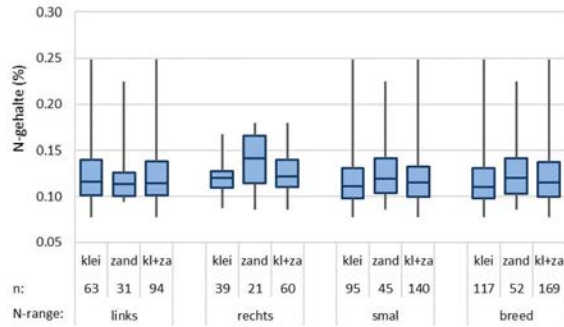


Suikerbieten – N gehalte

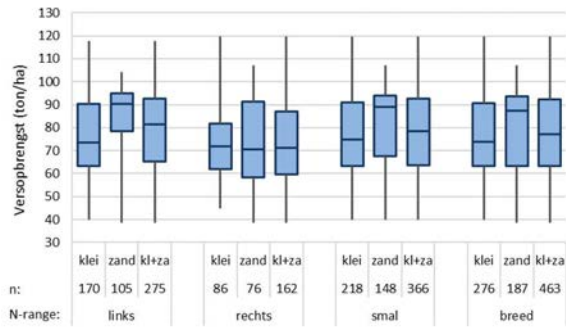
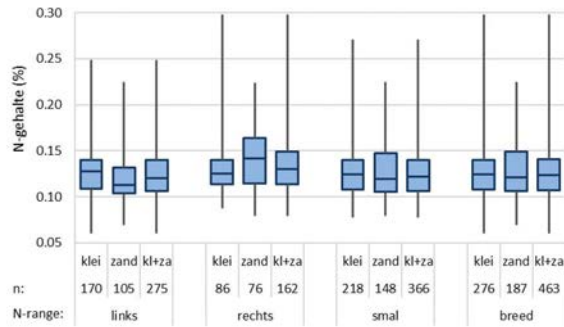
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

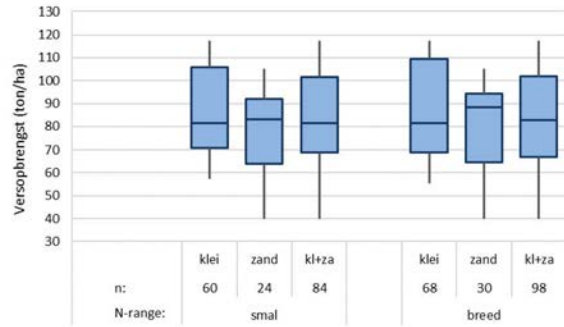
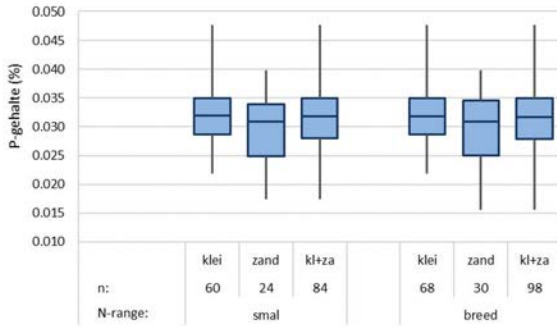


P-klasse: alle data

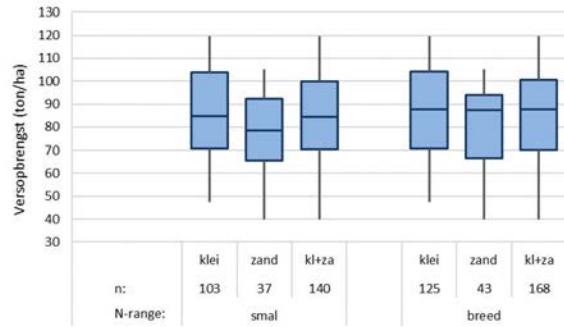
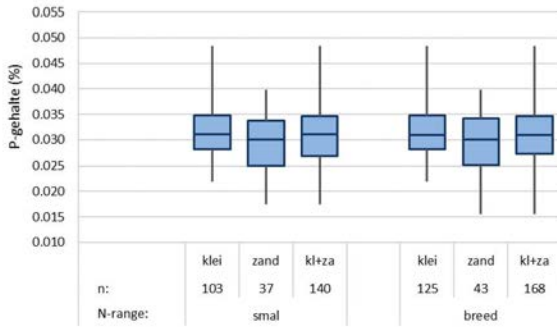


Suikerbieten – P gehalte

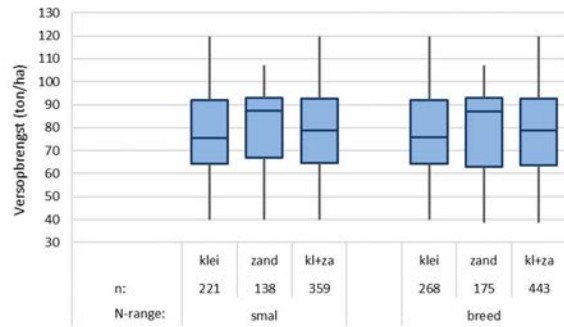
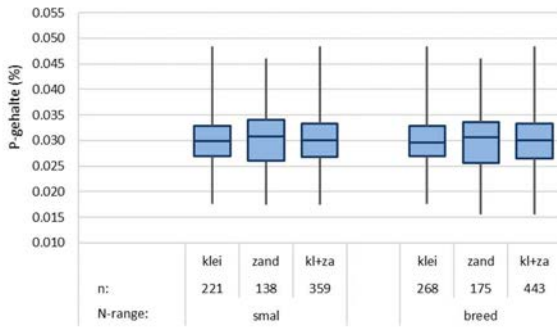
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

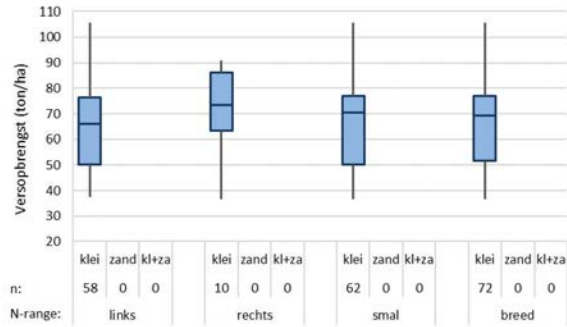
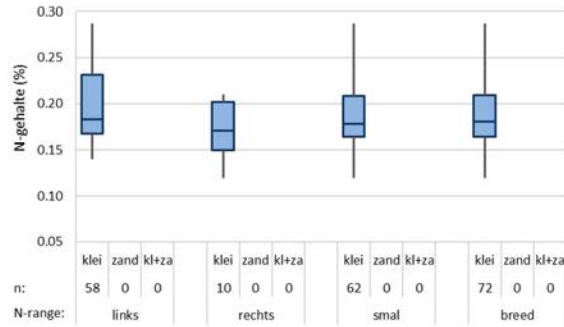


P-klasse: alle data

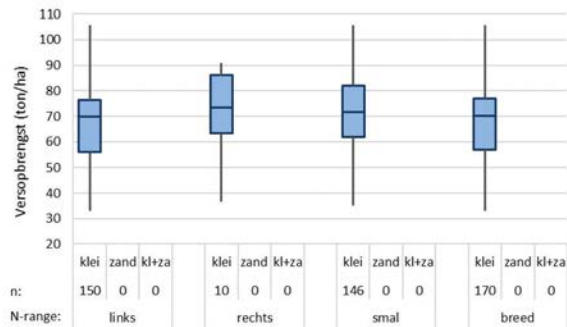
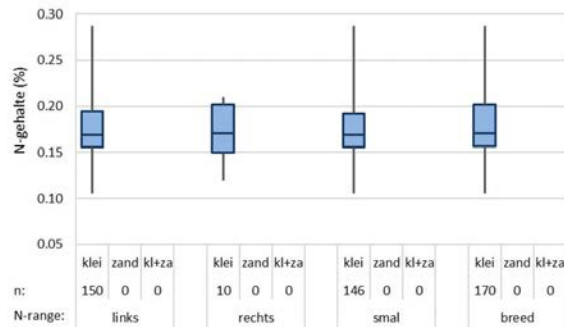


Zaaiuien – N gehalte

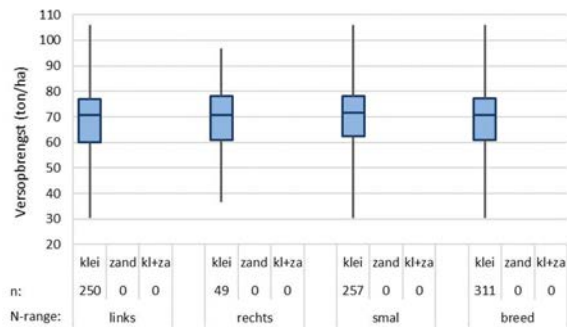
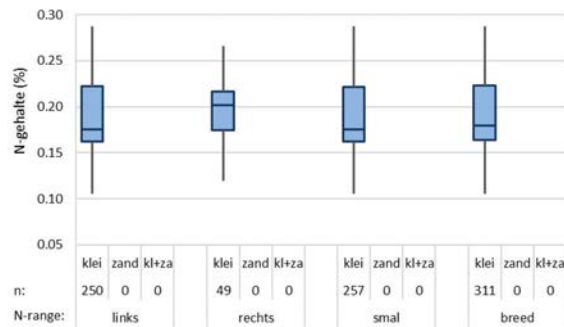
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

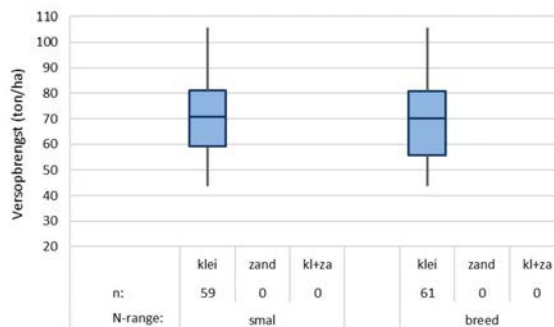
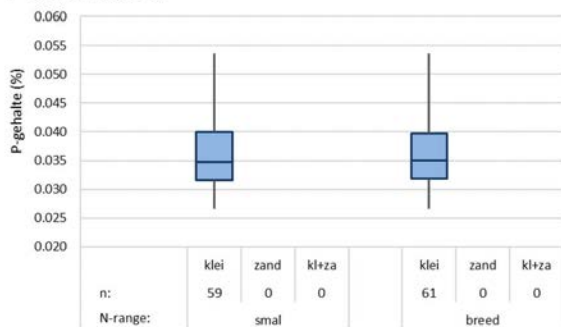


P-klasse: alle data

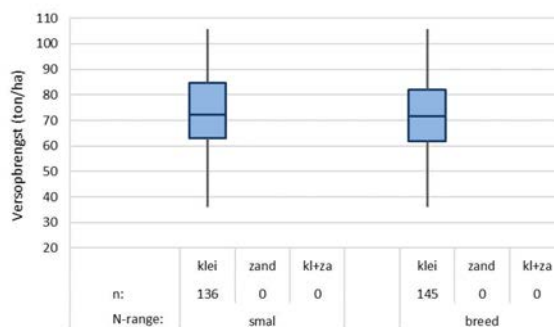
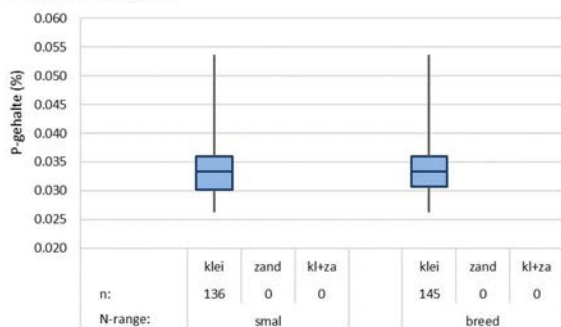


Zaaiuien – P gehalte

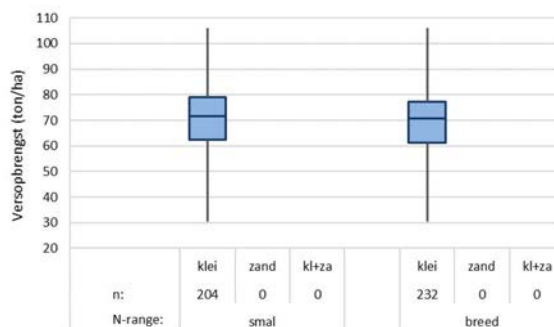
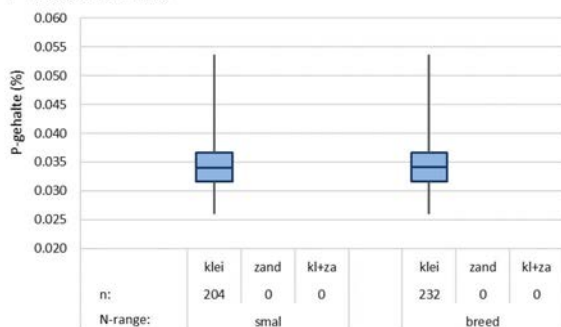
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

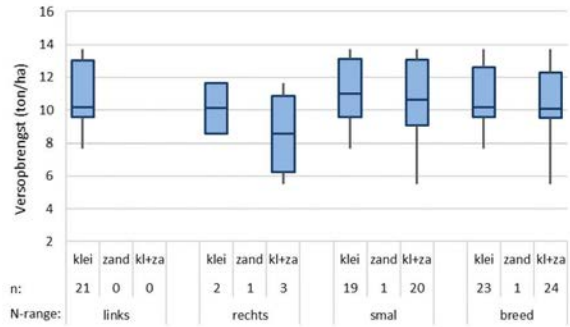
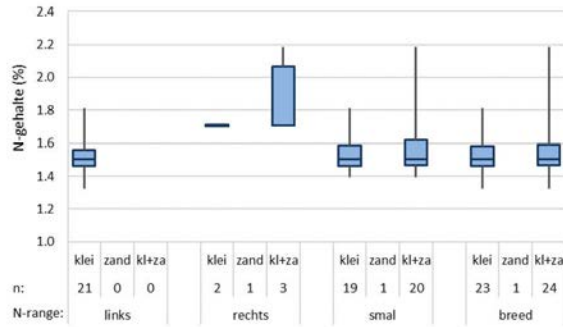


P-klasse: alle data

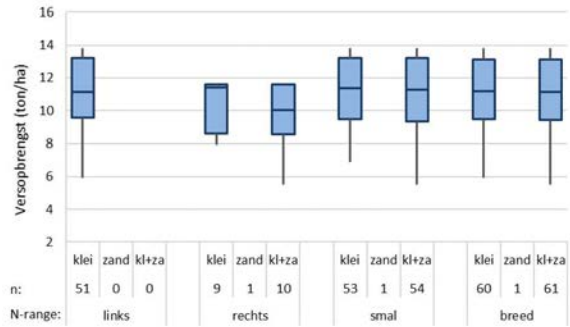
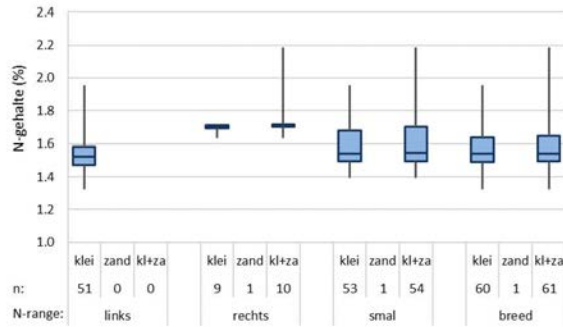


Wintertarwe – N gehalte

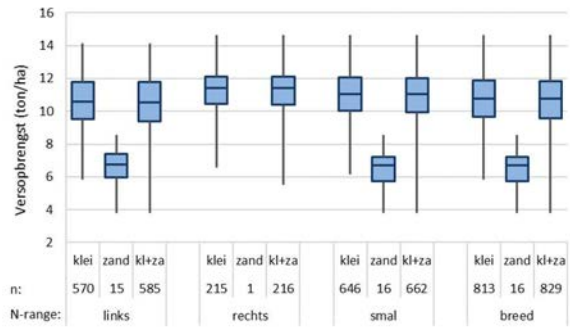
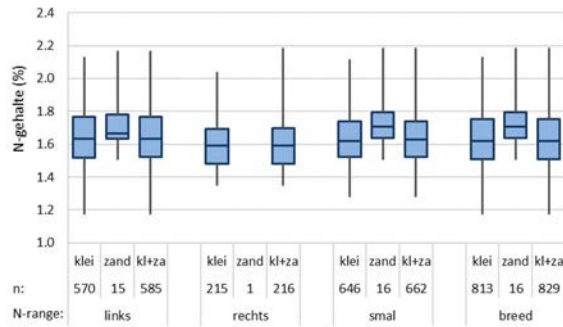
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

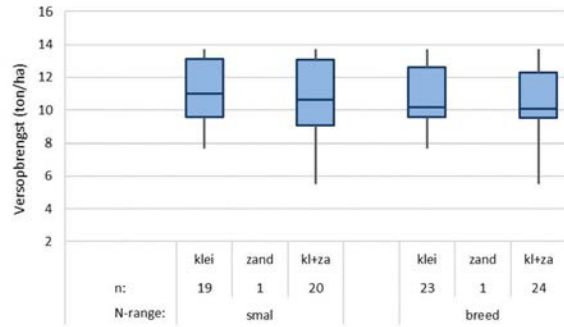
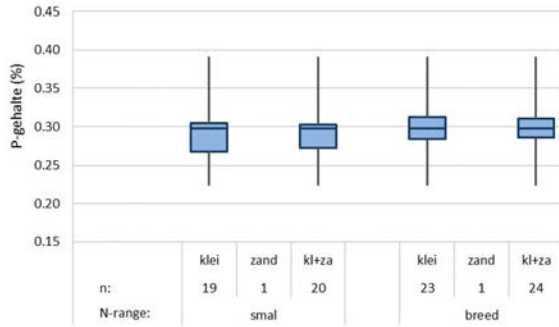


P-klasse: alle data

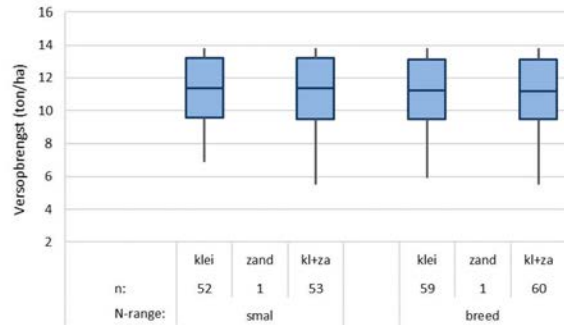
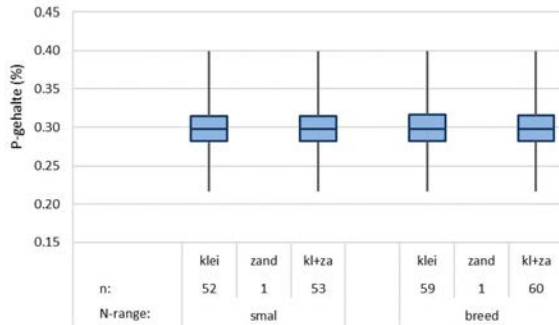


Wintertarwe – P gehalte

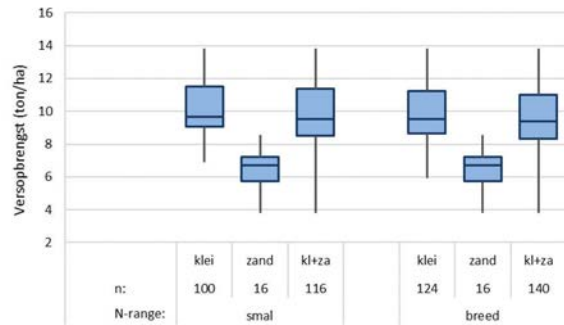
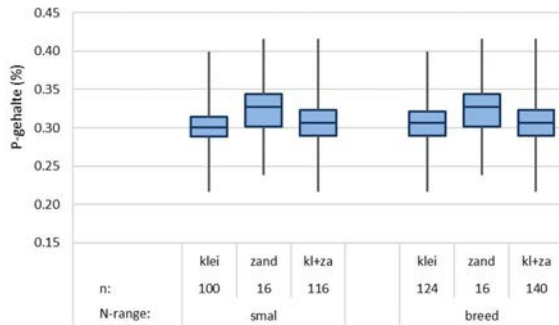
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

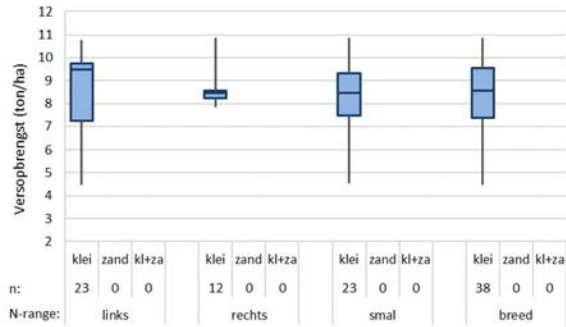
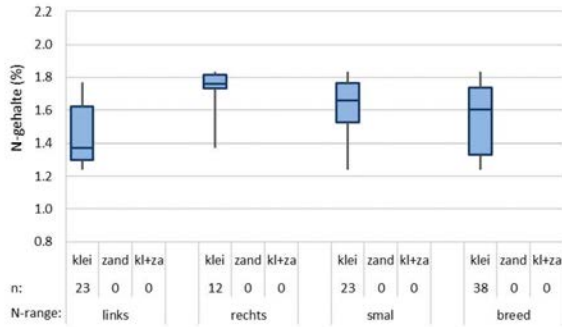


P-klasse: alle data

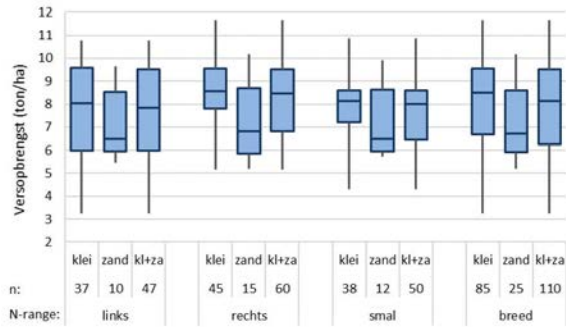
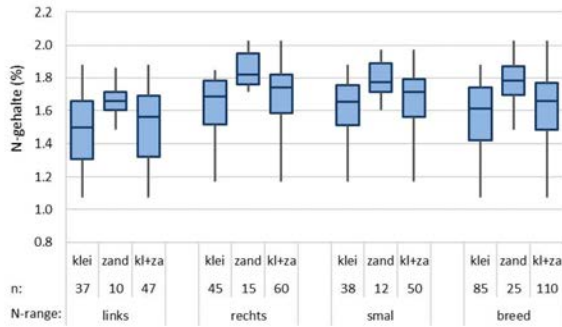


Zomertarwe – N gehalte

P-klasse: verbreed

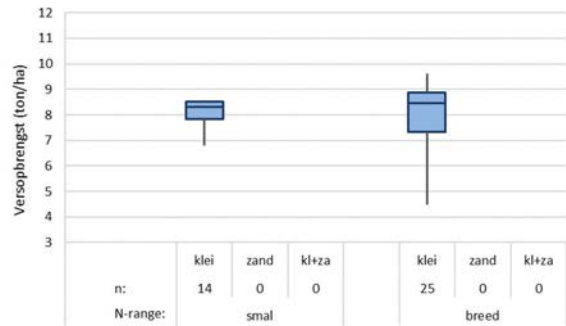
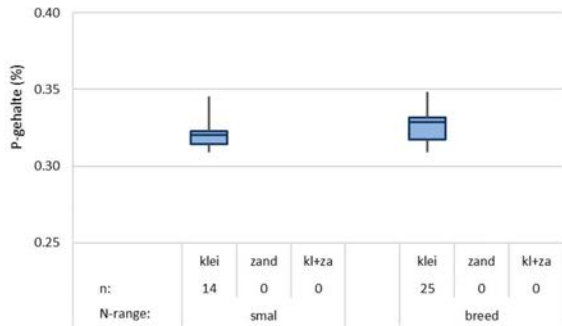


P-klasse: alle data

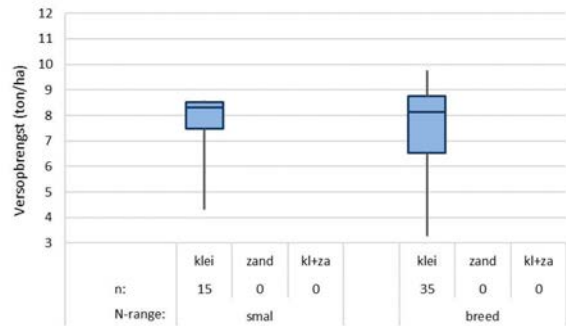
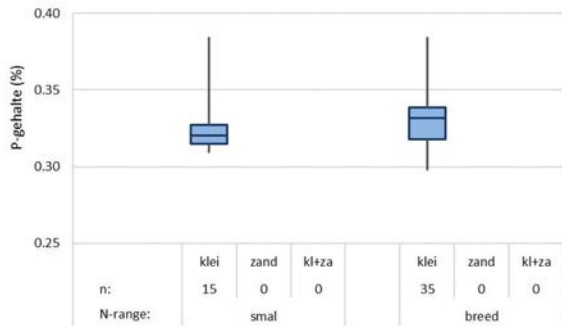


Zomertarwe – P gehalte

P-klasse: verbreed

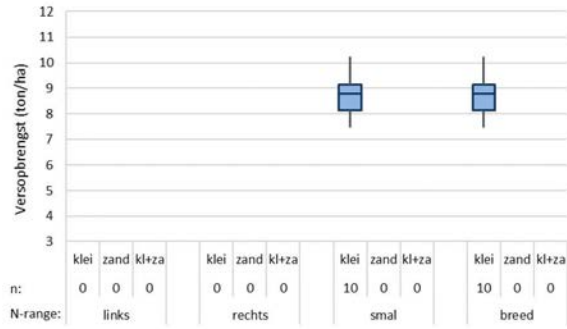
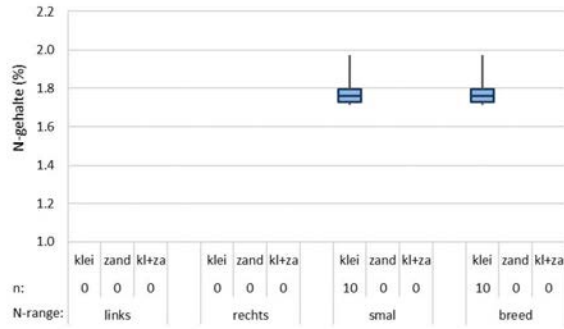


P-klasse: midden

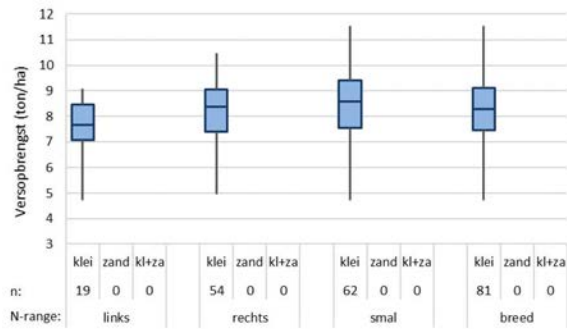
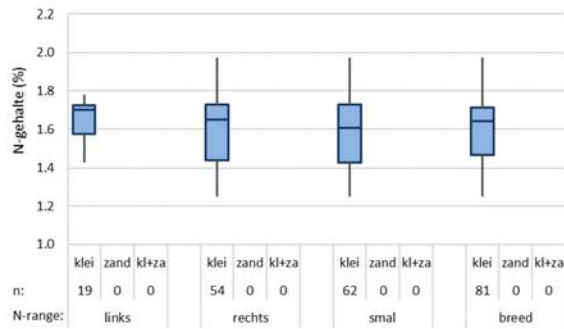


Wintergerst – N gehalte (geen data over P-gehalte)

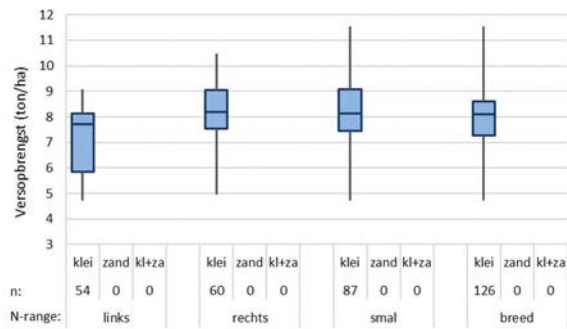
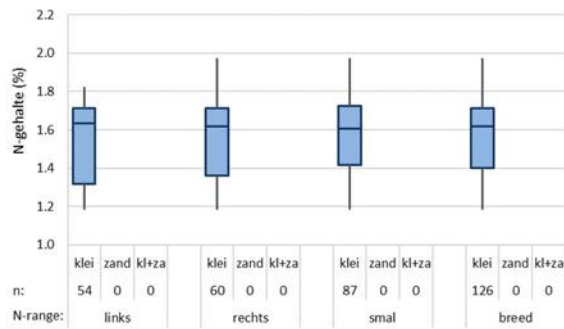
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

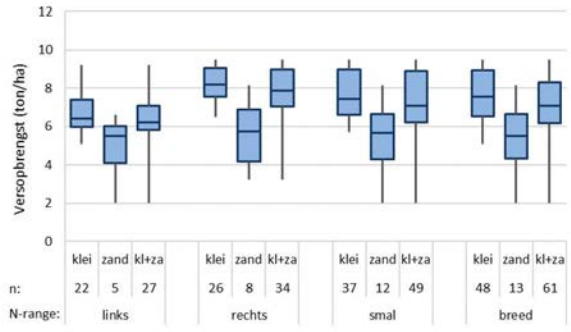
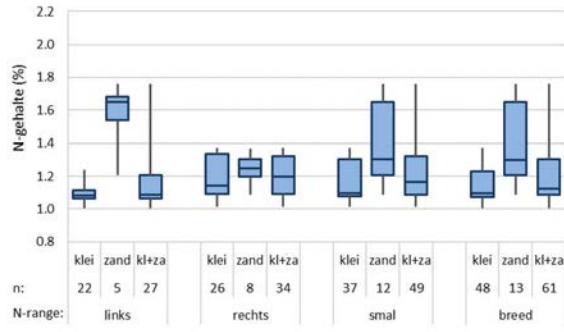


P-klasse: alle data

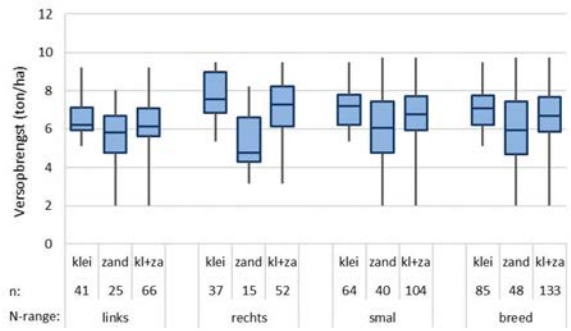
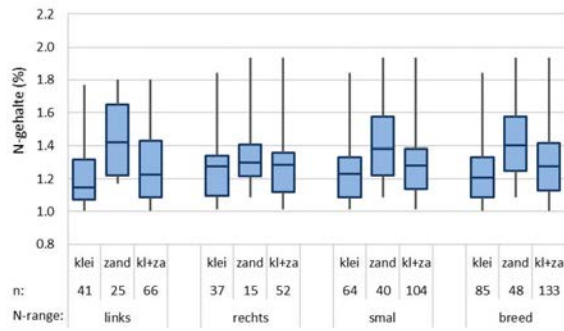


Zomergerst – N gehalte

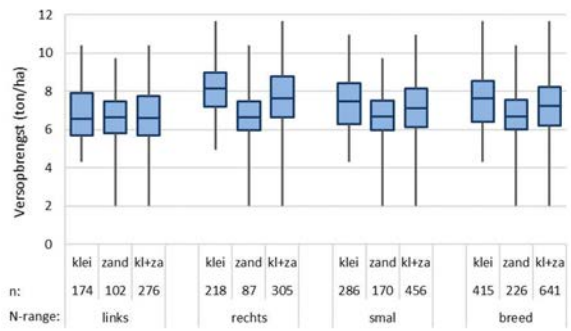
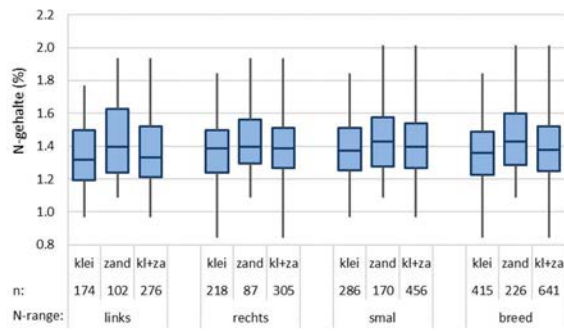
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

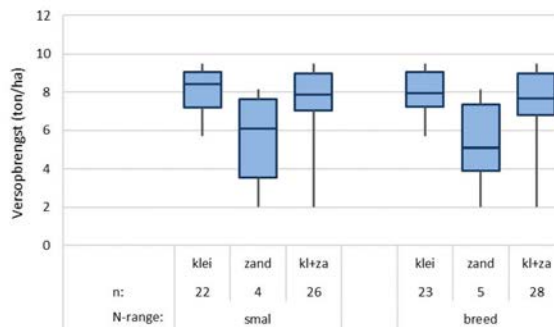
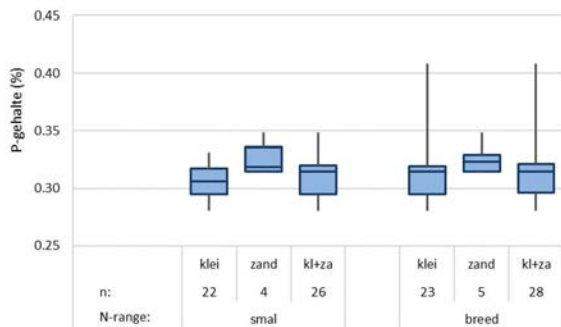


P-klasse: alle data

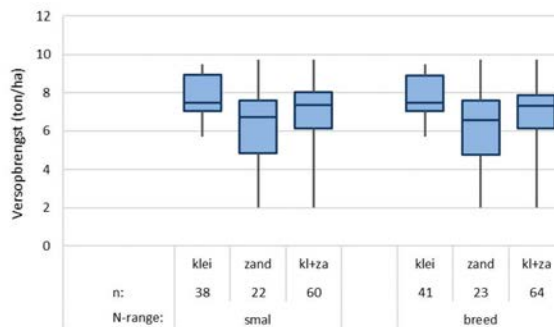
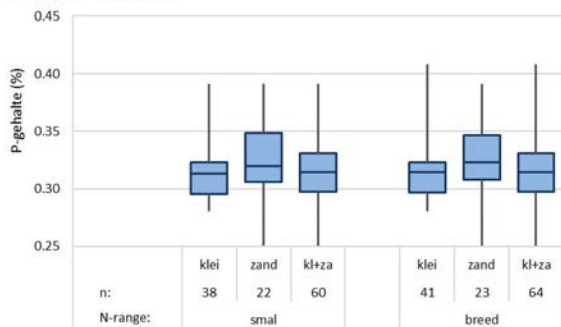


Zomergerst – P gehalte

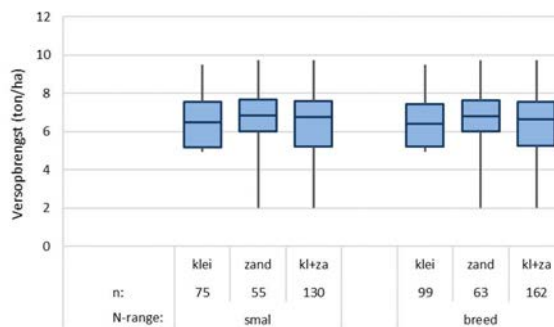
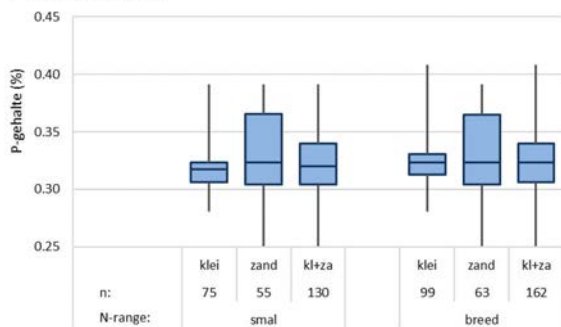
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

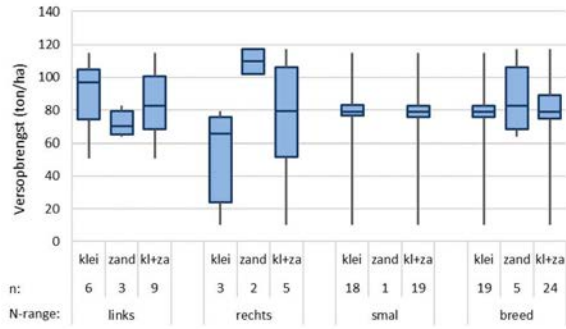
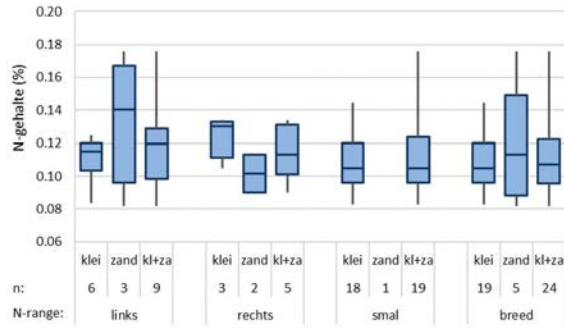


P-klasse: alle data

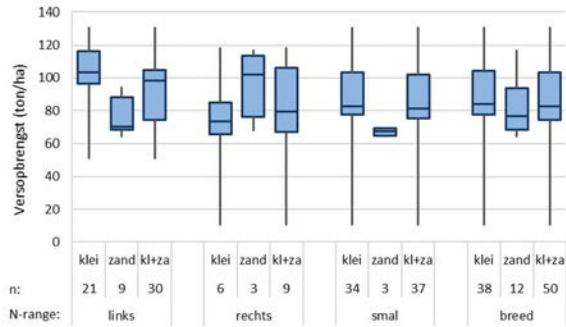
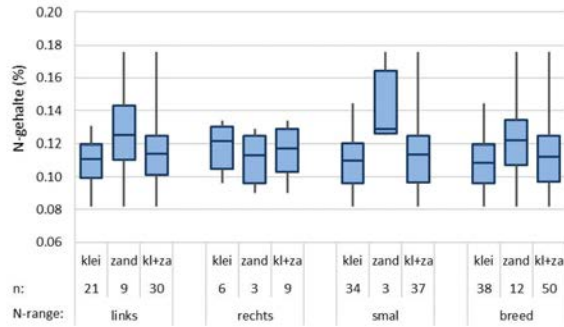


Was- en winterpeen – N gehalte

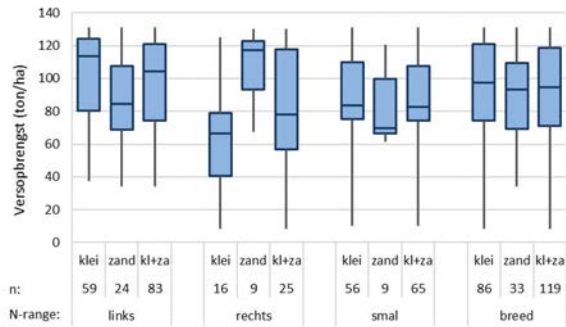
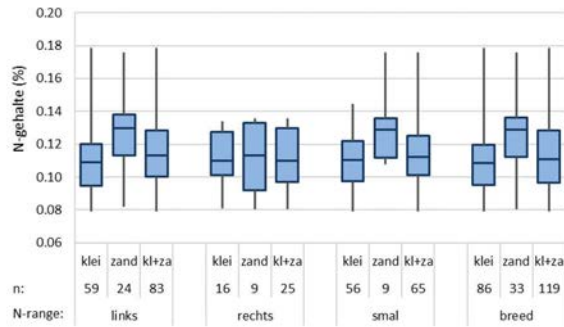
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

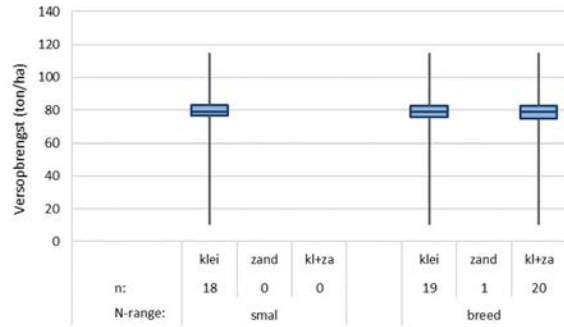
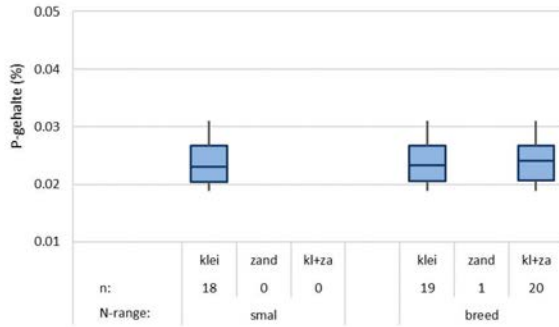


P-klasse: alle data

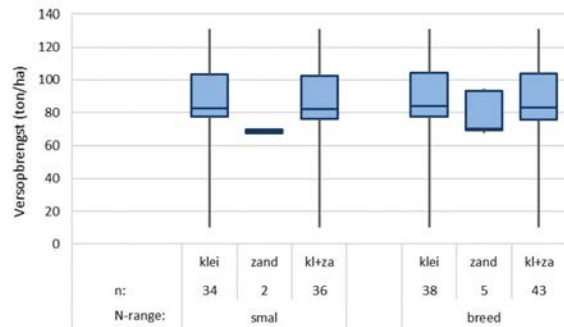
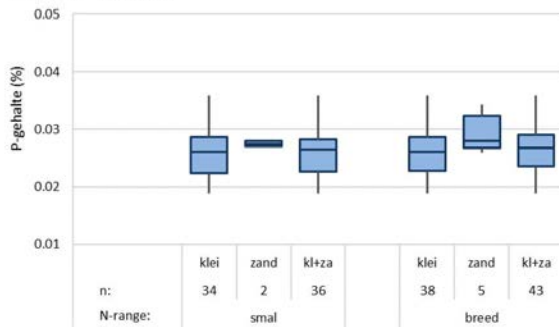


Was- en winterpeen – P gehalte

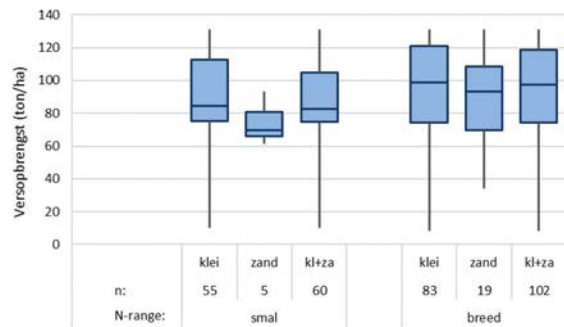
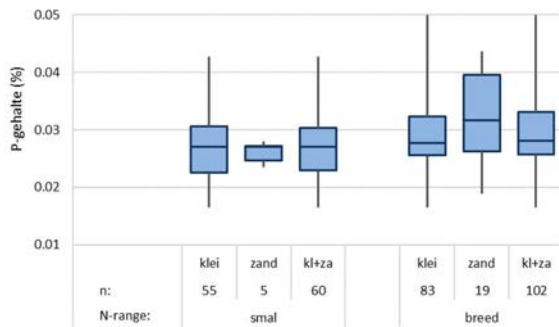
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

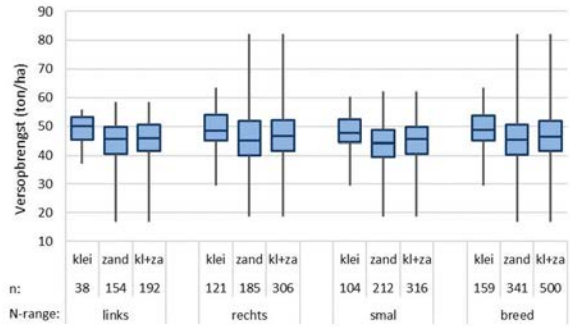
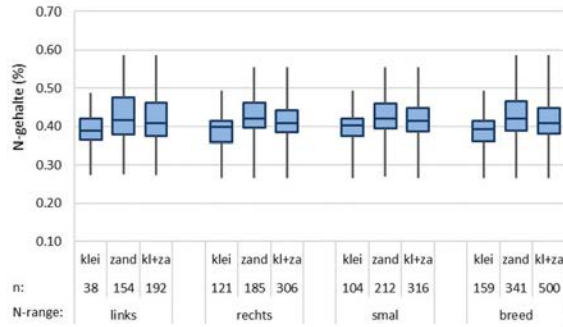


P-klasse: alle data

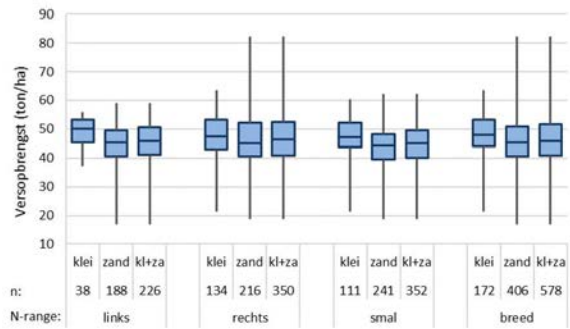
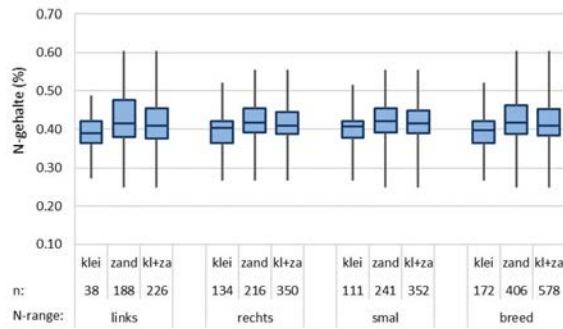


Snijmais – N gehalte

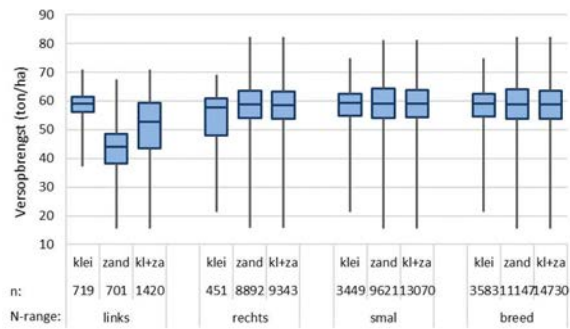
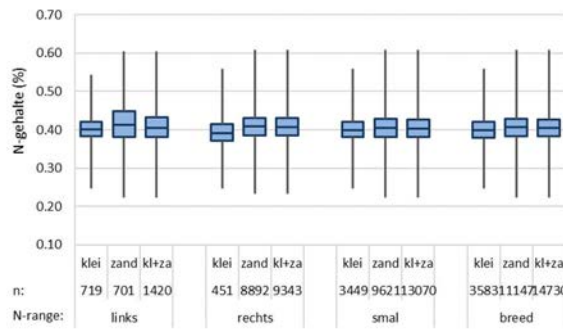
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

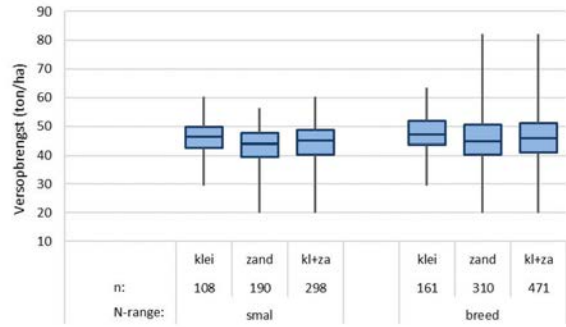
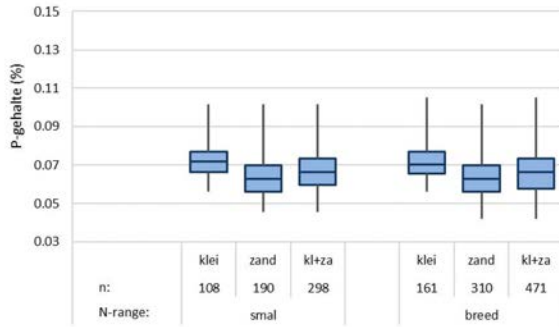


P-klasse: alle data

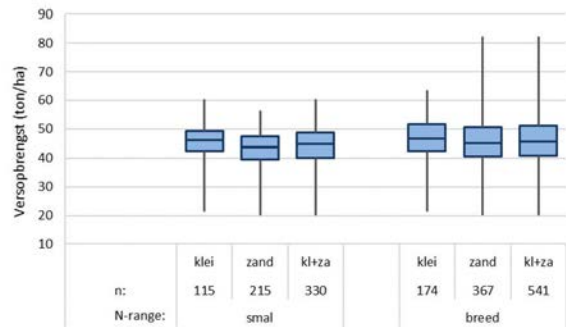
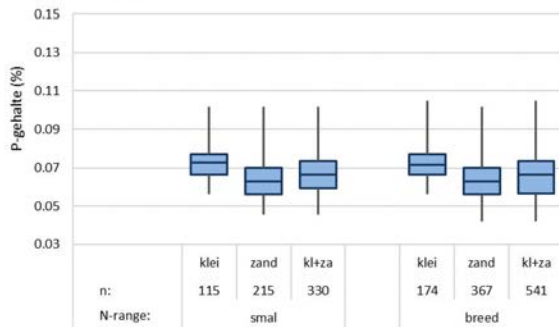


Snijmais – P gehalte

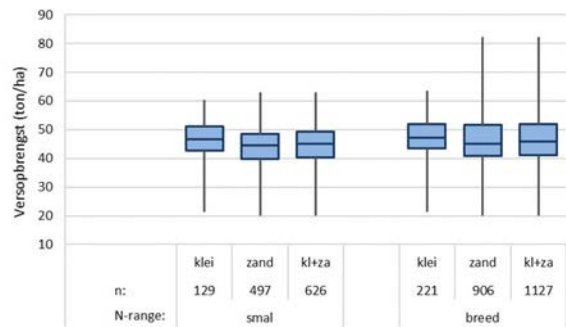
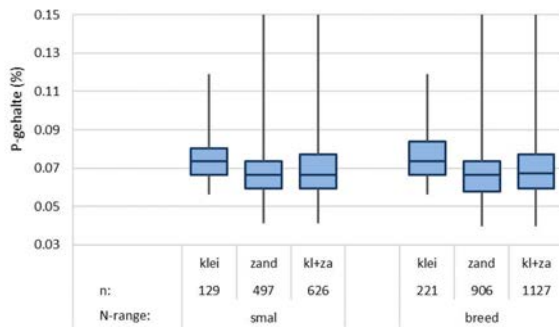
P-klasse: midden



P-klasse: verbreed

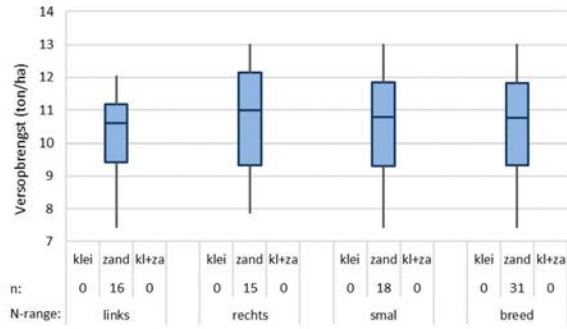
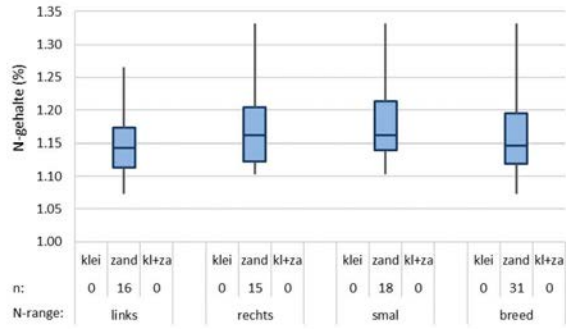


P-klasse: midden+hoog



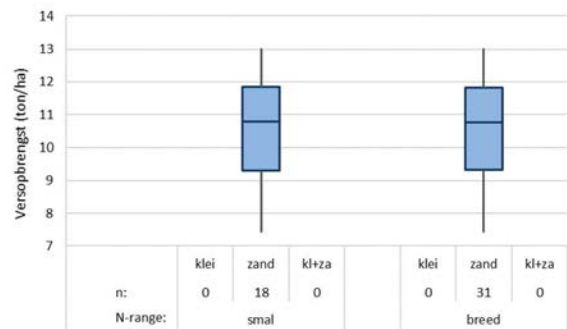
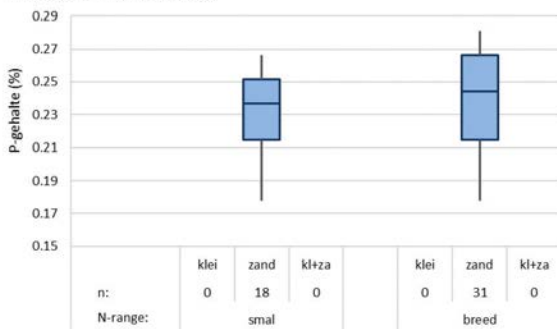
Korrelmais – N gehalte

P-klasse: alle data



Korrelmais – P gehalte

P-klasse: midden+hoog



Bijlage 6 Resultaten analyses - stikstofgehalten

Legenda

Geen data
Niet gekozen want niet betrouwbaar genoeg
Gekozen waarde
Gehalten die vergelijkbaar zijn aan de gekozen waarde
Te weinig datapunten
Aandachtspunt

¹ Data betreffen mediane waarden

² Regressie volgens: $\text{gehalte} = \text{constante} + (\text{helling} \times \text{opbrengst})$. Regressies worden alleen weergegeven wanneer deze in de analyse statistisch significant waren ($p < 0,05$).

Wanneer een waarde bij +zand is gegeven dan is de constante de waarde voor klei, en (constante+zand) de waarde voor zand.

De helling is voor beide grondsoorten gelijk gehouden.

Gewas	N-range	P-klasse	N-gehalte in vers (%) ¹			Opbrengst (t/ha) ¹			Aant, waarnemingen			Regressie [N] vs Y ²			
			Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand	R ²
CA	smal	midden	0,32	0,33	0,33	61,3	58,0	60,0	155	69	224				
	breed	midden	0,31	0,33	0,31	58,6	58,2	58,4	257	78	335				
	smal	verbreed	0,33	0,34	0,33	62,3	57,7	60,8	255	91	346	0,3451	-0,000369		0,01
	breed	verbreed	0,31	0,33	0,32	59,3	57,7	59,1	430	100	530				
	smal	alle data	0,32	0,32	0,32	61,5	60,0	61,0	457	229	686	0,39006	-0,001136		0,11
	breed	alle data	0,31	0,30	0,31	59,4	61,6	60,3	713	357	1070	0,36822	-0,000917		0,07
PA	smal	midden	0,25	0,26	0,25	40,6	40,2	40,6	37	5	42				
	breed	midden	0,25	0,26	0,26	40,6	40,2	40,6	42	5	47				
	smal	verbreed	0,26	0,26	0,26	41,9	40,3	41,9	47	8	55				
	breed	verbreed	0,26	0,26	0,26	42,3	40,3	41,9	55	8	63				
	smal	alle data	0,24	0,26	0,25	42,7	41,3	42,6	65	14	79				
	breed	alle data	0,24	0,26	0,25	42,6	38,6	42,2	77	19	96				

Gewas	N-range	P-klasse	N-gehalte in vers (%) ¹			Opbrengst (t/ha) ¹			Aant, waarnemingen			Regressie [N] vs Y ²				
			Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand	R ²	
ZA	smal	midden		0,40			53,9			51			0,5188	-0,002203		0,13
	breed	midden		0,40			52,9			96			0,4628	-0,001385		0,05
	smal	verbreed		0,40			54,4			63			0,5088	-0,002104		0,11
	breed	verbreed		0,38			52,2			151			0,4695	-0,001697		0,06
	smal	alle data		0,38			56,5			363			0,4252	-0,000091		0,02
	breed	alle data		0,37			55,6			560			0,4318	-0,001222		0,03
SB	smal	midden	0,110	0,118	0,115	78,2	80,4			52	81		0,1747	-0,000649		0,23
	breed	midden	0,110	0,118	0,114	78,2	82,5			60	95		0,1745	-0,000657		0,24
	smal	verbreed	0,111	0,119	0,115	84,1	84,4			95	140		0,1637	-0,00051		0,12
	breed	verbreed	0,110	0,120	0,115	84,1	87,5			117	169		0,16633	-0,000541		0,14
	smal	alle data	0,124	0,119	0,122	74,8	78,5			218	366		0,16658	-0,000508		0,10
	breed	alle data	0,124	0,121	0,123	74,0	77,3			276	463		0,17034	-0,0005487		0,11
UI	smal	midden	0,18			70,4				62			0,299	-0,001571		0,44
	breed	midden	0,18			69,4				72			0,2869	-0,001412		0,36
	smal	verbreed	0,17			71,6				146			0,2659	-0,001249		0,33
	breed	verbreed	0,17			70,1				170			0,26639	-0,001245		0,32
	smal	alle data	0,18			71,5				257			0,26534	-0,001094		0,21
	breed	alle data	0,18			70,7				311			0,26695	-0,001098		0,21
WT	smal	midden	1,50	2,18	1,50	11,0	10,4	5,5		19	20	1				
	breed	midden	1,50	2,18	1,50	9,9	9,9	5,5		23	24	1				
	smal	verbreed	1,54	2,18	1,55	11,4	11,3	5,5		53	54	1	1,985521	-0,035766		0,28
	breed	verbreed	1,54	2,18	1,54	11,2	11,1	5,5		60	61	1	1,885141	-0,028352		0,18
	smal	alle data	1,62	1,71	1,63	11,1	11,1	6,4		646	662	16	2,147	-0,04617	-0,0994	0,21
	breed	alle data	1,62	1,71	1,62	10,8	10,8	6,4		813	829	16	2,0199	-0,03611		0,13
WTS	smal	midden	0,39	1,02	0,39	4,8	4,8	7,4		11	12	1				
	breed	midden	0,39	1,02	0,39	4,8	4,8	7,4		12	13	1				
	smal	verbreed	0,37	1,02	0,37	4,9	5,0	8,0		24	25	1				
	breed	verbreed	0,38	1,02	0,39	4,7	4,8	8,0		26	27	1				
	smal	alle data	0,37	1,02	0,37	5,2	5,2	7,4		38	39	1				
	breed	alle data	0,39	1,02	0,39	5,0	5,0	7,4		45	46	1				

Gewas	N-range	P-klasse	N-gehalte in vers (%) ¹				Opbrengst (t/ha) ¹				Aant, waarnemingen				Regressie [N] vs Y ²		
			Klei	Zand	K&Z	K&Z	Klei	Zand	Zand	K&Z	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand
ZT	smal	midden															
	breed	midden															
	smal	verbreed	1,66			8,5					23						
	breed	verbreed	1,60			8,6					38			2,079	-0,0626		0,29
	smal	alle data	1,66	1,77	1,71	8,2	6,6	8,1	8,1	12	38	12	50	1,967	-0,0436	0,1402	0,23
breed	alle data	1,62	1,78	1,66	8,5	6,8	8,2	8,2	25	85	25	110	1,9303	-0,04333	0,1666	0,22	
ZTs	smal	midden															
	breed	midden															
	smal	verbreed															
	breed	verbreed															
	smal	alle data	0,44	0,57	0,56	6,0	4,8	5,4	5,4	12	11	12	23				
	breed	alle data	0,54	0,56	0,56	5,5	4,9	5,4	5,4	25	24	25	49				
	smal	midden	1,10	1,30	1,16	7,5	5,9	7,1	7,1	12	37	12	49	0,919	0,0321	0,2911	0,02
	breed	midden	1,10	1,30	1,12	7,6	5,8	7,1	7,1	13	48	13	61	0,88	0,0357	0,3025	0,01
	smal	verbreed	1,23	1,38	1,28	7,2	6,0	6,8	6,8	40	64	40	104				
	breed	verbreed	1,21	1,40	1,28	7,1	6,0	6,7	6,7	48	85	48	133	1,4485	-0,0289	0,1387	0,11
smal	alle data	1,37	1,43	1,39	7,4	6,7	7,1	7,1	170	286	170	456	1,5949	-0,03039	0,0418	0,08	
breed	alle data	1,36	1,43	1,38	7,6	6,7	7,2	7,2	226	415	226	641	1,5637	-0,02817	0,0661	0,08	
ZGs	smal	midden	0,46	0,56	0,50	3,6	2,2	2,2	2,2	4	11	15					
	breed	midden	0,42	0,56	0,50	4,0	2,2	2,4	2,4	5	11	16					
	smal	verbreed	0,40	0,57	0,50	3,2	2,3	2,6	2,6	10	29	39					
	breed	verbreed	0,38	0,57	0,50	3,2	2,2	2,5	2,5	13	32	45					
	smal	alle data	0,50	0,57	0,55	5,5	2,5	4,0	4,0	35	35	77					
	breed	alle data	0,55	0,57	0,56	5,6	2,5	4,3	4,3	62	62	54	116				
	smal	midden	1,76			8,9					10						
	breed	midden	1,76			8,9					10						
	smal	verbreed	1,60			8,6					62						
	breed	verbreed	1,64			8,3					81						
smal	alle data	1,60			8,2					87							
breed	alle data	1,62			8,2					126							
WG	smal	midden															
	breed	midden															

Gewas	N-range	P-klasse	N-gehalte in vers (%) ¹				Opbrengst (t/ha) ¹				Aant, waarnemingen				Regressie [N] vs Y ²		
			Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand
PE	smal	midden	0,105	0,176	0,105	79,1	63,5	78,9	18	1	19						
	breed	midden	0,105	0,113	0,107	78,9	82,7	79,1	19	5	24						
	smal	verbreed	0,110	0,129	0,114	82,8	67,5	81,5	34	3	37						
	breed	verbreed	0,109	0,122	0,112	83,9	76,4	82,8	38	12	50						
	smal	alle data	0,110	0,129	0,112	83,7	69,5	82,6	56	9	65						
	breed	alle data	0,108	0,129	0,111	97,2	93,0	94,8	86	33	119	0,12118	-0,0001266	0,01393	0,03		
SM	smal	midden	0,40	0,42	0,41	47,7	44,3	45,4	104	212	316	0,4792	-0,001789	0,02626	0,09		
	breed	midden	0,39	0,42	0,41	48,7	45,2	46,4	159	341	500	0,4228	-0,000774	0,03807	0,03		
	smal	verbreed	0,41	0,42	0,41	47,3	44,2	45,2	111	241	352	0,4818	-0,001762	0,01969	0,07		
	breed	verbreed	0,40	0,42	0,41	47,9	45,2	45,9	172	406	578	0,4425	-0,00105	0,02953	0,03		
	smal	alle data	0,40	0,41	0,40	59,2	59,0	59,1	3449	9621	13070	0,47124	-0,0012139	0,006233	0,07		
	breed	alle data	0,40	0,41	0,40	59,0	58,7	58,8	3583	11147	14730	0,46682	-0,001156	0,007624	0,07		
KM	smal	midden															
	breed	midden															
	smal	verbreed															
	breed	verbreed															
smal	alle data		1,16			10,8							1,411	-0,02168		0,32	
breed	alle data		1,15			10,8							1,394	-0,02164		0,27	
KMS	smal	midden															
	breed	midden															
	smal	verbreed															
	breed	verbreed															
	smal	alle data	0,31	0,23	0,24	23,5	13,2	13,4	2	13	15						
	breed	alle data	0,31	0,22	0,23	23,5	13,1	13,1	2	26	28						

Bijlage 7 Resultaten analyses - fosforgehalten

Legenda

Geen data
Niet gekozen want niet betrouwbaar genoeg
Gekozen waarde
Gehalten die vergelijkbaar zijn aan de gekozen waarde
Te weinig datapunten
Aandachtspunt

¹ Data betreffen mediane waarden

² Regressie volgens: gehalte = constante + (helling x opbrengst). Regressies worden alleen weergegeven wanneer deze in de analyse statistisch significant waren (p<0,05).

Wanneer een waarde bij +zand is gegeven dan is de constante de waarde voor klei, en (constante+zand) de waarde voor zand.

De helling is voor beide grondsoorten gelijk gehouden.

Gewas	N-range	P-klasse	P-gehalte in vers (%) ¹			Opbrengst (t/ha) ¹			Aant, waarnemingen			Regressie [N] vs Y ²			
			Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand	R ²
CA	smal	midden	0,042	0,040	0,041	59,6	60,9	60,0	138	47	185				
	breed	midden	0,040	0,040	0,040	57,0	60,9	58,0	212	52	264				
	smal	verbreed	0,041	0,040	0,041	60,7	60,1	60,6	219	66	285	0,0356	0,0000877		0,02
	breed	verbreed	0,039	0,040	0,040	58,3	60,2	58,7	357	71	428	0,03474	0,0001004		0,03
	smal	alle data	0,043	0,043	0,043	60,9	59,6	60,6	400	120	520	0,03668	0,0001042		0,03
	breed	alle data	0,042	0,045	0,043	58,9	61,3	59,6	602	178	780	0,0337	0,0001502	0,004561	0,05
PA	smal	midden	0,050	0,050	0,050	40,9	40,2	40,6	42	5	47	0,02807	0,00048		0,17
	breed	midden	0,050	0,050	0,050	40,6	40,2	40,6	47	5	52	0,02936	0,000441		0,13
	smal	verbreed	0,048	0,049	0,048	41,7	40,3	41,5	52	8	60	0,03197	0,000358		0,08
	breed	verbreed	0,048	0,049	0,048	41,9	40,3	41,7	60	8	68				
	smal	alle data	0,046	0,049	0,047	42,4	41,3	42,3	71	14	85				
	breed	alle data	0,045	0,049	0,046	42,3	38,6	41,9	83	19	102				

Gewas	N-range	P-klasse	P-gehalte in vers (%) ¹				Opbrengst (t/ha) ¹				Aant, waarnemingen				Regressie [N] vs Y ²		
			Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand
ZA	smal	midden		0,056			53,7				26						
	breed	midden		0,055			51,7				45						
	smal	verbreed		0,058			53,7				28						
	breed	verbreed		0,055			49,6				58						
	smal	alle data		0,058			54,1				179			0,04301	0,0002995		0,08
	breed	alle data		0,057			52,4				232			0,04178	0,0003008		0,08
SB	smal	midden	0,032	0,031	0,032	81,5	83,0	81,5	81,5	60	24	84	0,04476	-0,0001426	-0,00376	0,19	
	breed	midden	0,032	0,031	0,032	81,5	88,4	81,5	82,6	68	30	98	0,04288	-0,0001214	-0,00348	0,15	
	smal	verbreed	0,031	0,030	0,031	84,8	78,5	84,4	84,4	103	37	140	0,04269	-0,0001274	-0,003116	0,16	
	breed	verbreed	0,031	0,030	0,031	87,6	87,5	87,6	87,6	125	43	168	0,04163	-0,0001148	-0,002981	0,14	
	smal	alle data	0,030	0,031	0,030	75,6	87,5	78,9	78,9	221	138	359					
	breed	alle data	0,030	0,031	0,030	75,7	86,9	78,8	78,8	268	175	443	0,05584	-0,000274		0,37	
UI	breed	midden	0,035			70,7		70,0		59			0,0554	-0,000269		0,37	
	smal	verbreed	0,033			72,1		71,5		136			0,04474	-0,0001502		0,15	
	breed	verbreed	0,033			71,5		71,5		145			0,04443	-0,0001466		0,15	
	smal	alle data	0,034			71,5		71,5		204			0,04235	-0,0001101		0,13	
	breed	alle data	0,034			70,7		70,7		232			0,04203	-0,0001080		0,14	
	smal	midden	0,30	0,30	0,30	11,0	5,5	10,4	10,4	19	1	20					
WT	breed	midden	0,30	0,30	0,30	9,9	5,5	9,9	9,9	23	1	24					
	smal	verbreed	0,30	0,30	0,30	11,4	5,5	11,4	11,4	52	1	53					
	breed	verbreed	0,30	0,30	0,30	11,2	5,5	11,2	11,2	59	1	60					
	smal	alle data	0,30	0,33	0,31	9,7	6,7	9,5	9,5	100	16	116	0,3556	-0,00534		0,13	
	breed	alle data	0,31	0,33	0,31	9,5	6,7	9,4	9,4	124	16	140	0,3542	-0,00515		0,12	
	smal	midden	0,051	0,128	0,051	4,8	7,4	4,8	4,8	11	1	12					
WTS	breed	midden	0,051	0,128	0,051	4,8	7,4	4,8	4,8	12	1	13					
	smal	verbreed	0,051	0,128	0,051	4,8	8,0	4,9	4,9	23	1	24	0,0299	0,00776		0,18	
	breed	verbreed	0,051	0,128	0,051	4,7	8,0	4,7	4,7	25	1	26	0,0296	0,00771		0,19	
	smal	alle data	0,051	0,128	0,051	4,8	8,0	4,9	4,9	37	1	38					
	breed	alle data	0,051	0,128	0,051	4,7	8,0	4,7	4,7	44	1	45	0,0423	0,0051		0,11	

Gewas	N-range	P-klasse	P-gehalte in vers (%) ¹				Opbrengst (t/ha) ¹				Aant, waarnemingen				Regressie [N] vs Y ²		
			Klei	Zand	K&Z		Klei	Zand	K&Z		Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand	R ²
ZT	smal	midden															
	breed	midden															
	smal	verbreed	0,320			8,3											
	breed	verbreed	0,329			8,5											
	smal	alle data	0,320			8,3							0,3878	-0,00816		0,46	
breed	alle data	0,332			8,1							0,3802	-0,00646		0,34		
ZTs	smal	midden	geen P-gehalten in de database														
	breed	midden	geen P-gehalten in de database														
	smal	verbreed	geen P-gehalten in de database														
	breed	verbreed	geen P-gehalten in de database														
	smal	alle data	geen P-gehalten in de database														
ZG	breed	alle data	geen P-gehalten in de database														
	smal	midden	0,306	0,319	0,315	8,4	6,1	7,9	22	4	26	0,3736	-0,008397	0,78			
	breed	midden	0,315	0,323	0,315	7,9	5,2	7,7	23	5	28	0,3726	-0,00787	0,32			
	smal	verbreed	0,313	0,320	0,315	7,5	6,7	7,4	38	22	60	0,3925	-0,01064	0,31			
	breed	verbreed	0,315	0,323	0,315	7,5	6,6	7,3	41	23	64	0,3892	-0,01004	0,25			
	smal	alle data	0,317	0,323	0,320	6,5	6,8	6,8	75	55	130	0,37316	-0,00832	0,22			
	breed	alle data	0,323	0,323	0,323	6,4	6,8	6,6	99	63	162	0,37074	-0,00769	0,17			
	smal	midden	0,051	0,089	0,081	3,6	2,6	2,6	4	4	8						
	breed	midden	0,051	0,089	0,076	4,0	2,6	2,7	5	4	9						
	smal	verbreed	0,055	0,093	0,077	3,2	3,0	3,2	10	15	25						
breed	verbreed	0,055	0,094	0,077	3,2	2,9	3,0	13	16	29							
smal	alle data	0,085	0,099	0,093	5,3	2,5	3,8	28	21	49							
breed	alle data	0,085	0,096	0,093	5,5	2,6	4,8	49	24	73							
WG	smal	midden	geen P-gehalten in de database														
	breed	midden	geen P-gehalten in de database														
	smal	verbreed	geen P-gehalten in de database														
	breed	verbreed	geen P-gehalten in de database														
	smal	alle data	geen P-gehalten in de database														
breed	alle data	geen P-gehalten in de database															

Gewas	N-range	P-klasse	P-gehalte in vers (%) ¹				Opbrengst (t/ha) ¹				Aant, waarnemingen				Regressie [N] vs Y ²		
			Klei	Zand	K&Z	K&Z	Klei	Zand	K&Z	K&Z	Klei	Zand	K&Z	constante	helling	+zand	R ²
PE	smal	midden	0,023			79,1			18								
	breed	midden	0,023	0,026	0,024	78,9	70,0	78,9	19	1	20						
	smal	verbreed	0,026	0,027	0,027	82,8	68,5	82,0	34	2	36						
	breed	verbreed	0,026	0,028	0,027	83,9	70,0	82,9	38	5	43						
	smal	alle data	0,027	0,027	0,027	84,5	69,5	82,8	55	5	60	0,02057	0,0000706	0,13			
	breed	alle data	0,028	0,032	0,028	99,0	93,1	97,2	83	19	102	0,02482	0,0000409	0,00396	0,03		
SM	smal	midden	0,072	0,063	0,067	46,3	43,9	45,1	108	190	298						
	breed	midden	0,070	0,063	0,067	47,2	44,9	45,8	161	310	471						
	smal	verbreed	0,073	0,063	0,067	46,1	43,9	44,7	115	215	330						
	breed	verbreed	0,072	0,063	0,067	46,7	45,0	45,7	174	367	541	0,0807	-0,0001657	-0,01036	0,01		
	smal	hoog ¹	0,074	0,067	0,067	46,8	44,4	45,0	129	497	626						
	breed	hoog ¹	0,074	0,067	0,067	47,3	45,1	45,8	221	906	1127						
KM	smal	midden															
	breed	midden															
KMS	smal	alle data	0,237	10,8	0,1224	18	0,01027	0,50									
	breed	alle data	0,244	10,8	0,1141	31	0,01207	0,40									
KMS	smal	midden	0,034		0,023	23,5	13,2	13,4	2	13	15						
	breed	midden	0,034	0,023	0,023	23,5	13,1	13,1	2	26	28						
	smal	verbreed	0,034	0,023	0,023	23,5	13,1	13,1	2	26	28						
	breed	verbreed	0,034	0,023	0,023	23,5	13,1	13,1	2	26	28						

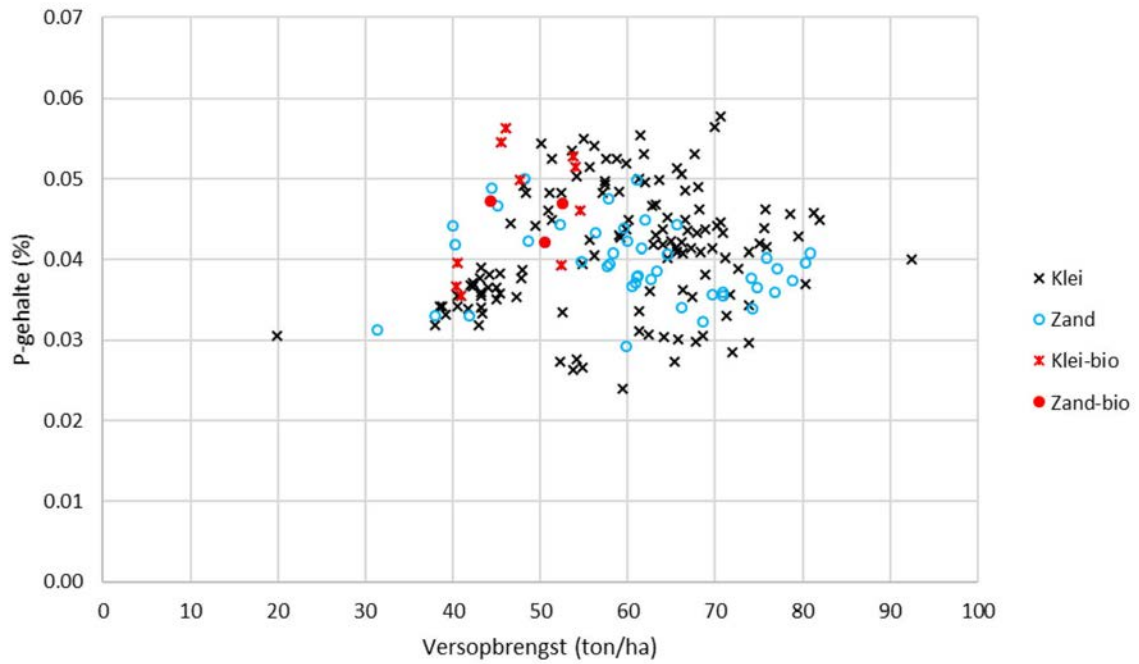
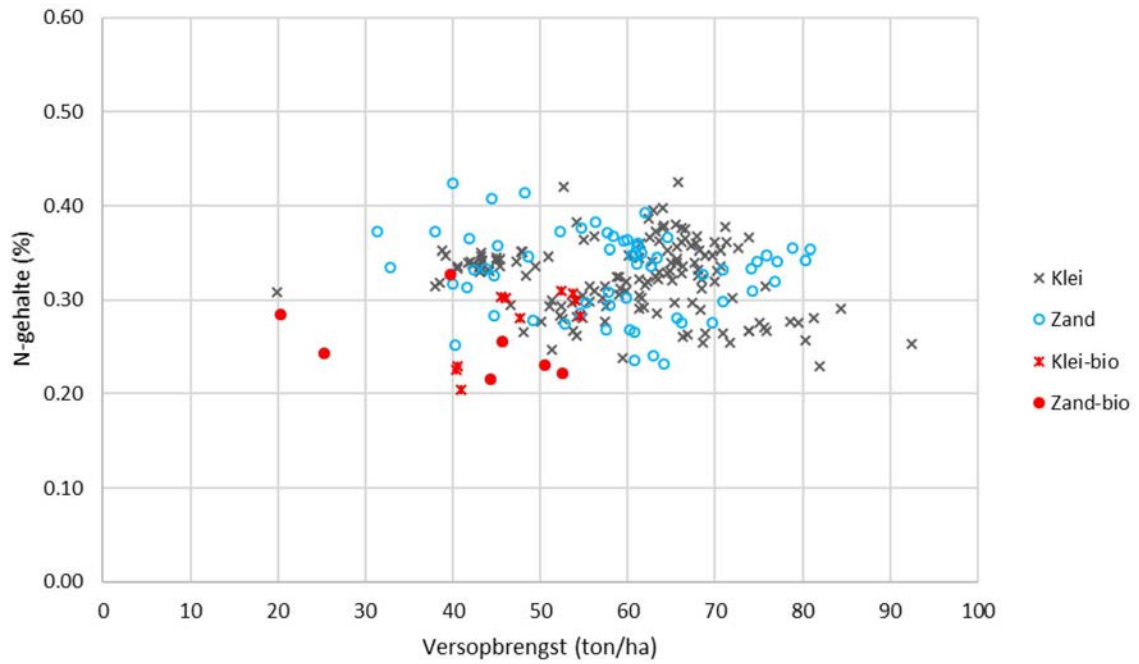
¹ P-toestand en P-bemesting midden en hoog.

Bijlage 8 Figuren van geselecteerde data

Figuren geven de data weer die horen bij de selectie voor N- en P-gehalte zoals aangegeven in Bijlagen 6 en 7.

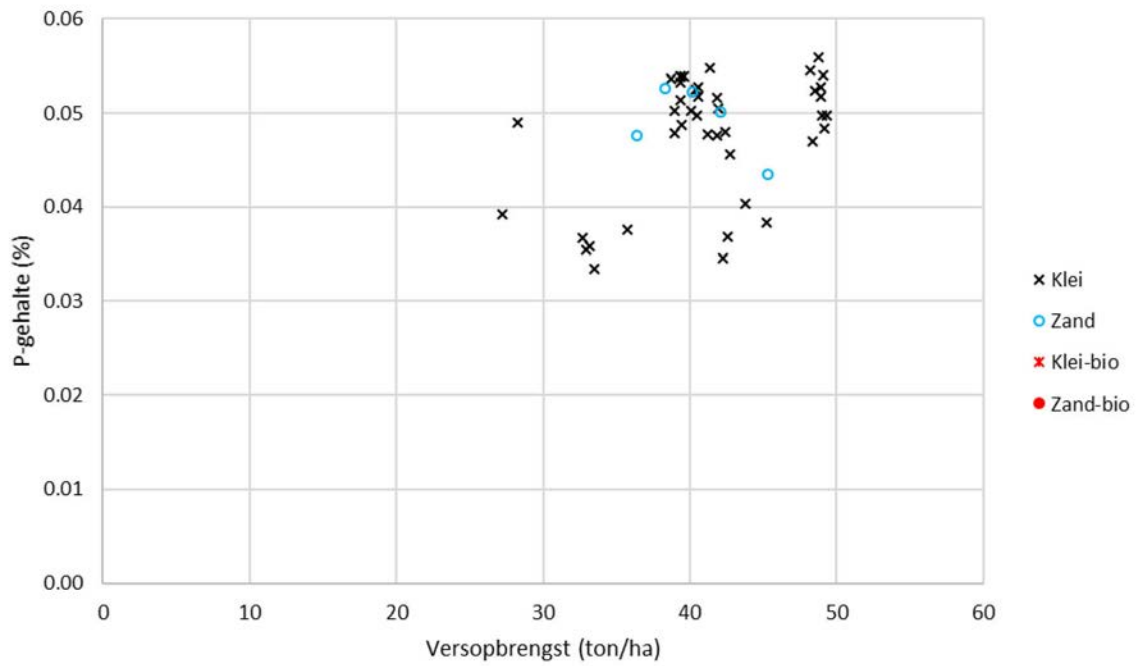
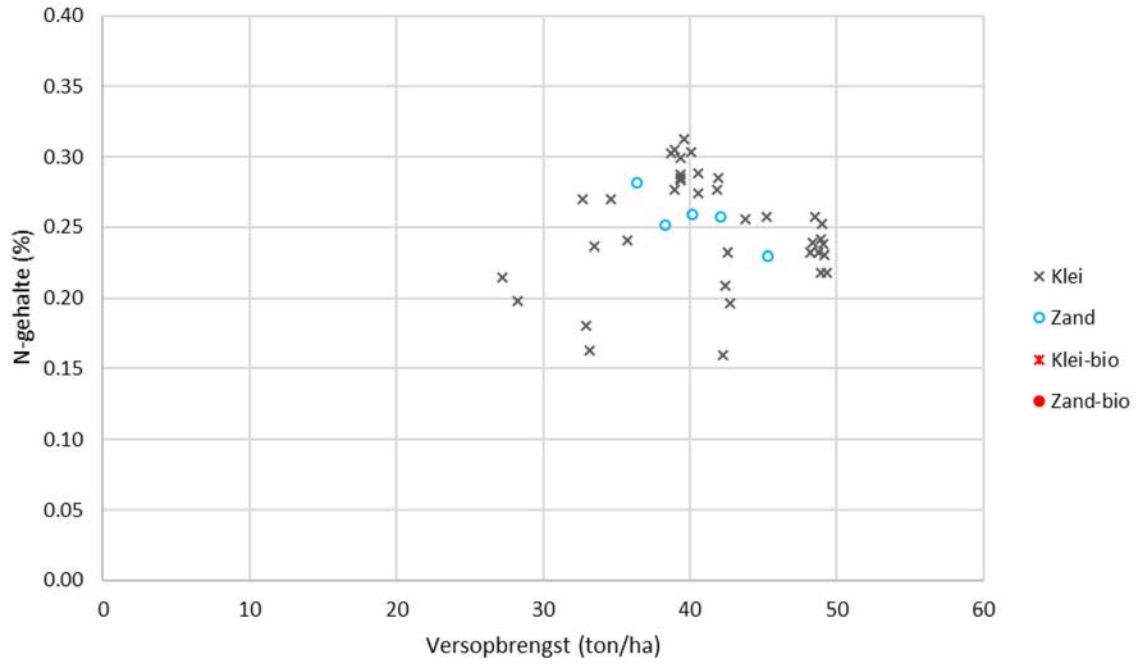
Consumptieaardappelen

N-range smal, P-klasse midden



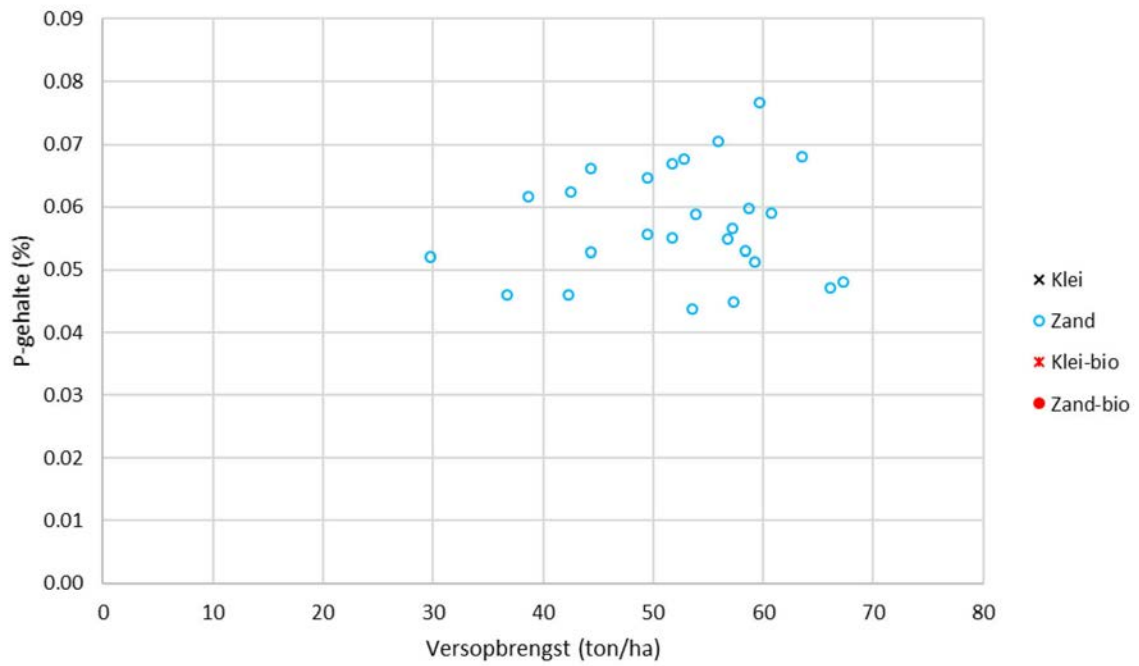
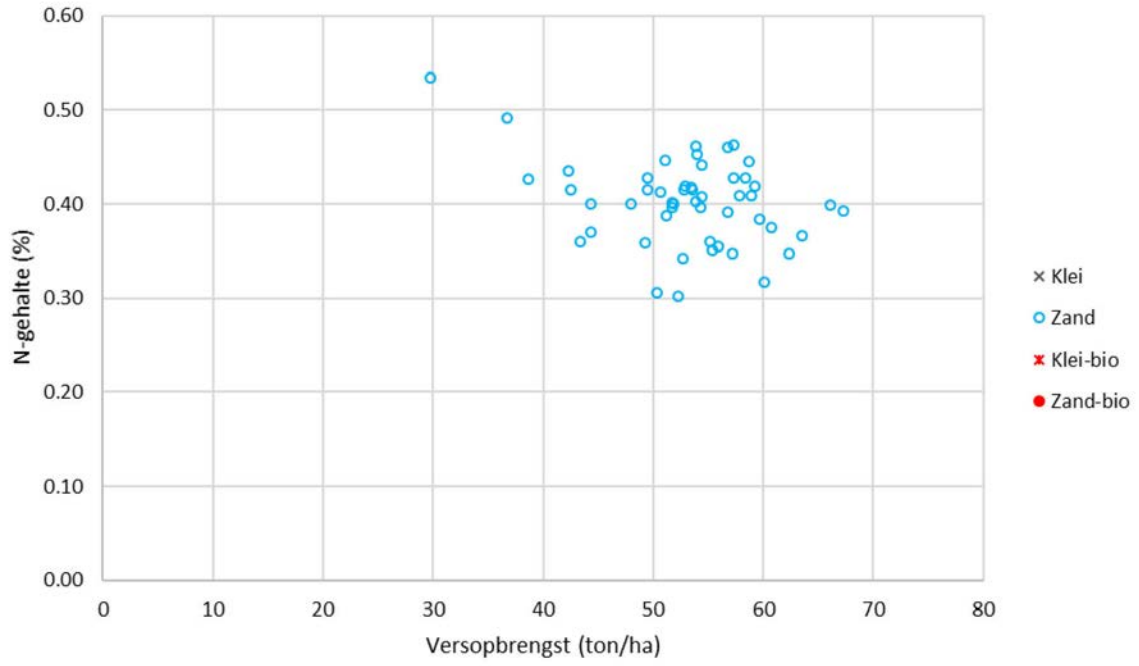
Pootaardappelen

N-range smal, P-klasse midden



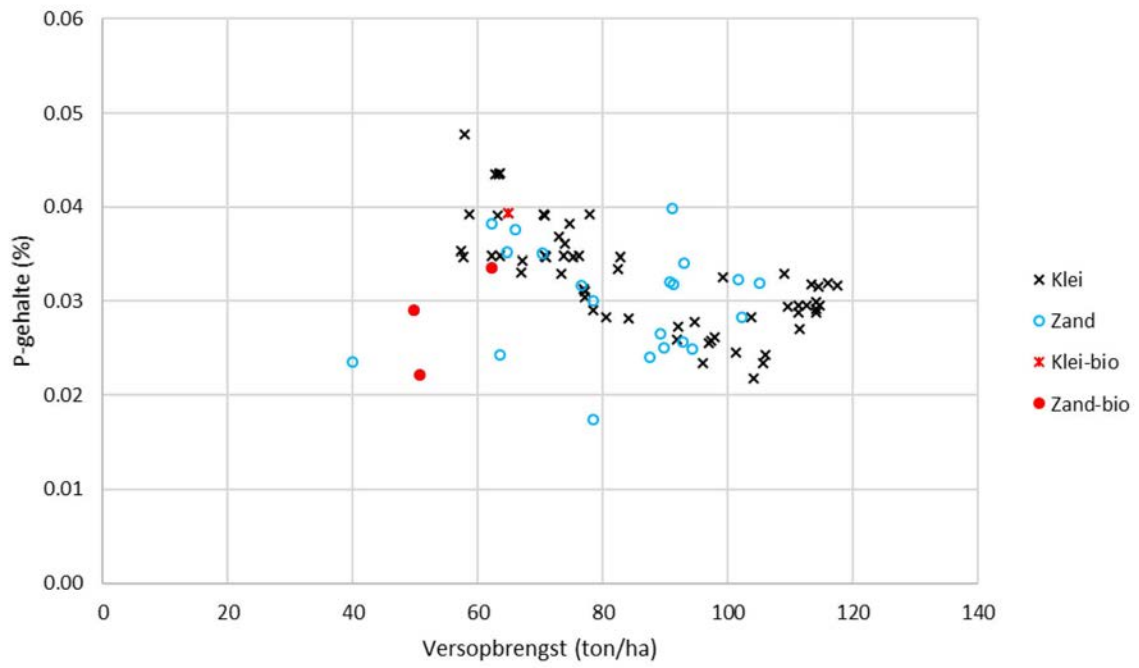
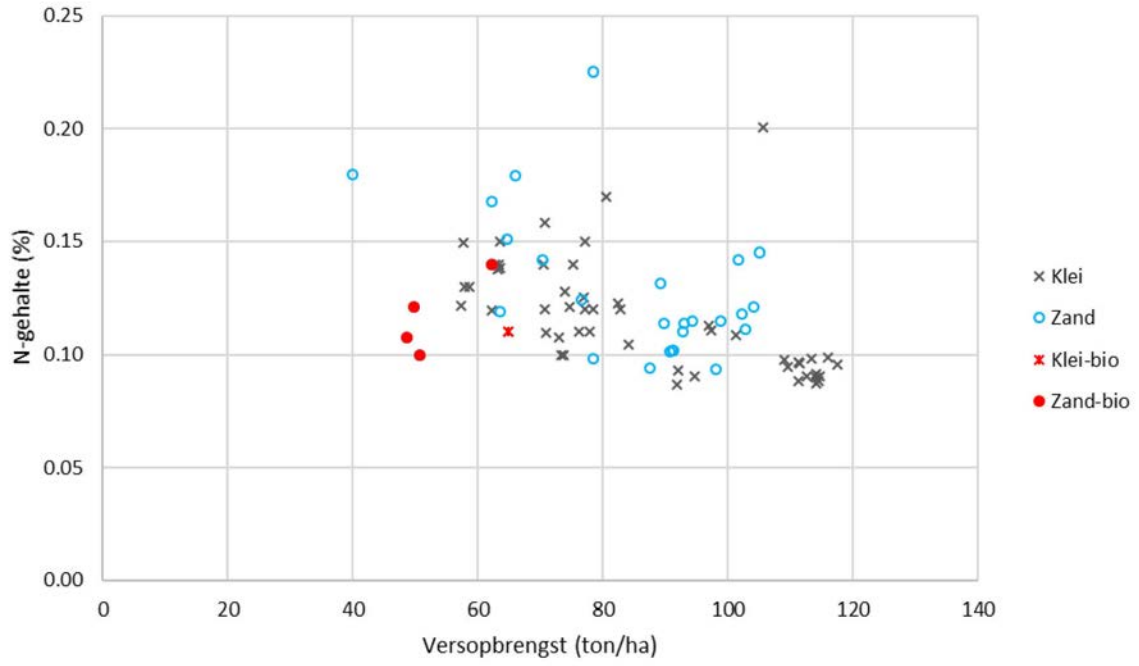
Zetmeelaardappelen

N-range smal, P-klasse midden



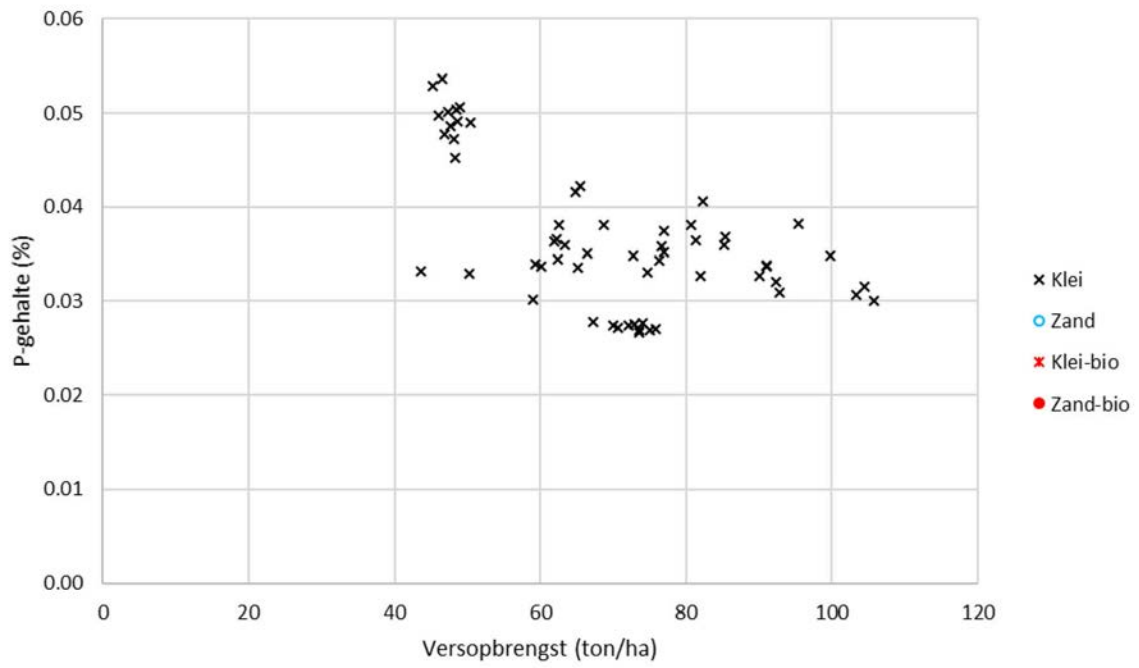
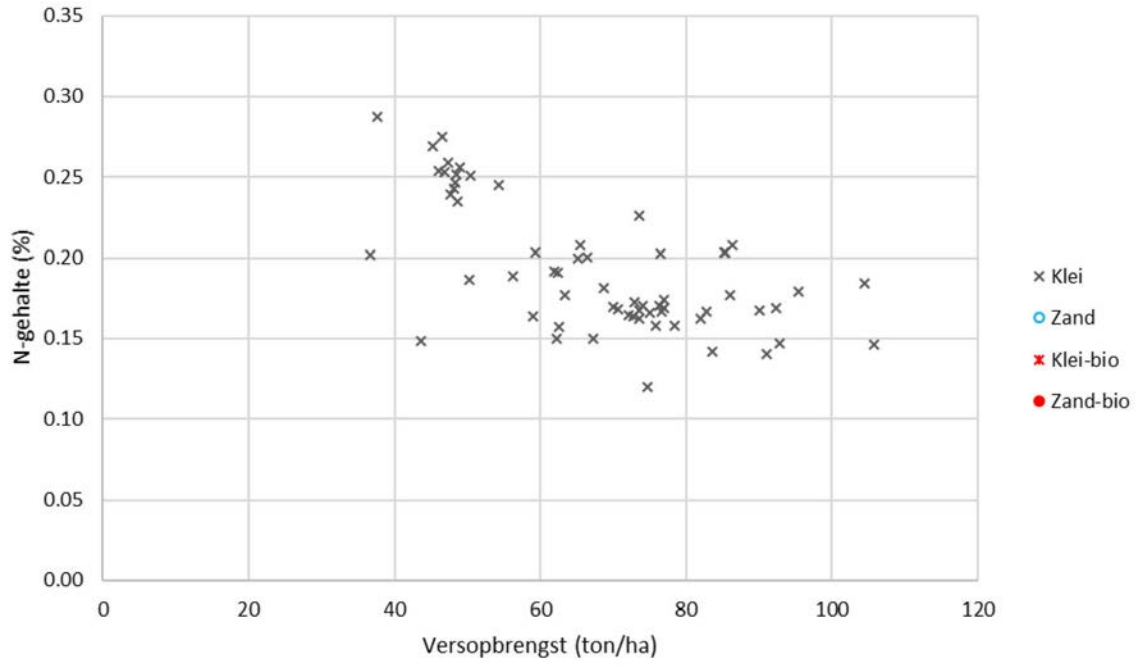
Suikerbieten

N-range smal, P-klasse midden



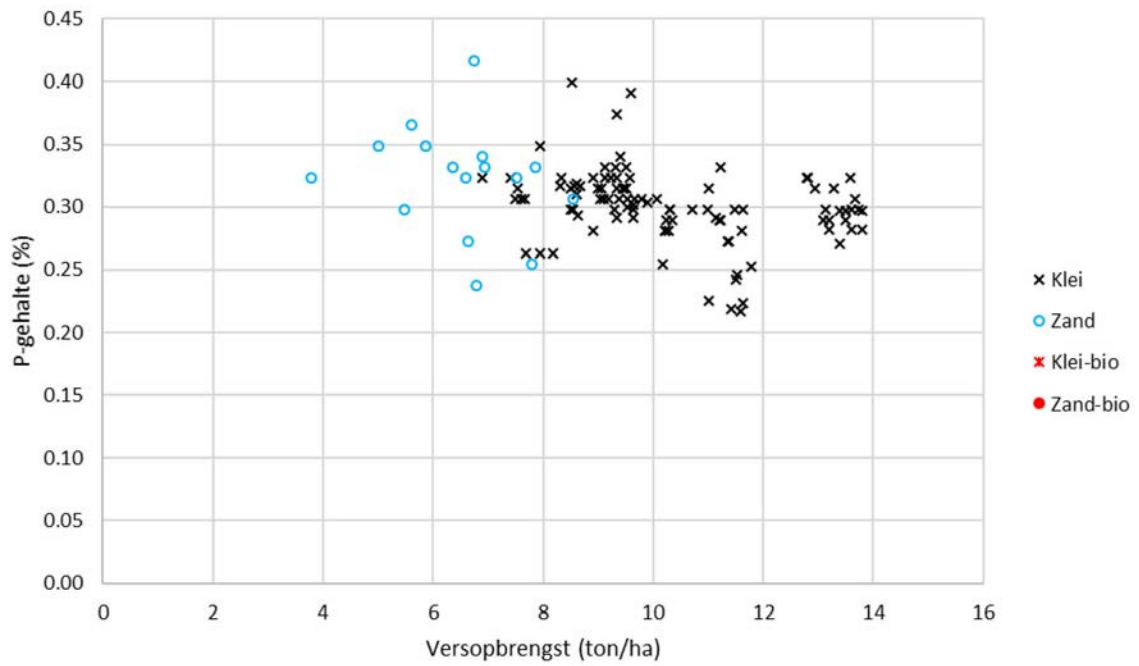
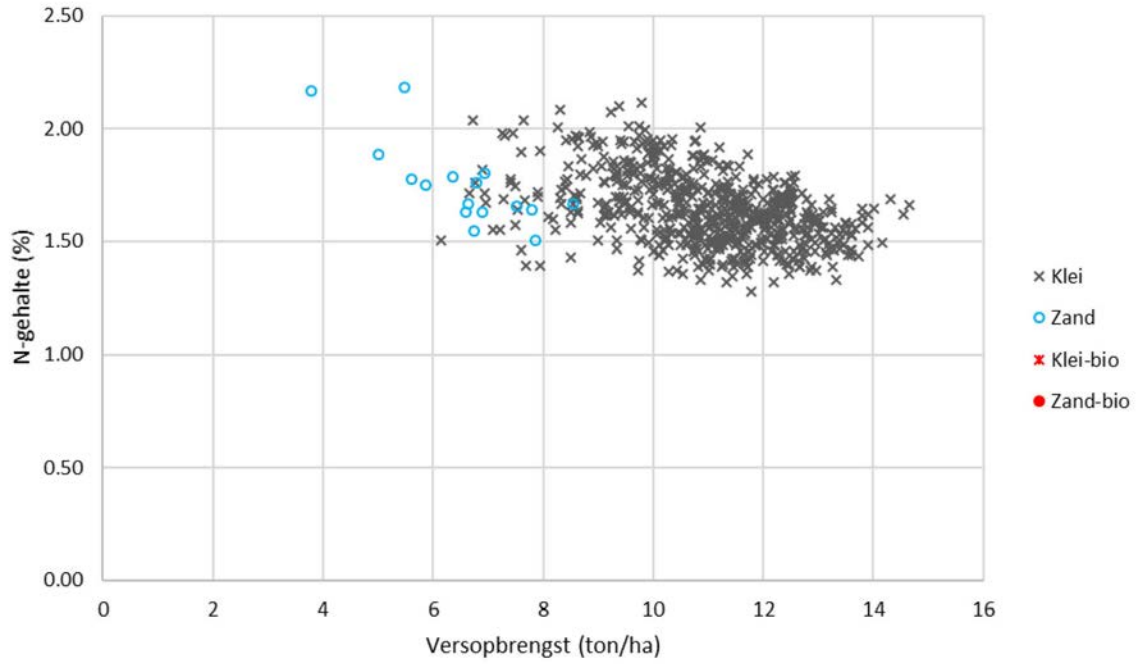
Zaaiuien

N-range smal, P-klasse midden



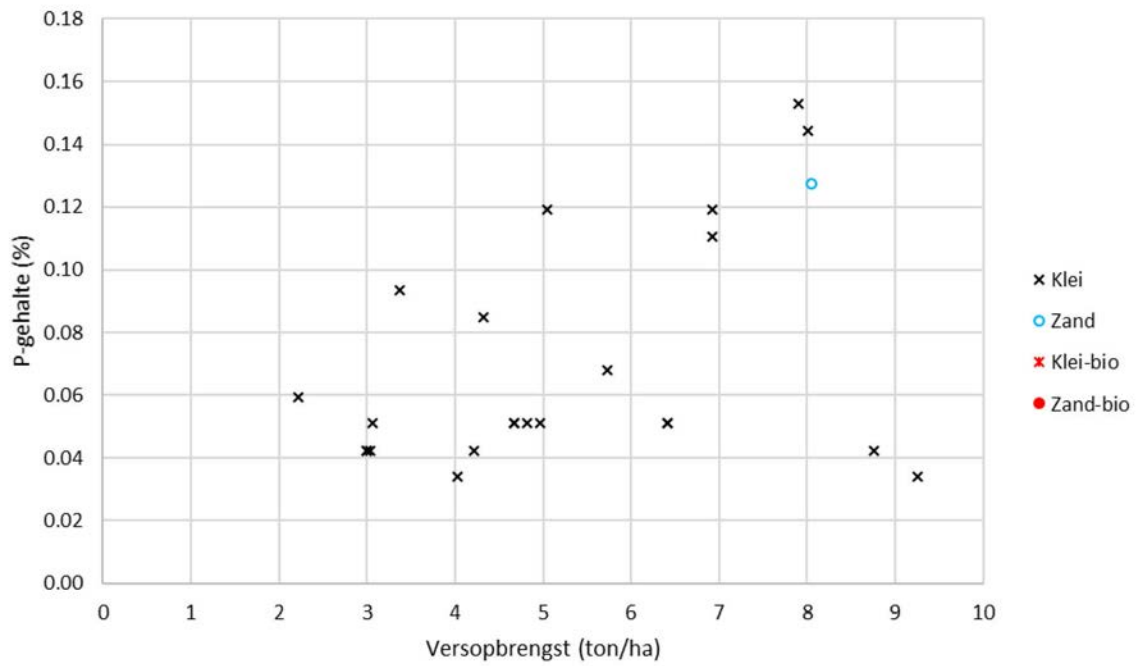
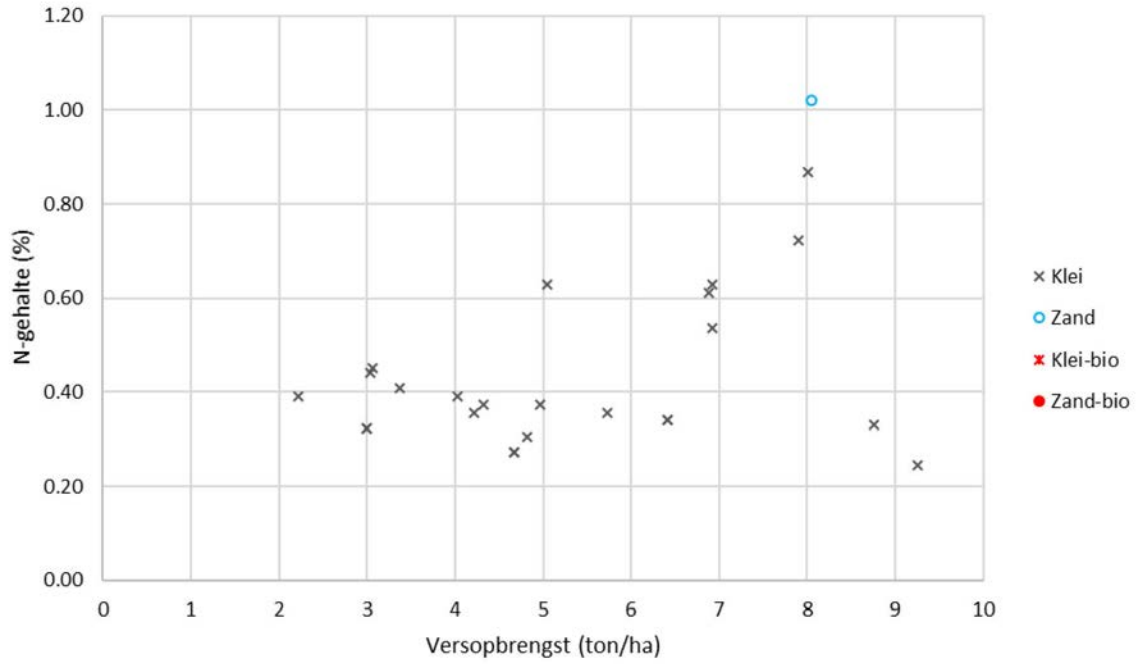
Wintertarwe

N-range smal, P-klasse alle data



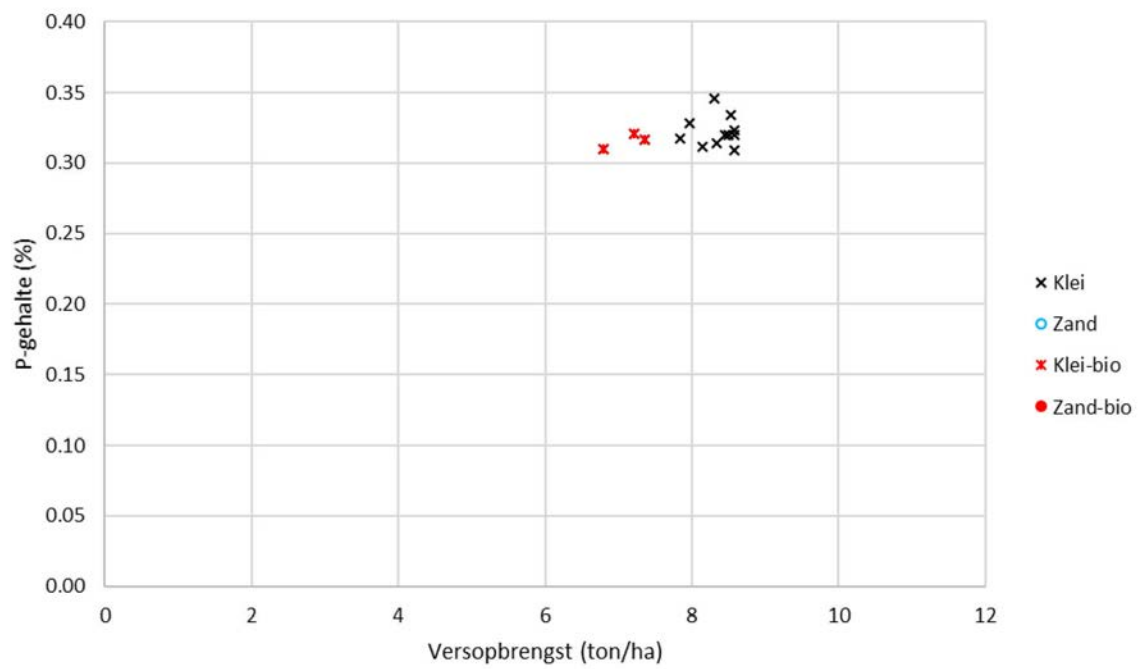
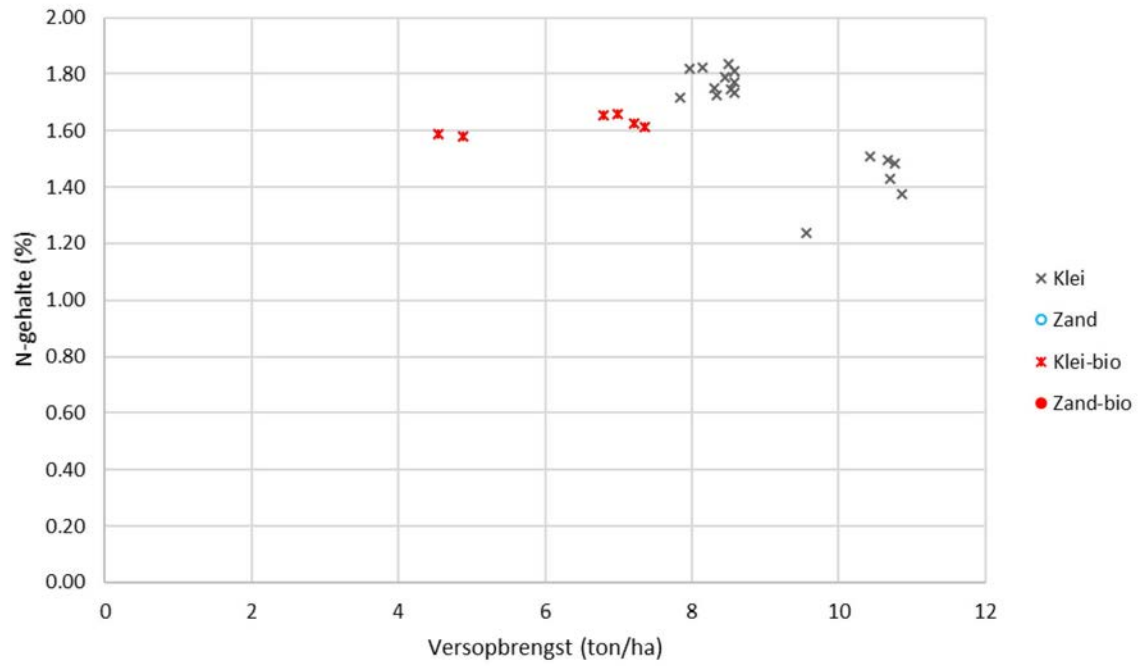
Wintertarwe-stro

N-range smal, P-klasse verbreed



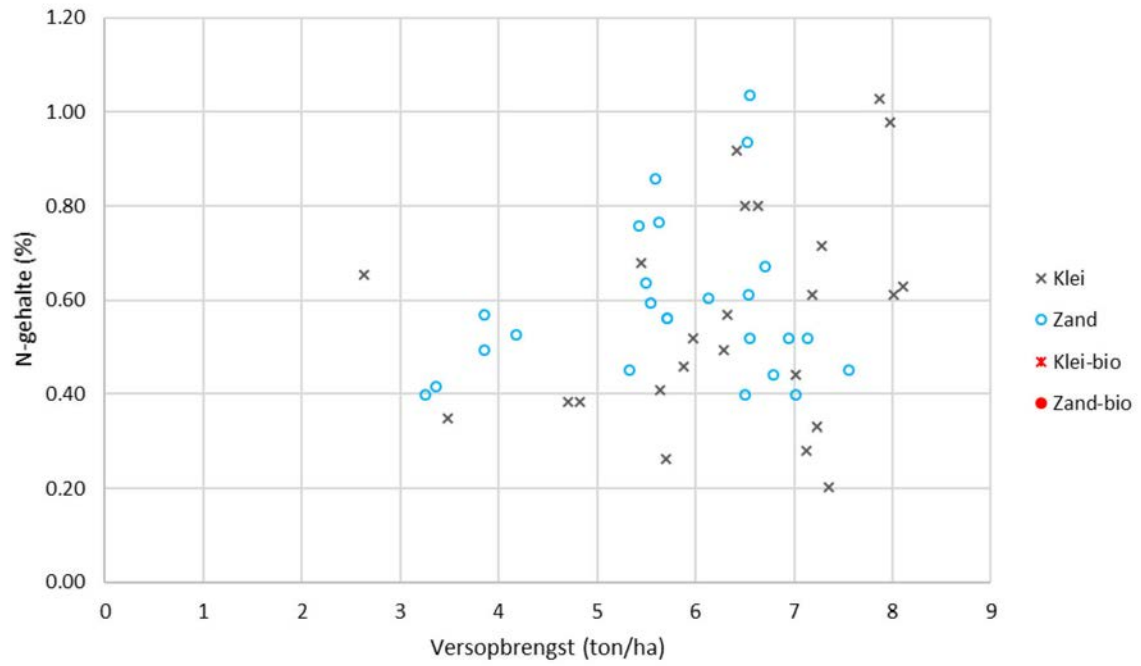
Zomertarwe

N-range smal, P-klasse verbreed



Zomertarwe-stro

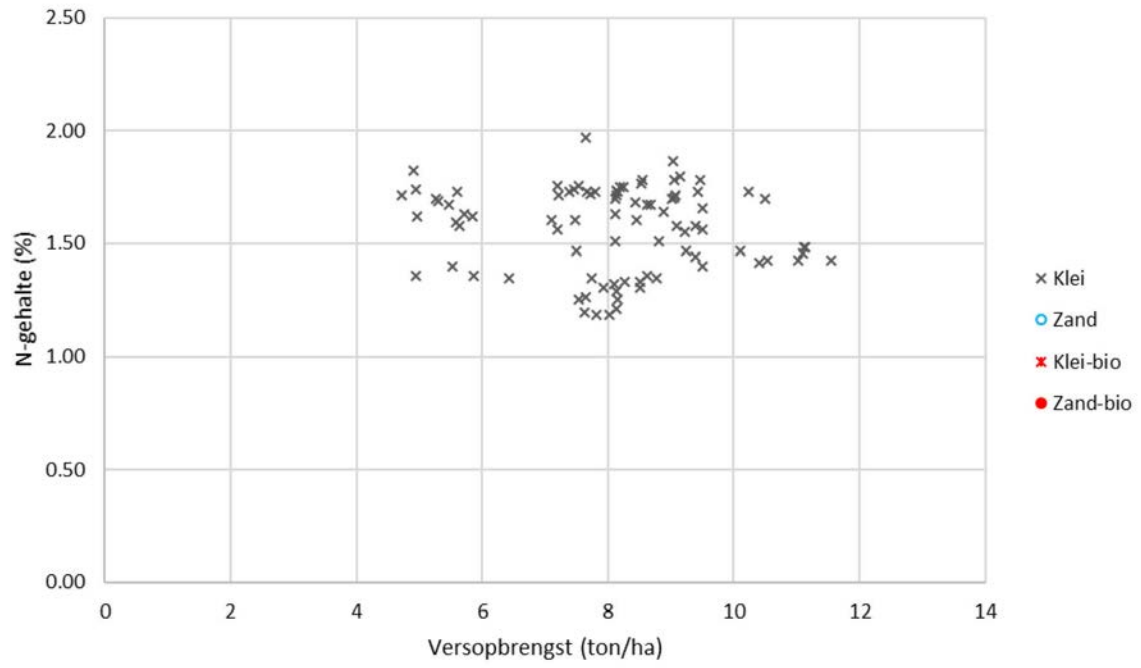
N-range breed, P-klasse alle data



Geen P-gehalten gemeten

Wintergerst

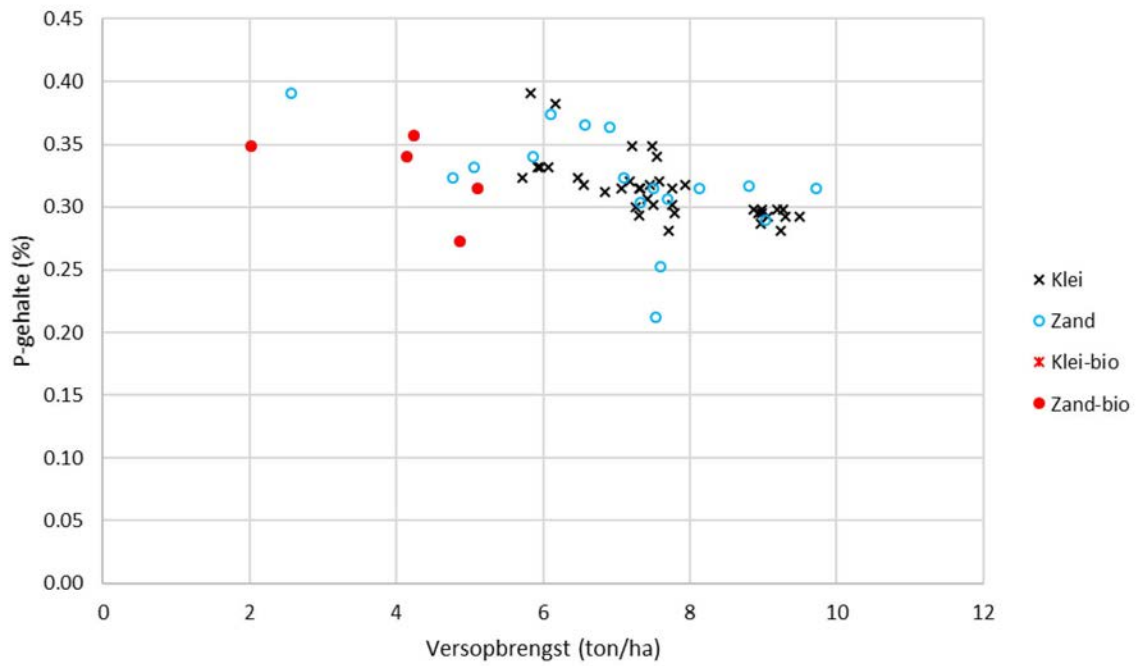
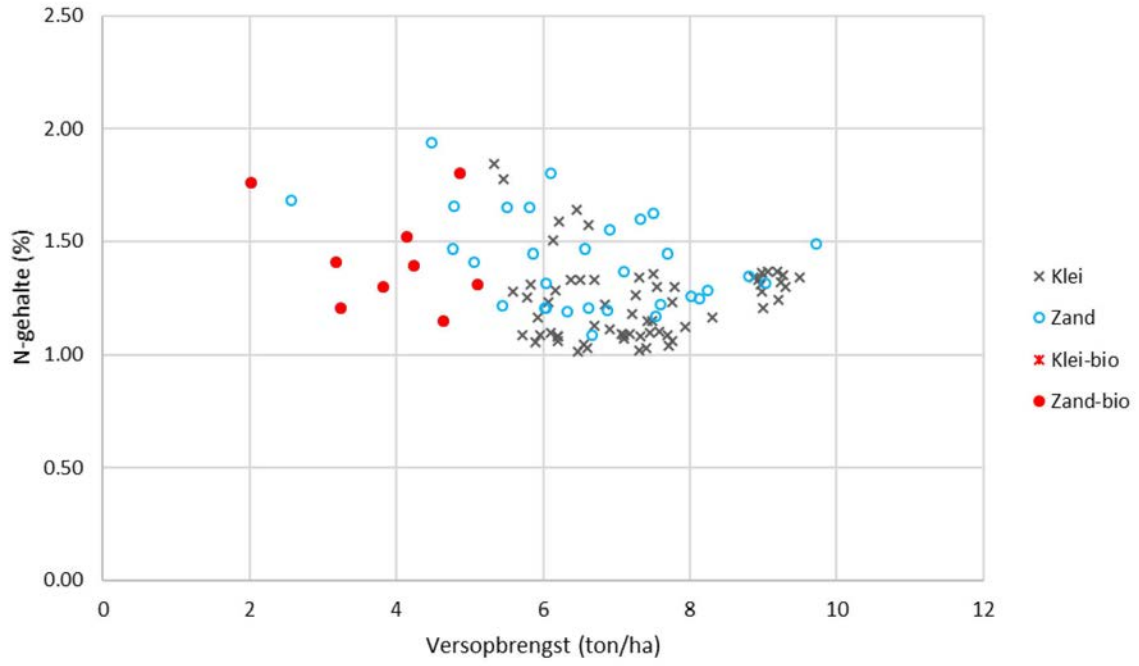
N-range smal, P-klasse alle data



Geen P-gehalten gemeten

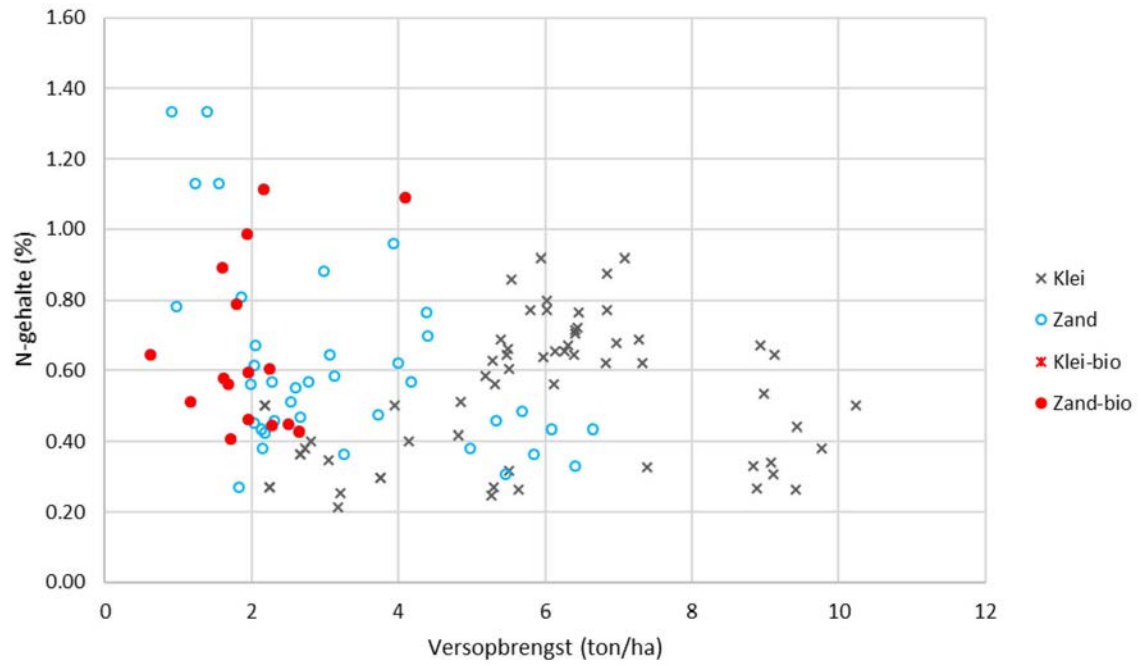
Zomergerst

N-range smal, P-klasse verbreed

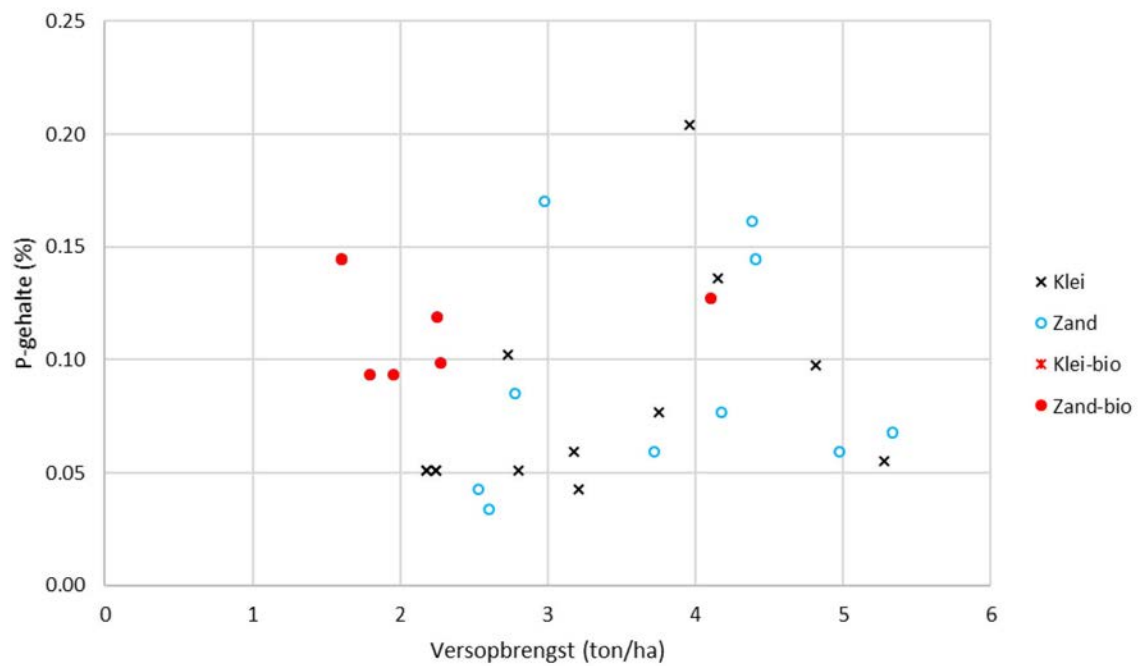


Zomergerst-stro

N-range breed, P-klasse alle data (N)

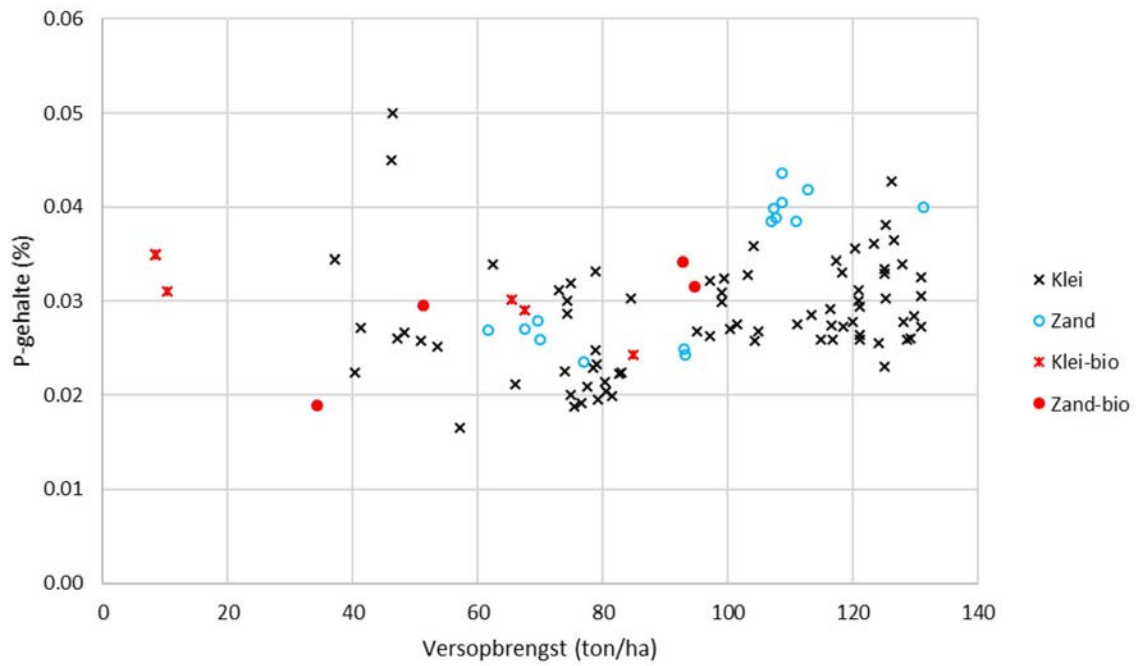
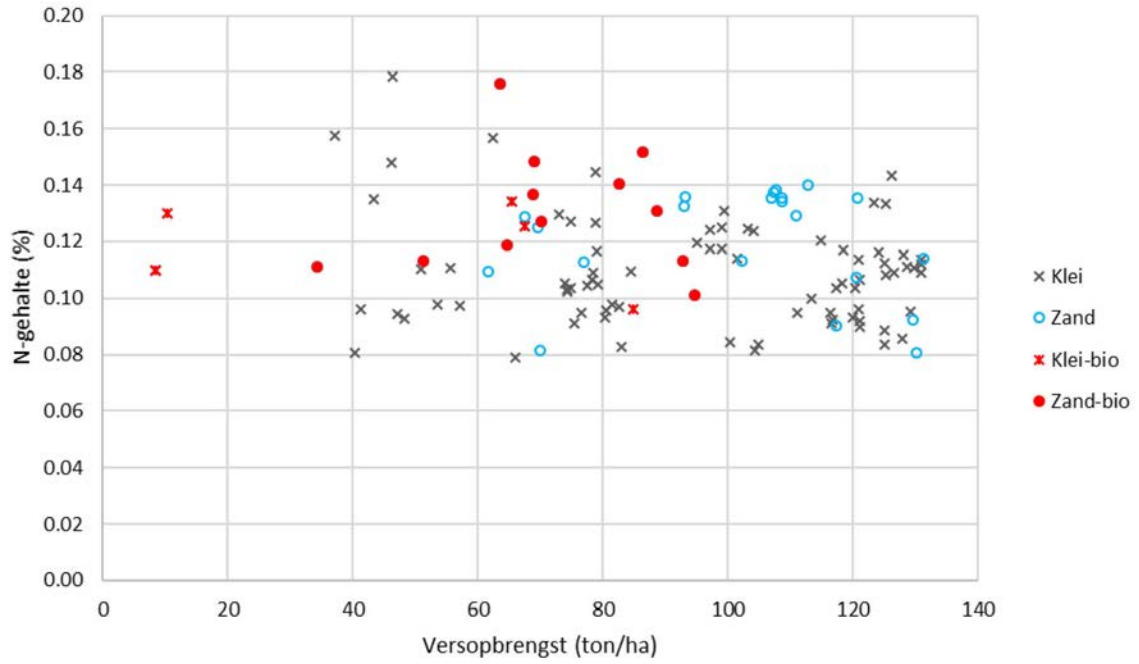


N-range breed, P-klasse verbreed (P)



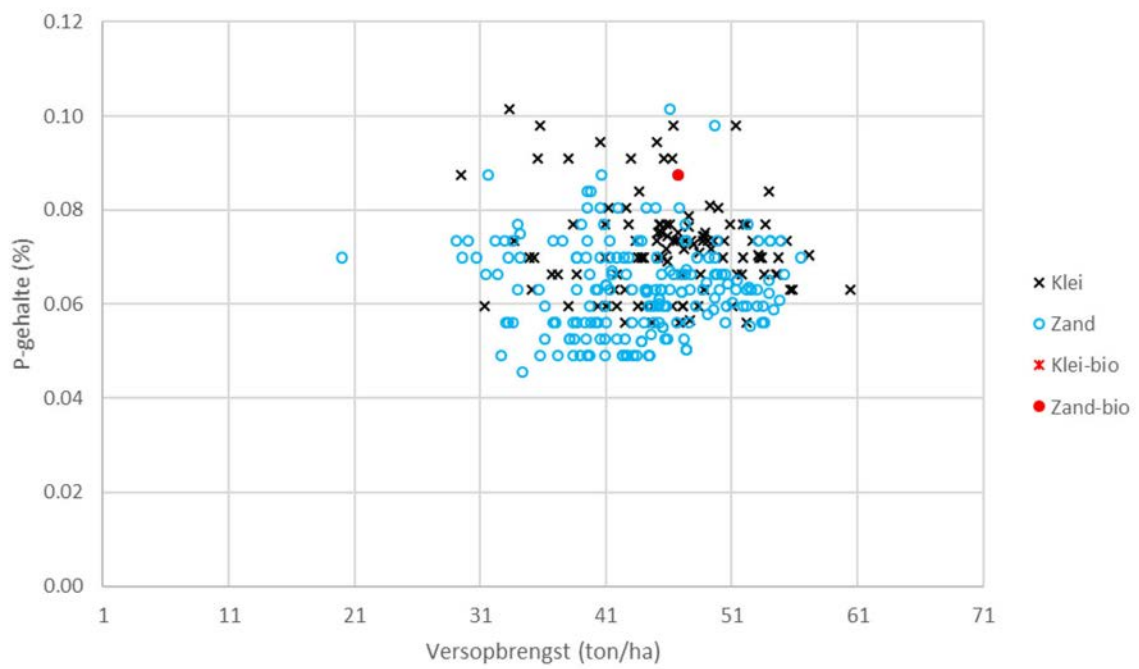
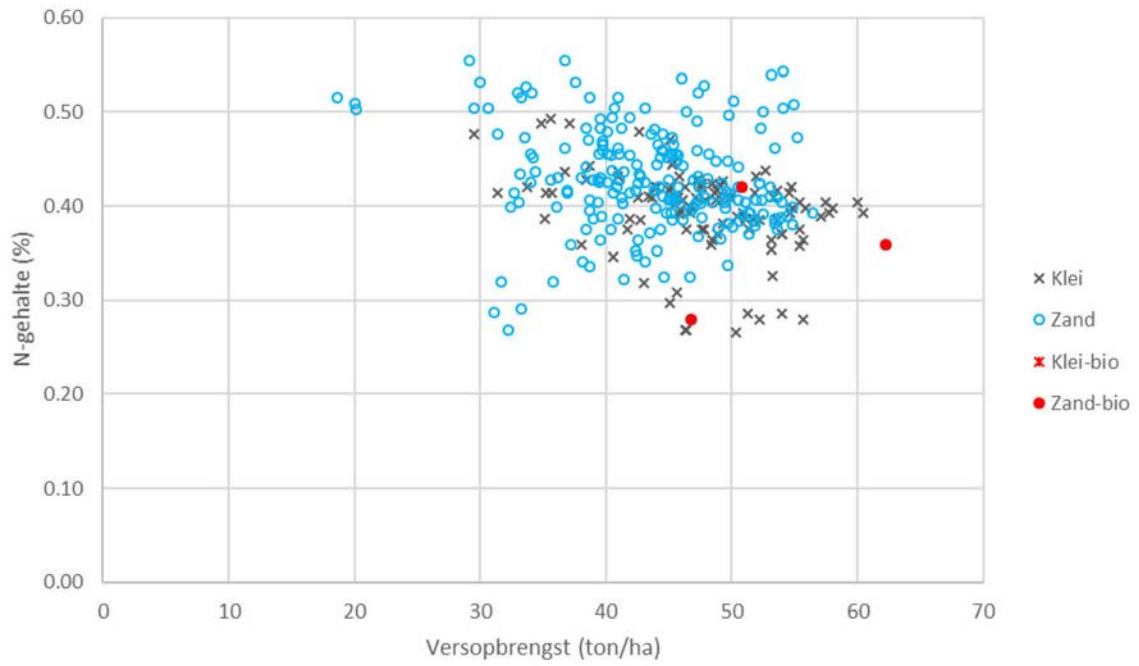
Was- en winterpeen

N-range breed, P-klasse alle data



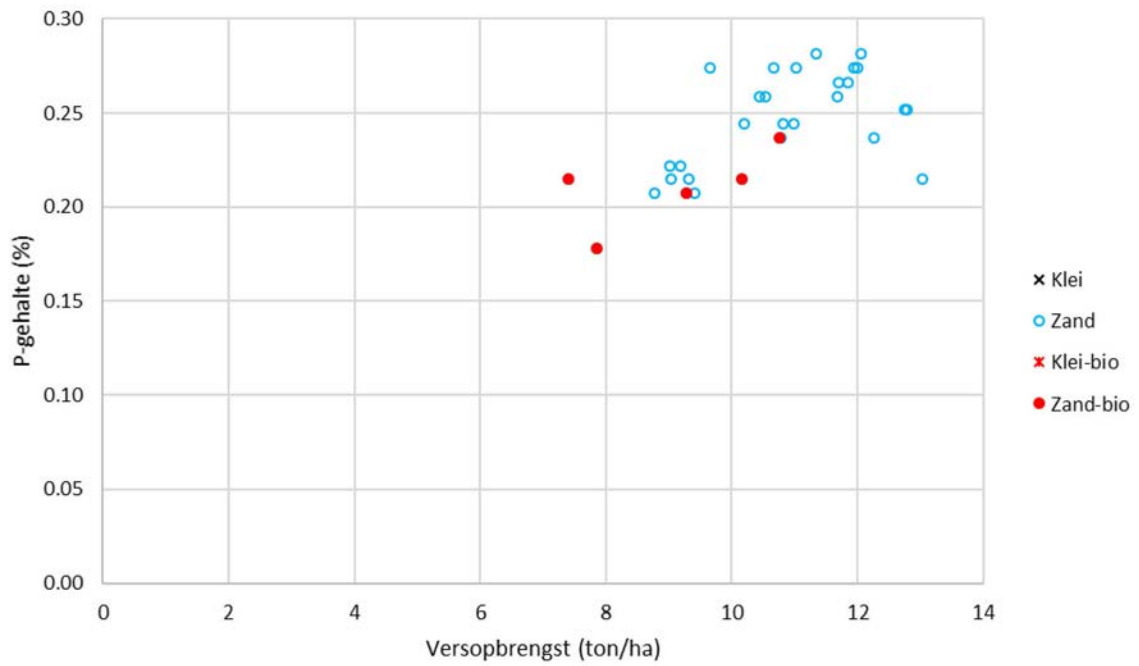
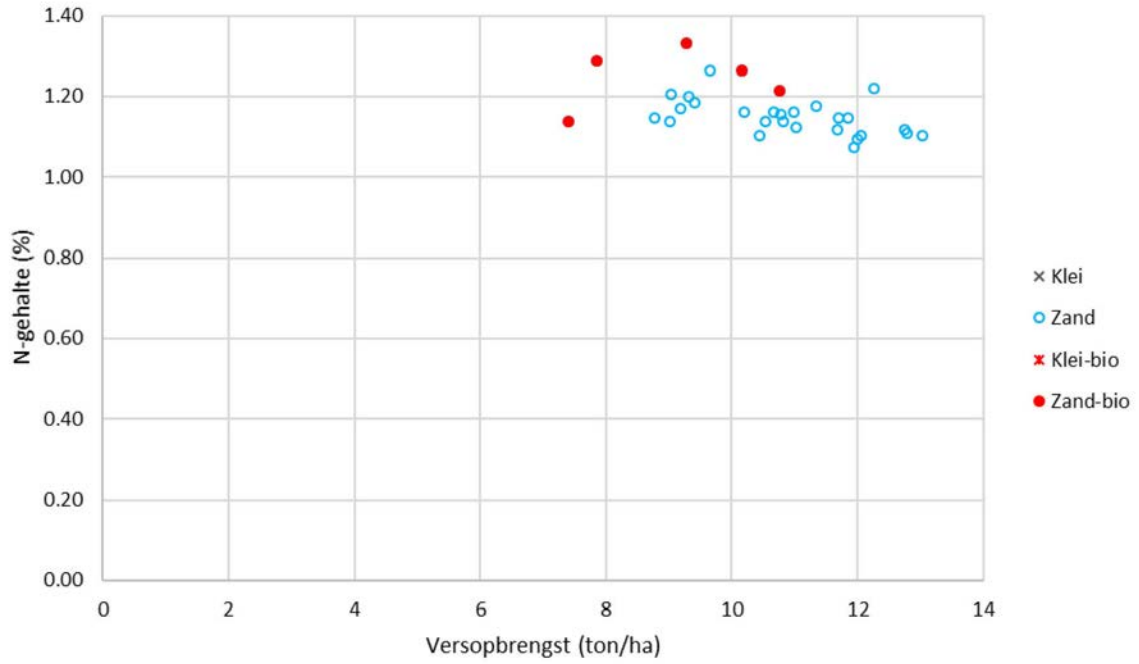
Snijmais

N-range smal, P-klasse midden



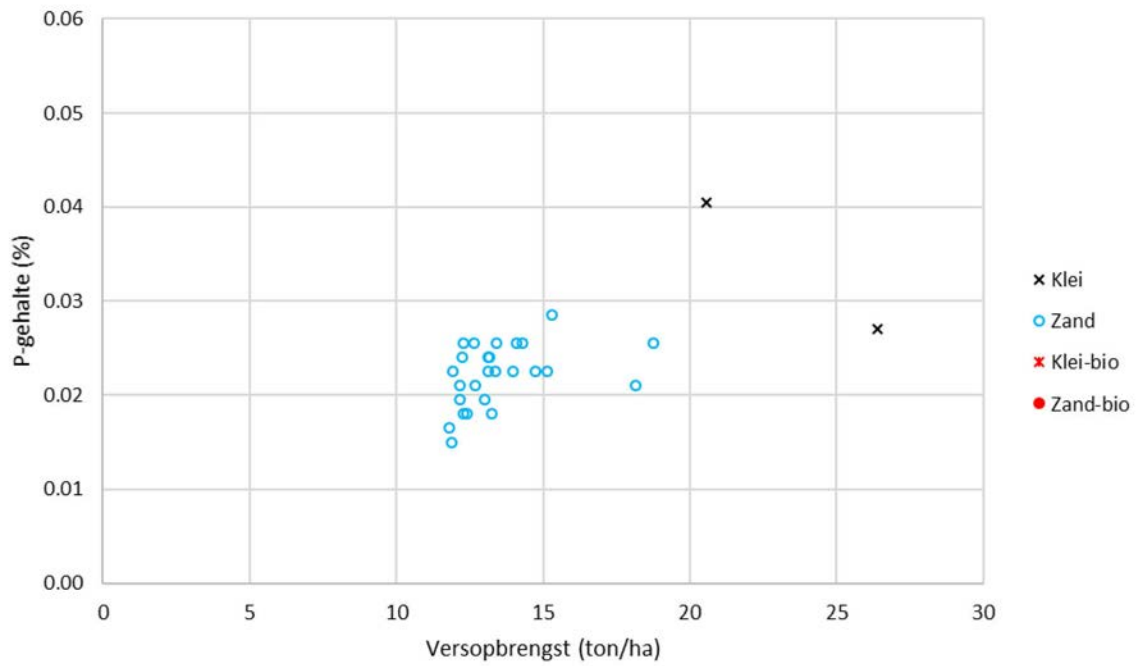
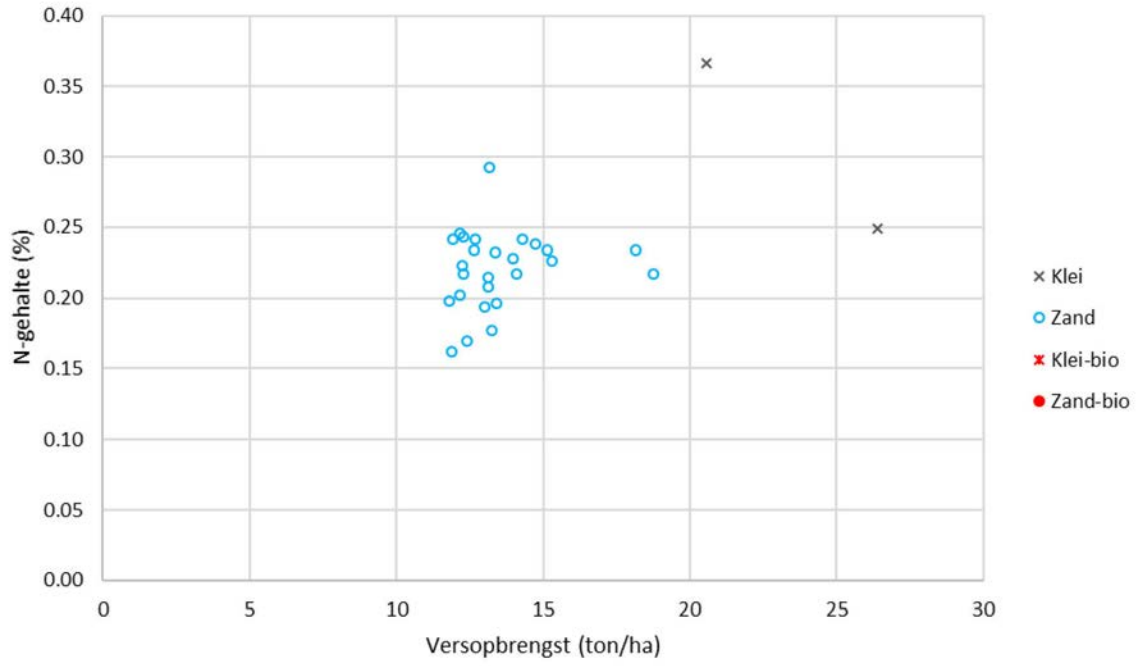
Korrelmais

N-range breed, P-klasse alle data



Korrelmais-stro

N-range breed, P-klasse alle data



Bijlage 9 Fabrieksbalans fosfaat suikerbieten

Memo Fosfaatafvoer suikerbieten 2014-2017, Suikerunie
Arjen Buijze, 26 september 2018

De hoeveelheid afvoer van P₂O₅ per ton suikerbieten varieert de laatste vier campagnejaren (2014 tot 2017) van 0,81 tot 0,93 kg fosfaat per ton suikerbieten. In onderstaande tabellen is de totstandkoming van dit getal uitgewerkt. Vanuit wegingen en fosfaatmonsters van betacal, bietenpulp, melasse, bietenpunten en tarragrond wordt de totale hoeveelheid fosfaat berekend, die gedeeld wordt door de aangeleverde tonnen bieten.

Gemiddeld wordt een 70% van deze totale fosfaathoeveelheid afgevoerd via betacal, 17% via bietenpulp, 0% via melasse (daarom is melasse vanaf 2015 buiten beschouwing gelaten), 2% via bietenpunten en 12% via tarragrond.

De totale afvoer via tarragrond varieert uiteraard met het tarrapercentage. Voor het berekenen van de totale aangevoerde hoeveelheid fosfaat vanuit tarragrond is uitgegaan van een gelijke verdeling van grondsoorten (zand, klei, löss) met een gemiddeld fosfaatgehalte van 0,12%

2014 Suiker Unie totaal	P ₂ O ₅	aandeel
<i>productie bieten: 6.587.856 ton</i>	(ton)	(%)
Betacal	4,378	71%
perspulp	1,164	19%
bietenpunten	49	1%
totaal bruto	5,591	
tarragrond	535	9%
totaal netto	6,128	100%

Gehalte in verse biet		
P ₂ O ₅	P	P
(kg/ton)	(kg/ton)	(%)
0,85	0,37	0,037

2015 Suiker Unie totaal	P ₂ O ₅	aandeel
<i>productie bieten: 4.595.899 ton</i>	(ton)	(%)
Betacal	2,619	65%
perspulp	778	19%
bietenpunten	89	2%
totaal bruto	3,486	
tarragrond	559	14%
totaal netto	4,046	100%

0,76	0,33	0,033
------	------	-------

2016 Suiker Unie totaal	P ₂ O ₅	aandeel
<i>productie bieten: 5.584.130 ton</i>	(ton)	(%)
Betacal	3,475	71%
perspulp	891	18%
bietenpunten	96	2%
totaal bruto	4,462	
tarragrond	455	9%
totaal netto	4,916	100%

0,80	0,35	0,035
------	------	-------

2017 Suiker Unie totaal	P ₂ O ₅	aandeel
<i>productie bieten: 7.739.475 ton</i>	(ton)	(%)
Betacal	4,378	70%
perspulp	745	12%
bietenpunten	192	3%
totaal bruto	5,315	
tarragrond	979	16%
totaal netto	6,295	100%

0,69	0,30	0,030
------	------	-------

Gemiddeld: 0,77 0,34 0,034



Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-957

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Corresponding address for this report:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-957

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

