

Het documenteren en milieukundig bijstellen van het KNS en andere bemestingsadviesystemen in de tuinbouw met het oog op een ruimere toepassing in de tuinbouw zoals voorzien in het Actieprogramma 2011-2014

Versie: Eindrapport
Datum: 14/11/2014
Verspreiding: UITSLUITEND OPDRACHTGEVER

Opdrachtgever:
Vlaamse Landmaatschappij
Afdeling Platteland en Mestbeleid,
mevr. Sofie Ducheyne (contactpersoon)
Gulden-Vlieslaan 72
B - 1060 Brussel
Telefoon: 02-543 73 58 – Fax: 02-543 73 98
E-mail: sofie.ducheyne@vlm.be



Uitvoerders:

Inagro
Ieperseweg 87, 8800 Rumbeke-Beitem
(coördinator)

PCG
Karreweg 6, 9770 Kruishoutem
PSKW
Duffelsesteenweg 101, 2860 Sint-Katelijne-Waver
Bodemkundige Dienst van België
W. de Croylaan 48, 3001 Leuven-Heverlee

Universiteit Gent
Coupure links 653, 9000 Gent
ILVO
Burg. Van Gansberghelaan 96, 9820 Merelbeke
Proefcentrum voor Sierteelt
Schaessestraat 18, 9070 Destelbergen
Pcfruit vzw
Fruittuinweg 1, 3800 Sint-Truiden
Proefcentrum Hoogstraten
Voort 71, 2328 Meerle



Proefstation voor de Groenteteelt vzw
Sint-Katelijne-Waver



Consortium leden

INAGRO

Franky Coopman, Bram Van Nevel, Tomas Van de Sande
coördinator

Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen (PCG)

Micheline Verhaeghe, Luc De Reycke, Sara Crappé

Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW)

Joris De Nies, Ellen Goovaerts

Bodemkundige Dienst van België (BDB)

Annemie Elsen, Jan Bries, Hilde Vandendriessche

Universiteit Gent, Vakgroep Bodembeheer

Stefaan De Neve, Nele Ameloot

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO)

Koen Willekens

Proefstation voor Sierteelt (PCS)

Dominique Van Haecke

Proefcentrum voor de Fruitteelt (pcfruit)

Miet Boonen

Proefcentrum Hoogstraten

Nick Druyts, Maarten Van Mechelen

Leden van de Stuurgroep

Luc Gallopyn (VLM), Sofie Ducheyne (VLM), Koen Cochez (VLM), Ria Gielis (VLM), Dimitri Jacobs (VLM), Greet Pauwels (VLM), Paul Vandersluys (VLM), Greet Verlinden (VLM), Mia Demeulemeester (Inagro), Franky Coopman (Inagro), Tomas Van de sande (Inagro), Bram Van Nevel (Inagro), Jan Bries (BDB), Annemie Elsen (BDB), Bruno Gobin (PCG + PCS), Luc De Reycke (PCG), Verhaeghe Micheline (PCG), Sara Crapé (PCG), Joris De Nies (PSKW), Raf De Vis (PSKW), Ward Baets (PCH), Nick Druyts (PCH), Maarten Van Mechelen (PCH), Filip Rys (PCS), Dominique Van Haecke (PCS), Miet Boonen (PCF), Danny Bylemans (PCF), Stefaan De Neve (UGent), Georges Hofman (UGent), Johan Van Waes (ILVO), Karoline D'Haene (ILVO), Koen Willekens (ILVO), Joost Salomez (LNE), Marleen Mertens (ADLO), Bart Debussche (ADLO), Pascal Braekman (ADLO), Annelise Bakelants (VMM), Kor Van Hoof (VMM), Dirk Coomans (CVBB), Frans Coussement (Kabinet), Sara Debolle (Kabinet), Sibylle Verplaetse (Kabinet), Guy Depraetere (ABS), Toon Dekeukelaere (BB), Jeroen Gillabel (BBLV), An Jamart (Bio), Annelore Nys (natuurpunt).

INHOUDSTAFEL

VERKORTE SAMENVATTING	6
SHORT ENGLISH SUMMARY	8
NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	10
1.1 INVENTARISEREN DUITSE KNS	10
1.2 HOE IS HET KNS OPGEBOUWD.....	10
1.3 HOE EN WAAROM DIT DUITSE KNS VERTALEN NAAR VLAANDEREN.....	11
1.3.1 <i>Mineralisatie en vrijstelling uit oogstresten</i>	11
1.3.2 <i>Bepalen van Vlaamse opnamecijfers, productieniveaus, latente N en optimale bemonsteringstijdstip</i>	13
1.3.3 <i>Vlaamse KNS-tabellen</i>	15
1.3.4 <i>Inlichtingsformulier</i>	16
1.3.5 <i>Adviesrapport</i>	17
1.4 INVENTARISEREN VAN BESTAANDE ADVISSYSTEMEN IN VLAANDEREN	18
1.4.1 <i>N-INDEX</i>	18
1.4.2 <i>KEMA adviessysteem</i>	19
1.4.3 <i>N-balans</i>	19
1.5 VERGELIJKING VAN DE GEÏNVENTARISEERDE ADVISSYSTEMEN BINNEN VLAANDEREN.	21
1.6 VERGELIJKING VAN DE GEÏNVENTARISEERDE ADVISSYSTEMEN OP EENZELFDE BEGINSITUATIE.....	21
1.6.1 <i>Evaluatie adviezen</i>	21
EXTENDED ENGLISH SUMMARY	23
1.1 INVENTORY OF THE GERMAN KNS.....	23
1.2 HOW AND WHY THIS GERMAN KNS TRANSLATE INTO FLEMISH CIRCUMSTANCES?	24
1.2.1 <i>Mineralization and release of nitrogen from crop residues</i>	24
1.2.2 <i>Determining Flemish uptake figures, production levels, latent N and optimal sampling time</i>	25
1.2.3 <i>Flemish KNS tables</i>	27
1.2.4 <i>Inquiry form</i>	27
1.2.5 <i>Advice report</i>	29
1.3 EVALUATION OF OTHER EXISTING ADVISORY SYSTEMS IN FLANDERS	30
1.3.1 <i>N-INDEX</i>	30
1.3.2 <i>KEMA advice system</i>	30
1.3.3 <i>N-balance</i>	31
1.4 COMPARISON OF INVENTORIED ADVISORY SYSTEMS IN FLANDERS.....	32
1.5 COMPARISON OF THE EVALUATED ADVISORY SYSTEMS IN A SIMILAR INITIAL SITUATION	33

1.5.1	<i>Evaluation advices</i>	33
2	INLEIDING	35
3	HET DUITSE KNS-ADVIESSTEEEM (KULTURBEGLEITENDEN NMIN SOLLWERTE-SYSTEM) BRUIKBAAR MAKEN VOOR TOEPASSING IN DE VLAAMSE TUINBOUW	36
3.1	HANDLEIDING OORSPRONKELIJKE DUITSE KNS (N-EXPERT)	36
3.1.1	<i>Opbouw en werking van het Duitse KNS systeem</i>	36
3.1.2	<i>Aanpassingen voor toepassing van het KNS systeem binnen Vlaanderen</i>	42
3.2	VLAAMSE CIJFERMATERIAAL VOOR TUINBOUW	50
3.2.1	<i>Basiscijfers van Duitse KNS voor groenteteelt</i>	51
3.2.2	<i>N-opname en productiecijfers groenten in Vlaanderen</i>	54
3.2.3	<i>Bemonsteringstijdstip groenten in Vlaanderen</i>	59
3.2.4	<i>Uitgewerkt voorbeeld</i>	63
3.2.5	<i>N-opnametabellen en N-opnamecurves groenten Vlaanderen</i>	64
3.3	INLICHTINGSFORMULIER	105
3.4	RAPPORT BEMESTINGSADVIES.....	106
3.5	VERKLARENDE NOTA BIJ ADVIES.....	106
3.5.1	<i>Ontledingsuitslagen, streefzone, beoordeling</i>	106
3.5.2	<i>Bekalkingsadvies</i>	106
3.5.3	<i>Omreken tabel voor meststoffen</i>	107
3.5.4	<i>Bemestingswaarde organische bemesting</i>	109
3.5.5	<i>Samenstelling minerale meststoffen</i>	109
3.5.6	<i>Uitgewerkt voorbeeld voor een groenteteeltbedrijf met mestvarkens</i>	111
3.5.7	<i>Best passende bemestingstechnieken</i>	113
4	HET INVENTARISEREN VAN ANDERE BRUIKBARE ADVIESYSTEMEN VOOR GROENTETEELT IN VLAANDEREN	115
4.1	EXPERTSYSTEMEN ALS BASIS VOOR BEREDENEERDE BEMESTINGSADVIEZEN	115
4.2	N-INDEX: GEDETAILLEERD ADVIES	117
4.2.1	<i>Inleiding</i>	117
4.2.2	<i>N-indexadviezen en de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEG)</i>	125
4.2.3	<i>N-indexadviezen per teelt</i>	126
4.3	KEMA-ADVIES.....	129
4.3.1	<i>Inleiding</i>	129
4.3.2	<i>KEMA-adviezen per teelt</i>	132
5	HET VERGELIJKEN VAN ALLE GEÏNVENTARISEERDE ADVIESYSTEMEN VOOR GROENTETEELT IN VLAANDEREN	141
5.1	STIKSTOFOPNAME GEWAS.....	142
5.1.1	<i>KNS-systeem</i>	142

5.1.2	<i>N-index</i>	142
5.1.3	<i>N-balans</i>	143
5.2	STIKSTOFRESERVE IN DE BODEM	144
5.2.1	<i>KNS-systeem</i>	144
5.2.2	<i>N-index</i>	144
5.2.3	<i>N-balans</i>	144
5.3	N-VRIJSTELLING DOOR MINERALISATIE UIT ORGANISCHE BEMESTING, GEWASRESTEN, GROENBEMESTERS EN ORGANISCH BODEMMATERIAAL.....	144
5.3.1	<i>KNS-systeem</i>	144
5.3.2	<i>N-index</i>	145
5.3.3	<i>N-balans</i>	146
5.4	MINERALE N-VERLIEZEN, N-DEPOSITIE EN N-FIXATIE	147
5.4.1	<i>KNS-systeem</i>	147
5.4.2	<i>N-index</i>	147
5.4.3	<i>N-balans</i>	147
5.5	VERGELIJKING VAN DE GEÏNVENTARISEERDE ADVIESSYSTEMEN OP EENZELFDE BEGINSITUATIE.....	148
5.5.1	<i>Methode</i>	148
5.5.2	<i>Resultaten</i>	149
5.5.3	<i>Conclusies</i>	167
6	HET VALIDEREN EN DOCUMENTEREN VAN ALLE GEÏNVENTARISEERDE ADVIESSYSTEMEN VOOR GROENTETEELT IN VLAANDEREN	168
6.1	MONTE CARLO SIMULATIES.....	168
6.1.1	<i>Inleiding</i>	168
6.1.2	<i>MC simulatie voor N-adviessystemen</i>	169
	REFERENTIES	189
	BIJLAGEN	191

Verkorte samenvatting

Dit project beoogt een optimalisatie van de Vlaamse bemestingsadviessystemen. Als uitgangspunt wordt het Duitse KNS vooropgesteld. Een team van experts van verscheidene praktijkcentra (Inagro, PCG, PSKW, PCS, PCF en proefcentrum Hoogstraten), de bodemkundige dienst van België, UGent en ILVO sloegen hiervoor de handen in elkaar. Vooreerst werd bekeken wat de tekortkomingen van het Duitse KNS waren binnen de Vlaamse situatie. Al vlug kwam tot uiting dat factoren zoals mineralisatie en productieniveau niet overeenstemden. Ook het ontbreken van differentiaties in teeltmethode van bepaalde gewassen en het gebruik van groenbedekkers werden als hiaten van het Duitse systeem ervaren. Verder is het ook zo dat binnen Vlaanderen frequent dierlijke mest wordt toegepast op de velden, dit in tegenstelling tot het gebruik van kunstmest binnen het Duitse KNS.

In eerste instantie werd bekeken hoeveel stikstof de Vlaamse bodems van nature kunnen genereren (= mineralisatie uit BOS en gewasresten/groenbedekkers). Gegevens betreffende vrijstelling uit bodem organische stof werden gehaald uit het ADLO-project stikstofmeetnet. Hier werd over een periode van 4 jaar van verschillende percelen het gehalte aan stikstof in het bodemprofiel veertiendaags bepaald. Op basis van deze gegevens werd beslist dat standaard gewerkt wordt met een mineralisatiesnelheid van 0.8kgN/ha/dag. Op arme percelen, waar in het verleden weinig tot geen dierlijke mesten werden opgebracht, lijkt een gemiddelde mineralisatiesnelheid van 0.5 kg N/ha/dag meer aangewezen. Op percelen waar in het verleden veel en regelmatig dierlijk mest werd opgebracht is een mineralisatiesnelheid van 1.0 kg N/ha/dag opportuun.

Voor de stikstofvrijstelling uit oogstresten en groenbedekkers werd beroep gedaan op bestaande onderzoeken. Op percelen waar twee of meerdere teelten per jaar worden verbouwd wordt een stikstofvrijstelling uit de oogstresten van de voorafgaande teelt meegerekend in het advies. Via het inlichtingsformulier worden 3 gradaties naar volume van oogstresten opgevraagd (weinig, normaal en veel). Voor de inhouden bij een normale hoeveelheid oogstresten werden de basiscijfers gebruikt. Voor de hoeveelheden weinig en veel werd deze inhoud met respectievelijk 1/3 verminderd en vermeerderd. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt voor de volgteelt wordt vastgelegd op gemiddeld 50 % van de N-inhoud van de oogstrest van de voorafgaande teelt binnen hetzelfde jaar.

Over welke hoeveelheid stikstof een groenbedekker kan vrijstellen werd een inschatting gedaan op basis van veldproeven uitgevoerd door leden van het consortium en door bijkomende literatuur. Variatie betreffende vrijstelling van stikstof wordt binnen het adviesstelsel opgevangen door via het inlichtingsformulier te peilen naar enerzijds het type groenbedekker (grasachtig, kruisbloemig of vlinderbloemig), het moment van inwerken (voorjaar of najaar) en de ontwikkeling van de groenbedekker (goed – matig – slecht).

Om de opnamecijfers en productieniveaus voor Vlaanderen te bepalen, zijn relevante rassen- en bemestingsproeven van de Vlaamse praktijkcentra vanaf 2000 geselecteerd. Hierbij werden enkel deze proeven weerhouden waarbij een normaal tot goed productieniveau met aanvaardbare productkwaliteit bekomen werd. Hierbij werd tevens gelet dat de geselecteerde cultivars ook frequent in de praktijk voorkomen.

De basis van het KNS-systeem bestaat uit het nemen van tussentijdse grondstalen om zo een zo goed mogelijk zicht te krijgen op de vrijstelling uit mineralisatie en de verliezen door uitspoeling. Door een team van experts werd daarom een optimale periode vastgelegd voor het nemen van deze stalen. Deze zijn gebaseerd op basis van het groeipatroon van het gewas en de technische haalbaarheid.

Omdat een goed advies pas tot stand komt als de adviesverlener over voldoende informatie beschikt is het van belang over specifieke informatie van het perceel te beschikken. Via een inlichtingsformulier worden teelttechnische kenmerken, perceelskenmerken en bemestingsgegevens opgevraagd. Via deze informatie is het mogelijk na te gaan of een bepaalde factor invloed heeft op de stikstofbalans en hoe groot deze kan zijn. Zo zal de te verwachten stikstof uit mineralisatie afhankelijk zijn van pH, % koolstof, rotatie van het perceel, jaar van scheuren bij oude weide, gebruik van organische mest, teeltperiode, ...

Binnen dit project werden ook 3 gangbare bemestingsadviesystemen binnen Vlaanderen geïnventariseerd. Dit waren het N-INDEX systeem, het KEMA-adviesysteem en de N-balans methode. Deze systemen werden op hun beurt vergeleken met het Vlaamse KNS-systeem. Dit zowel conceptueel als aan de hand van een gegeven advies. Hierbij werd door de verschillende adviesystemen een advies gegeven op een bepaalde beginsituatie, nl. de stikstofvoorraad in de bodem bij de start van de teelt of op het moment van bijbemesting. De voorgeschiedenis van het perceel was gekend aan de hand van de gegevens gevraagd op het inlichtingsformulier (perceel kenmerken, voortelt, bemestingshistoriek, ...).

De beginsituatie waarop de adviezen gegeven werden, komt overeen met de beginsituatie van N-trappenproeven die in de periode 2012-2013 aanlagen op de praktijkcentra. Van deze trappenproeven werd voor deze oefening de bodemanalyse van het optimaal bemeste object weerhouden voor de berekening van de adviezen tijdens de teelt. Van deze N-trappenproeven is per bemestingsdosis de opbrengst (totale, vermarktbare of % hoogste kwaliteit) en residuele stikstof na de oogst (over de bewortelingsdiepte) gekend.

Door de gegeven adviezen voor te stellen ten opzichte van de toegediende stikstoftrappen, kan een inschatting (in grootteorde) gemaakt worden van de te verwachten opbrengst en stikstofresidu indien een bepaald advies zou gevolgd worden.

Als voor alle vergelijkingen met 1 staalname bij het begin van de teelt het gemiddelde advies wordt bekeken, blijken de gemiddelde adviezen vrij dicht bij elkaar te liggen. Als meerdere stalen worden genomen, wat zowel bij het Vlaams KNS-systeem als N-index toegepast wordt, is gemiddeld gezien voor alle geadviseerde teelten weinig verschil tussen het Vlaams KNS en N-index met tussentijds staal. Binnen de teelten onderling kunnen de verschillen oplopen tot 60 eenheden. Als het Vlaams KNS-systeem met meerdere stalen wordt vergeleken met één staalname van het N-INDEX en N-balans worden de verschillen groter.

De verschillen tussen de adviezen komen voornamelijk tot stand door de manier waarop het advies opgesteld werd. Bij het Vlaams KNS-systeem en bij N-Index kunnen staalnames tijdens de teelt het advies voor bijbemesting bijsturen op basis van de groeiomstandigheden. Dit zorgt in veel gevallen voor een lager totaal advies.

Short English summary

This project aims the optimization of the Flemish fertilizer recommendation systems for vegetables. The starting point is the German KNS. A team of experts from various extension research stations in Belgium Inagro, PCG, PSKW, PCS, PCF and the extension research station of Hoogstraten, SSB (Soil Service of Belgium), Ghent University and ILVO jointed their forces to succeed this project. First the shortcomings of the German KNS were considered in relation to the Flemish situation. It became clear that factors such as mineralization and production levels were not similar. The lack of differentiation in cultivation of certain crops and the use of cover crops were perceived as gaps in the German system. Furthermore, animal manure is frequently applied to the fields in Flanders, compared to the use of chemical fertilizers in Germany.

Initially, the amount of nitrogen released from the Flemish soils was estimated (= mineralization out of soil organic matter and crop residue / cover crops). Data about mineralization from soil organic matter were collected from the Flemish demonstration project 'nitrogen monitoring network'. Over a period of 4 years, the nitrogen content in the soil was determined every 14 days. Based on these data, it was decided that a standard mineralization rate of 0.8 kg N / ha / day can be considered. On poor land where only occasionally animal manure was used, an average mineralization rate of 0.5 kg N / ha / day seems more appropriate. On plots where in the past regularly a lot animal manure was applied, a mineralization rate of 1.0 kg N / ha / day is more appropriate.

Data from existing research were used to estimate the nitrogen release from crop residues and cover crops. On fields where two or more crops per year are grown, the nitrogen release from the crop residues from the previous crop are included in fertilizer advices. On the inquiry form required at soil sampling for fertilizer advice, three gradations of crop residues volume (low, normal and high) can be selected. For the contents of a normal amount of crop residues, the basic figures are used. For quantities lower and higher than normal, the amount is reduced or increased with a third respectively. The amount of nitrogen that is released for the following cultivation is set at on average of 50% of the N-content of the crop residue from the previous crop in the same year.

The amount of nitrogen a cover crop can release, was estimated based on field trials conducted by members of the consortium and based on additional literature. Variation on releasing nitrogen is captured within the advisory system by taking into account the type of cover crop (Gramineae, Cruciferae or Leguminosae), the moment of destruction the cover crop (spring or fall) and the development of the cover crop (good - moderate - poor).

To determine the uptake rates and production levels for Flanders, relevant field trials of different cultivars and fertilization experiments of the Flemish extension research stations were selected from the year 2000 up to now. This was done just by keeping these fertilization levels of trials, wherein a normal to good production level was obtained with acceptable product quality. It was also ensured that the selected cultivars also occur frequently in practice.

The basis of the KNS system consists of taking soil samples during the crop cultivation period to obtain the nitrogen releasing by mineralization and leaching losses. A team of experts determined the best possible time to take these samples during cropping period. These are based on the growth pattern of the crop and the technical feasibility.

Because a good advice only comes when the consultant has sufficient information, it is important to have specific field information through an inquiry form. This inquiry form collects agronomic characteristics, field characteristics and fertilization information. By using this inquiry form, it is possible to determine whether a particular factor has an effect on the nitrogen balance and how big this can be. The nitrogen expected from mineralization dependent on pH, % carbon, crop rotation, use of organic manure, cultivation period, ...

Within this project, three existing nitrogen fertilizer recommendation systems in Flanders were evaluated. It concerns the N-INDEX system, KEMA advisory system and the N-balance method. These systems were compared conceptually among each other but also with the Flemish KNS-system. All fertilizer recommendation systems gave a nitrogen fertilization advice based on the initial situation, i.e. nitrogen in the soil at the start of cultivation, or at the time of sampling during the cropping period. Also the history of the field was taken into account based on information requested on the inquiry form (field characteristics, previous crop, fertilization history, ...) when sampling.

The initial situation in which the advice was given, corresponds to the initial situation of nitrogen fertilization trials in the period 2012-2013 at the extension research stations. From these trials, only the soil analysis of the optimal fertilized object was selected for the calculation of the advice for top dressing. The yield (total, marketable or % highest quality) and residual nitrogen at harvest (until rooting depth) are known of these field trials.

By comparing the fertilizer advices to results of the nitrogen fertilization trials, a prognosis of the expected yield and nitrogen residue can be made if a certain advice would be followed.

On average, the nitrogen fertilization advices, generated by the different fertilizer recommendation systems are comparable among each other, especially if based on soil sampling prior to crop cultivation. The average fertilizer advices seems to be comparable if there is only a soil sampling at the beginning of the crop. When additional soil samples are taken during the crop period, i.e. common practice in the Flemish KNS system and N-index, there is little difference between the Flemish KNS and N-index. Within the crops themselves, the variability can be up to 60 kg nitrogen. If the Flemish KNS system with multiple samples is compared with a single sampling of the N-INDEX and N balance, the differences become larger.

The differences between the advice systems is mainly driven by the way the fertilizer advice was calculated. In the Flemish KNS system and N-Index, sampling during crop cultivation can adjust the fertilization advice based on the growing conditions. This allows in many cases to decrease the fertilizer advice.

Niet technische samenvatting

Voor dit project sloegen verscheidene praktijkcentra (Inagro, PCG, PSKW, PCS, PCF en proefcentrum Hoogstraten), de bodemkundige dienst van België, UGent, en ILVO de handen in elkaar. Doel van deze samenwerking was het Duitse KNS-bemestingsstelsel dieper te bestuderen en deze om te bouwen zodat ook voor Vlaanderen een dergelijke handleiding voor handen is.

1.1 Inventariseren Duitse KNS

Vooreerst werden contacten gelegd met de Duitse onderzoeksinstituut IGZ welke het KNS-bemestingsstelsel heeft ontwikkeld. Hiervoor werd contact opgenomen met Matthias Fink. Fink heeft het KNS-bemestingsstelsel omgevormd tot het computerprogramma N-expert. Via dit contact werd in de eerste plaats een toelating bekomen om de basisgegevens te gebruiken en werd verder info verzameld over de achtergrond en werking van het stelsel.

De basis van het Nmin-adviesstelsel werd gelegd door prof. H.C. Scharpf. Via veldexperimenten werden Nmin-richtwaarden vastgesteld voor een 8-tal gewassen. Omdat veldexperimenten teveel werk inhielden werd het stelsel op basis van expertkennis uitgebreid met bijkomende teelten. De berekeningen waren echter erg gecompliceerd. Daarom werd – in een derde fase - het N-expert computerprogramma ontwikkeld waarbij extra experimentele data werden ingevoerd en de benadering van de stikstofmineralisatie werd bijgesteld. Dit programma werd verder ontwikkeld wat aanleiding gaf tot nieuwe uitgaven. Er is een plan om het programma verder te moderniseren. Het stelsel zal draaien op nieuwe software (Java) en zal ook meertalig zijn.

1.2 Hoe is het KNS opgebouwd

De basis van het KNS-stelsel zijn enerzijds de opnamecurves van de verschillende gewassen en anderzijds de tussentijdse bepalingen van het nitraatgehalte van de bodem.

Het bekomen advies is de stikstofopname, bepaald uit de opnamecurves, tussen 2 staalnames of tussen de staalname en het einde van de teelt, plus de buffervoorraad die op moment van staalname minimaal in de grond dient aanwezig te zijn verminderd met de reeds aanwezige hoeveelheid stikstof in de bewortelbare zone.

De grootte van deze buffer is onder normale bodem- en weersomstandigheden voornamelijk afhankelijk van het gewas zelf. Hoe gevoeliger het gewas is voor stikstofgebrek, des te hoger zal de buffer moeten zijn. Bij veel teelten is een hogere buffer nodig bij het begin van de teelt dan in een later teeltstadium, wanneer het gewas het profiel beter heeft doorworteld.

Door de tussentijdse staalnames tracht men zoveel mogelijk zicht te krijgen op onvoorspelbare factoren zoals stikstofmineralisatie en stikstofuitspoeling. Binnen het vernieuwde N-expert stelsel tracht men factoren zoals mineralisatie van stikstof uit de voorteelt of groenbedekker toch in rekening te brengen. Zo stelt men dat 50 tot 60% van de stikstof uit deze voorvrucht lineair zal vrijkomen binnen een termijn van 8-10 weken na onderwerpen afhankelijk van de wijze van vernietigen, onderwerpen (rotoreg, mulchen, onderploegen). De hoeveelheid aan en stikstofgehalten van oogstresten zijn redelijk goed bekend. N-Expert rekent per groeiseizoen en daarmee enkel met gewasresten van het voorgaande gewas in hetzelfde groeiseizoen.

Stikstofvrijstelling uit bodem organische stof kan niet voorspeld worden op basis van bodemkarakteristieken, noch op basis van incubatie-experimenten. Daarom gaat het N-expert stelsel standaard uit van een vrijstelling van 5 kg N per ha per week of 0,72 kg N per ha per dag voor percelen met niet al te intensieve groententeelt en waar geen drijfmest op wordt toegepast.

Binnen het N-expert systeem kan het mineralisatieniveau aangepast worden en wordt verondersteld dat de vrijstelling nagenoeg gelijk is over het ganse groeiseizoen.

1.3 Hoe en waarom dit Duitse KNS vertalen naar Vlaanderen

Het Duitse KNS boek heeft naar Vlaanderen toe een aantal beperkingen. Zo zijn de mineralisatie en de productieniveaus in Vlaanderen niet vergelijkbaar met deze in Duitsland. Ook kleine stikstof giften en de verdeling van stikstof tijdens het groeiseizoen zijn onvoldoende opgenomen binnen het Duitse systeem.

Om een nauwkeurige stikstofbemesting op te maken, is zowel kennis nodig over de totale voedingsbehoefte van de plant als de timing wanneer deze elementen noodzakelijk zijn voor de plant. Het oorspronkelijke handboek van het KNS systeem wijkt echter af naar de huidige Vlaamse productieomstandigheden en rendementen. Door o.a. productievriendelijke rassen is de voedingsbehoefte gewijzigd.

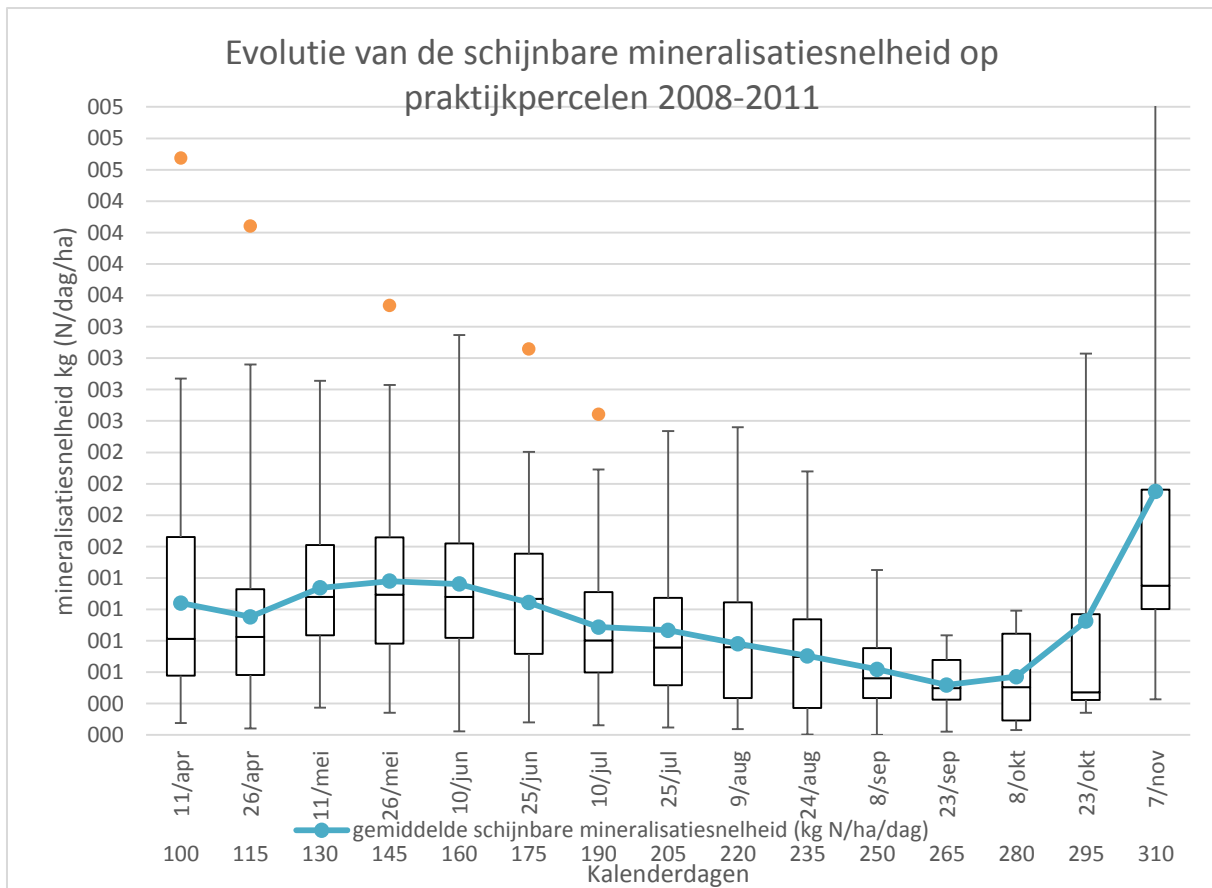
Voor bepaalde groenten dient ook rekening gehouden te worden met de teeltmethode. Voor witte kool kan dit zeer duidelijk gemaakt worden: voor de productie verse markt heeft de kool een stikstofbehoefte van 200 kg N/ha, terwijl voor de industriële productie de stikstofbehoefte oploopt tot 350 kg N/ha. Bij de berekening van de stikstofbemesting moet met dit grote verschil rekening gehouden worden.

Om al deze factoren te integreren in het adviesstelsel werden modulaire tabellen opgemaakt waarbij op basis van de te verwachten productie (afhankelijk van ras, teeltmethode, tijdstip, ...) en de verwachte groeiduur een stikstofbehoefte tot aan de volgende staalname of tot einde teelt kan bepaald worden.

1.3.1 Mineralisatie en vrijstelling uit oogstresten

Binnen het Duitse KNS zitten een aantal factoren zoals mineralisatie en stikstofvrijstelling uit oogstresten en groenbedekkers onvoldoende vervat. Aangezien deze binnen Vlaanderen van belang zijn, werden hiervoor streefwaarden voor Vlaanderen vastgelegd. Dit gebeurde op basis van recent uitgevoerde veldproeven.

Zo werd voor het inschatten van de mineralisatie gebruik gemaakt van de resultaten bekomen uit het stikstofmeetnet. Hierbij werd over een periode van 4 jaar op verschillende percelen de evolutie van stikstof in het bodemprofiel (0-90 cm) veertiendaags gemeten.



In het Vlaamse KNS systeem kan daarom standaard gewerkt worden met een mineralisatiesnelheid van 0.8 kgN/ha/dag. Op arme percelen, waar in het verleden weinig tot geen dierlijke mesten werden opgebracht, lijkt een gemiddelde mineralisatiesnelheid van 0.5 kg N/ha/dag meer aangewezen. Op percelen waar in het verleden veel en regelmatig dierlijk mest werd opgebracht is een mineralisatiesnelheid van 1.0 kg N/ha/dag opportuun.

Voor de stikstofvrijstelling uit oogstresten werd beroep gedaan op bestaande onderzoeken in opdracht van VLM, cijfers uit het mestdecreet en proefresultaten bekomen door leden van het consortium.

Op percelen waar twee of meerdere teelten per jaar worden verbouwd wordt een stikstofvrijstelling uit de oogstresten van de voorafgaande teelt meegerekend in het advies. Via het inlichtingsformulier worden 3 gradaties naar volume van oogstresten opgevraagd (weinig, normaal en veel). Voor de inhouden bij een normale hoeveelheid oogstresten werden de basiscijfers gebruikt. Voor de hoeveelheden weinig en veel werd deze inhoud met respectievelijk 1/3 verminderd en vermeerderd. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt voor de volgteelt wordt vastgelegd op gemiddeld 50 % van de N-inhoud van de oogstrest van de voorafgaande teelt binnen hetzelfde jaar. De categorie 'weinig' komt meestal overeen met een vermarktingswijze voor verse markt en categorie 'veel' meestal met een vermarktingswijze voor industrie.

Over welke hoeveelheid stikstof een groenbedekker kan vrijstellen werd een inschatting gedaan op basis van veldproeven uitgevoerd door leden van het consortium en door bijkomende literatuur. Hoeveel stikstof een groenbedekker kan vrijstellen hangt in de eerste plaats af van de opgenomen hoeveelheid stikstof. Hoeveel stikstof een groenbedekker opneemt hangt af van verschillende factoren. Zo zal in eerste instantie het type groenbedekker van belang zijn, andere factoren zijn zaaitijdstip, beschikbare hoeveelheid nutriënten, bewortelingsdiepte, klimatologische omstandigheden, ... Ook het tijdstip wanneer de groenbedekker stikstof zal vrijstellen kan sterk verschillen. Deze is enerzijds afhankelijk van het tijdstip van onderploegen en wordt anderzijds ook bepaald door het type groenbedekker. Globaal kan gesteld worden dat vlinderbloemigen zeer snel stikstof vrijstellen, gevolgd door de bladrijke groenbedekkers. De grasachtige groenbedekkers zullen o.a. door de hoge C/N-verhouding van hun wortels trager stikstof (en dus later in het groeiseizoen) vrijstellen.

Deze variatie wordt binnen het adviessysteem opgevangen door via het inlichtingsformulier te peilen naar enerzijds het type groenbedekker (grasachtig, kruisbloemig of vlinderbloemig), het moment van inwerken (voorjaar of najaar) en de ontwikkeling van de groenbedekker (goed – matig – slecht). Afhankelijk van het tijdstip van de bodembemonstering kan een gedeelte van de N-vrijstelling van de groenbedekker al inbegrepen zijn in de bepaling van de N-voorraad in het bodemprofiel. Een bodembemonstering tijdens de volgteelt zal een nauwkeurige bepaling van N-vrijstelling bieden.

1.3.2 Bepalen van Vlaamse opnamecijfers, productieniveaus, latente N en optimale bemonsteringstijdstip

Om de opnamecijfers en productieniveaus voor Vlaanderen te bepalen, zijn relevante rassen- en bemestingsproeven van de Vlaamse praktijkcentra vanaf 2000 geselecteerd. Hierbij werden enkel deze proeven weerhouden waarbij een normaal tot goed productieniveau met aanvaardbare productkwaliteit bekomen werd. Hierbij werd tevens gelet dat de geselecteerde cultivars ook frequent in de praktijk voorkomen.

In sommige gevallen waren onvoldoende resultaten beschikbaar om tot een betrouwbare waarde te komen. In deze gevallen is dit cijfer vervangen door gegevens uit andere projecten of buitenlandse cijfers. Bij de meeste proeven werd enkel de vermarktbaar productie bepaald. Om de totale productie te berekenen, werd als basis de verhouding vermarktbaar tov totale productie overgenomen vanuit het KNS handboek, tenzij anders aangegeven. Bij sommige proeven werd zowel de vermarktbaar als totale productie bepaald en dan is er ook met deze gegevens gerekend.

Om op basis van deze producties tot opnameniveaus van stikstof te komen werd de productie vermenigvuldigd door de N-concentratie. Deze werd overgenomen uit KNS handboek, tenzij anders aangegeven.

Om een reëel beeld te krijgen op de hoeveelheid latente N op het einde van de teelt werden proefgegevens van N-trappenproeven van de laatste jaren verzameld. Belangrijk hierbij was dat er een bepaling van residuele stikstof uitgevoerd werd op het einde van de teelt. Ook opbrengst- en kwaliteitgegevens en nitraatresidu in de controleperiode zijn belangrijke parameters om deze oefening te maken. Per proef werden verschillende objecten (trappen) opgenomen in de tabel. Een optimale trap, een nulbemesting, een onder bemeste trap en een over bemeste trap.

De hoeveelheid latente N een bepaald gewas nodig heeft werd geselecteerd op basis van de bekomen opbrengst en kwaliteit van het bepaalde object en er werd ook rekening gehouden met de bemestingsdosis en de bekomen residuele N op het einde van de teelt. Op die manier werd steeds het object weerhouden met een aanvaardbare opbrengst en kwaliteit en de laagste residuele N. Er werd niet gestreefd naar topproducties. Bij de latente N wordt enkel de worteldiepte in beschouwing genomen (30, 60 of 90 cm).

De basis van het KNS-systeem bestaat uit het nemen van tussentijdse grondstalen om zo een zo goed mogelijk zicht te krijgen op de vrijstelling uit mineralisatie en de verliezen door uitspoeling. Door een team van experts werd daarom een optimale periode vastgelegd voor het nemen van deze stalen. Deze zijn gebaseerd op basis van het groeipatroon van het gewas en de technische haalbaarheid.

Teelt	plant	oogst	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33			
Prei	mrt - half apr	jun-jul																																				
Prei	half apr - half juli	aug - feb																																				
prei	half juli - half aug	maart-apr																																				
Bloemkool	mrt - half apr	mei - juni																																				
Bloemkool	half apr - juli	jun-nov																																				
Witte kool	apr - mei	juli - sept																																				
Witte kool	mei - juni	okt - nov																																				
Rode kool	mei - juni	okt - nov																																				
savooikool	apr-mei	juli - okt																																				
savooikool	mei-juni	okt-dec																																				
Bleekselder	half juni - half juli	okt - nov																																				

Grafiek 1. Overzicht van mogelijke periode van staalname voor bijbemesting per teelt en per teeltperiode (week na planten)

Het moment van staalname is sterk afhankelijk van teelt en periode. Zo zal het tijdstip van bemonsteren bij bloemkool 2^{de} vrucht een stuk vroeger liggen dan bij prei. Dit omdat bloemkool vooreerst een kortere teelt is en bloemkool anderzijds in het begin van de teelt bladmassa vormt en op het einde de kool. Bij prei is de teeltduur langer en is de opname in het begin laag door een zwak wortelstelsel, vandaar het latere tijdstip van bemonsteren. Tevens is er een periode tussen staalname voor bijbemesting en de effectieve werking van de toegediende meststoffen bij bijbemesting. De overlapperperiode voor werking van toegediende meststoffen voor bijbemesting werd vastgesteld op 3 weken. Voor sommige gewassen, zoals spinazie of vroege teelt bloemkool, wordt geen bijkomende staalname voorzien. Dit omdat de groeiperiode kort is en omdat een bijkomende bemesting teveel gewasschade zou veroorzaken.

1.3.3 Vlaamse KNS-tabellen

Onderstaande tabel is een aangepaste tabel met Vlaamse gegevens, in de veronderstelling van geen groeistilstand. Er wordt aangegeven vanaf welke week de bodemvoorraad tot een bepaalde diepte moet beschouwd worden. De bemonstering dient in dit opzicht in die periode dan ook tot op deze diepte worden uitgevoerd.

De opnameniveaus per week werden recht evenredig aangepast door lineaire extrapolatie op basis van de opbrengstgegevens. In functie van het aantal weken na planten wordt de effectieve noodzakelijke hoeveelheid N in de laag 0-30, 0-60 of 0-90 cm aangegeven.

Bloemkool									
Plant/zaai: half apr - juli; Oogst: jun-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 80									
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	1	4	8	20	42	64	57	32	12
cumulatieve N-opname	1	5	12	33	75	139	196	228	240
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	219	218	214						
streefwaarde N-voorraad (0-60)				308	287	245	181	124	92

In geval van bloemkool 2^{de} vrucht is de tabel als volgt te interpreteren.

De streefwaarde bij het begin van de teelt is de som van de N-opname van de eerste 6 teeltweken vermeerderd met de benodigde hoeveelheid latente stikstof, verminderd met het verschil in latente stikstof tussen het begin van de teelt en het moment van staalname voor bijbemesting. Voor week 2 en 3 is de streefwaarde van week 1 verminderd met de reeds opgenomen stikstof. De streefwaarde is gebaseerd op een extra staalname tijdens de teelt in week 3 à 4 na planten. Zo kan tijdens week 4 à 5 een bijbemesting worden uitgevoerd (er wordt ± 1 week voorzien voor de analyse met bijhorend advies). De streefwaarde in week 4 is de som van de opname van week 4 tot einde teelt vermeerderd met de benodigde hoeveelheid latente stikstof in week 4, verminderd met het verschil in latente stikstof tussen de staalname voor bijbemesting en einde teelt. Op die manier is het inderdaad zo dat de opnames van week 4, 5 en 6 zowel in de streefzone van week 1 als van week 4 zijn opgenomen. Dit is noodzakelijk om de periode tussen staalname en bijmesten (of beter nog beschikbaarheid van de nutriënten na bijmesten) te overbruggen. De overlapping zorgt niet voor problemen naar advisering toe aangezien de streefwaarde wordt verminderd met de nog beschikbare stikstof in het bodemprofiel. Dus stel dat in week 4 een bodemstaal wordt genomen, zal de stikstof voor week 5 die reeds was voorzien in de streefwaarde bij het begin van de teelt nog gemeten worden in het profiel en bijgevolg verminderd worden van de streefwaarde van 308 eenheden werkzame N in week 4.

Het uiteindelijke advies wordt bekomen door de streefwaarde voor de desbetreffende week te nemen en dit te verminderen met de aanwezige bodemvoorraad in de bewortelbare zone, de te verwachten mineralisatie en eventuele vrijstelling uit oogstresten of groenbedekker.

Advies = streefwaarde – bodemvoorraad – mineralisatie (- N oogstresten of groenbedekker).

1.3.4 Inlichtingsformulier

Een goed advies komt pas tot stand als de adviesverlener over voldoende informatie beschikt. Daarom is het van belang over bepaalde percelen specifieke informatie te beschikken. Via een inlichtingsformulier worden minstens volgende factoren bevroegd:

Teelt technisch

- Voorteelt:
 - Teelt
 - Oogstdatum
 - Oogstresten ondergewerkt op moment staalname: ja – nee
 - Datum inwerken oogstresten
 - Volume oogstresten (weinig, normaal, veel)
 - In geval van groenbedekker
 - Soort
 - Stand: slecht – matig – goed
 - Ondergewerkt op moment staalname : ja – nee
 - Datum inwerken groenbedekker
- Huidige teelt:
 - Teelt
 - Ras
 - Zaai/plantdatum
 - Verwachte oogstdatum
 - Te verwachten opbrengst

Bemesting

- Bemesting:
 - Organisch (huidig jaar en vorig jaar)
 - Type
 - Dosis
 - Samenstelling
 - Datum toediening
 - Anorganische (huidig jaar)
 - Type
 - Samenstelling
 - Dosis
 - Datum toediening

Perceel

- Perceel kenmerken
 - pH
 - koolstofpercentage
 - textuur

- rotatie: akkerbouw - groenteteelt
- gebruik perceel: stalmest – groenbedekker
- toestand perceel: normaal - verdicht
- vroegere weide?
 - Jaar van scheuren

Via deze informatie is het mogelijk na te gaan of een bepaalde factor invloed heeft op de stikstofballans en hoe groot deze kan zijn. Zo zal de te verwachten stikstof uit mineralisatie afhankelijk zijn van pH, % koolstof, rotatie van het perceel, jaar van scheuren, gebruik van organische mest, teeltperiode, ...

Ook het gebruik van groenbedekkers en de voortelt zal van invloed zijn naar het stikstof leverende vermogen van de bodem gedurende de teelt. De staalnemers van het labo zien erop toe dat de landbouwer al deze informatie meegeeft op het inlichtingsformulier.

1.3.5 Adviesrapport

Het rapport met het bemestingsadvies voor groenteteelt wordt samengesteld op basis van minstens volgende factoren:

- N-behoefte van de betreffende teelt op basis van bruto-productie
- Resultaat van de stikstofanalyse, minstens volgens wortelingsdiepte en uitgedrukt in kg NO₃-N/ha en in kg NH₄-N/ha
- Vrijstelling van stikstof via mineralisatie
 - uit bodem organische koolstof,
 - oogstresten,
 - groenbedekkers,
 - organische bemesting
- overige aanvoer of afvoerposten van N (depositie, verliezen) voor zover deze niet inherent deel uitmaken van de opbouw van een bepaald systeem*
- de voor de teelt in kwestie aanbevolen hoeveelheid werkzame stikstof, het eigenlijke bemestingsadvies

*de bijstelling van het KNS systeem is erop gericht om te werken met tussentijdse staalnames. Hierdoor worden de posten N-depositie en N-verlies meebepaald via de N-bepaling van de bodem.

Het rapport bevat ook een verwijzing naar een verklarende nota betreffende het advies. In deze verklarende nota wordt aangegeven hoe de analyseresultaten dienen geïnterpreteerd te worden. Verder wordt een voorbeeld gegeven van een concrete invulling van een advies met bijhorende mogelijkheden om de bemesting uit te voeren (= best passende toepassingstechnieken).

1.4 Inventariseren van bestaande adviessystemen in Vlaanderen

1.4.1 N-INDEX

De N-INDEX is een expertsysteem ontwikkeld door de Bodemkundige Dienst voor de berekening van perceelsspecifieke stikstofbestedingsadviezen voor akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten, fruitteelt en weiland, op basis van een minerale-stikstofanalyses.

De N-INDEX geeft aan hoeveel stikstof er in de loop van het groeiseizoen ter beschikking komt van de teelt. Omdat niet alleen rekening wordt gehouden met de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem op het moment van staalname, maar ook met de verwachte stikstofmineralisatie in de eerstvolgende maanden, kan een nauwkeurig stikstofbestedingsadvies gegeven worden.

Het N-index systeem is gebaseerd op 18 factoren welke onder te verdelen zijn in 3 grote groepen.

(1) Factoren die de reeds beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de bodem op het moment van de staalname weergeven en de hoeveelheid stikstof die op het moment van de staalname al opgenomen is door het gewas. De hoeveelheid beschikbare minerale stikstof in de bodem wordt gemeten door de minerale-stikstofanalyse. De reeds opgenomen stikstof door het gewas op het ogenblik van staalname wordt hoofdzakelijk bepaald door de teelttechniek en door de ontwikkeling van het gewas.

(2) Factoren die bepalen hoeveel minerale stikstof er zal geleverd worden door de bodem gedurende het groeiseizoen. Dit is de stikstof die door mineralisatie vrijgesteld wordt uit bodemhumus, oogstresten, groenbemesters en reeds toegediende organische meststoffen. Het hele mineralisatieproces wordt geëvalueerd door de somming van verschillende deelprocessen die bijdragen tot de totale mineralisatie. Elk deelproces komt overeen met een factor in de berekening van de N-INDEX.

(3) Factoren die resulteren in een verminderde beschikbaarheid van minerale stikstof gedurende het groeiseizoen: lage pH, uitspoeling, vervluchtiging, denitrificatie en afspoeling.

$$\text{N-INDEX} = \underbrace{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + x_{18}}_{\substack{(1) \quad (2) \quad (3)}}$$

Voor het berekenen van al deze factoren moet de voorgeschiedenis van het perceel goed gekend zijn. Hiervoor worden heel wat vragen gesteld bij de staalname en worden de antwoorden genoteerd op het inlichtingsformulier van het perceel. Aan de hand van deze gegevens, samen met de analyseresultaten uit het laboratorium, wordt de N-INDEX berekend.

De berekening van het stikstofbestedingsadvies op basis van de N-INDEX wordt als volgt geformuleerd:

$$\text{N-bestedingsadvies } Y = A - b * \text{N-INDEX}$$

A is de totale stikstofbehoefte van de teelt, welke voor de meeste vollegrondsgroenten op een iets hoger niveau ligt dan de totale N-opname bij de oogst. Voor de vollegrondsgroenten wordt rekening

gehouden met raskenmerken (specifieke stikstofbehoefte van elk ras, bv. legergevoeligheid van spruitkool) en het groeiseizoen (vroeg groenten, zomergroenten, wintergroenten, ...).

De waarden A en b werden afgeleid uit veldproeven. Voor groenten is momenteel b steeds gelijk aan 1. Bijkomend proefveldonderzoek is nodig om na te gaan of tussen de vollegrondsgroenten hier een differentiatie kan gemaakt worden.

1.4.2 KEMA adviessysteem

De Bodemkundige Dienst heeft voor bepaalde openluchtteelten (bv. aarbei, boomkwekerij) en grondteelten onder kap een wetenschappelijk onderbouwd adviessysteem nl. Het KEMA-systeem. KEMA staat voor: **K**ontroler van de **E**volutie van de **M**ineralen en hun **A**ccumulatie. Een KEMA-analyse is een standaardgrondontleding met bijkomende bepaling van zout en minerale stikstof.

De nodige input voor het KEMA-expertsysteem kunnen in drie categoriën, analoog aan de input nodig voor N-INDEX, worden ingedeeld:

- bodemanalysegegevens die de bodemvruchtbaarheid van het perceel weergeven: via een bodemstaalname worden in de bodemlaag 0-30 cm de grondsoort, het koolstofgehalte, EC, minerale N, P, K, Mg, Ca en Na bepaald.
- perceelsinformatie om de nutriëntendynamiek in de bodem te bepalen: elk grondstaal wordt vergezeld van een inlichtingsformulier met informatie omtrent het perceel en zijn voorgeschiedenis (bv. voorteelt, bemesting, bekalking, etc.)
- informatie over de teelt waarvoor een bemestingsadvies gewenst is: teelt, zaai- of plantdatum, eventuele berekening of bedruppeling, al dan niet uitvoeren van vloeibare bemesting.

Naar advies toe vormen de analyseresultaten de basis voor de bemestingsadviezen. Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen de voorraadbemesting (uitgedrukt in kg N/are) en de bijbemesting (uitgedrukt in kg N/are).

Voor de voorraadbemesting bedraagt de te adviseren hoeveelheid N:

$$\text{KEMA-advies (kg N/are)} = (A-B)/100$$

waarbij A = aanvulwaarde in kg N/ha, teeltafhankelijk
B = gehalte N in 0-30 cm, in kg N/ha

Dit berekende advies wordt indien nodig nog verder verfijnd/aangepast door de expert-adviseur (bv. rekening houdend met de plant- of zaaidatum of met recente organische bemesting).

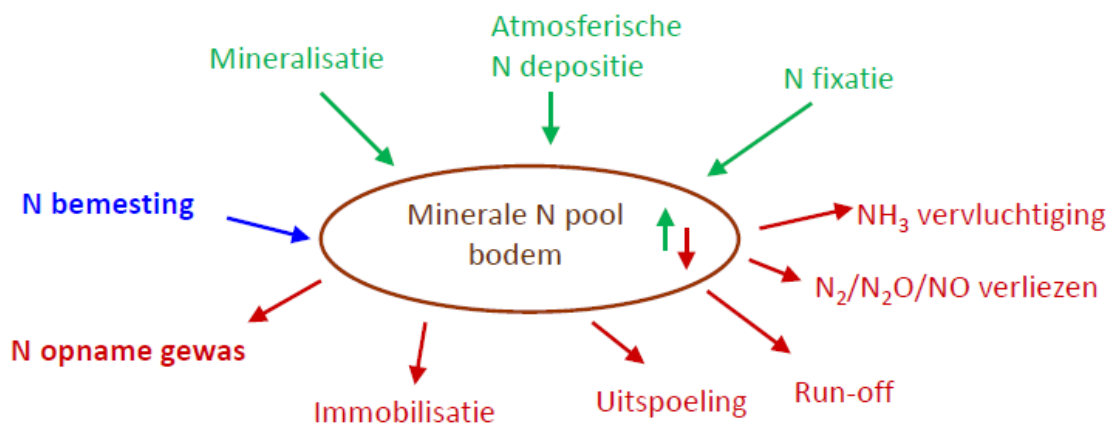
Voor de bijbemesting van teelten in openlucht bedraagt de te adviseren hoeveelheid N minder dan bij de voorraadbemesting. De aanvulwaarde wordt verlaagd in functie van de hoeveelheid stikstof die het gewas reeds heeft opgenomen.

1.4.3 N-balans

Het N balanssysteem is gebaseerd op de minerale N balansmethode ontwikkeld aan de vakgroep Bodembeheer van de UGent (Hofman et al. 1981; Van Cleemput et al. 1981; Hofman 1983). De N-balansmethode bestaat in verschillende varianten en wordt in de praktijk in Vlaanderen gebruikt bv. door de vakgroep Bodembeheer van de UGent en door Inagro.

Het N-advies volgens de N balansmethode is steeds gebaseerd op een analyse van de minerale stikstof in de bodem. Daarnaast worden een aantal teelttechnische, bodemkundige en historische gegevens van het perceel opgevraagd.

Aan de aanvoerszijde van de balans worden alle componenten begroot die voor de plant beschikbaar zijn of beschikbaar komen tijdens het groeiseizoen. Aan de afvoerszijde bevinden zich de benodigde stikstofhoeveelheden voor een vooropgestelde opbrengst, het latent mineraal N relikwat in de bewortelbare zone (in feite geen echte afvoer) en de mogelijke N verliezen tijdens het groeiseizoen. Deze N verliezen moeten uiteraard zo minimaal mogelijk gehouden worden, bv. door een gepaste keuze van het type meststof en de toedieningswijze in functie van het bodemtype en het gewas. De verschillende componenten in de balans worden schematisch voorgesteld in onderstaande figuur.



Aanvoerszijde:

- Nmin-reserve in de bodem, bepaald door bodemstaalname in de laag 0-30 cm, 0-60 cm of 0-90 cm afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het te telen gewas.
- Nmin-levering uit oogstresten;
- Nmin-levering uit groenbedekker;
- Nmin-levering uit organische stikstofmeststoffen toegediend tijdens het vorige teeltjaar;
- Nmin-levering uit organische stikstofmeststoffen toegediend tijdens het huidige teeltjaar;
- Nmin-levering uit organisch bodemmateriaal;
- Atmosferische N depositie wordt meestal niet in rekening gebracht, maar kan gemakkelijk in het systeem ingevoerd worden.

Afvoerszijde:

- N-behoefte van het gewas (N-opname);
- latente minerale Nmin-reserve (of N-buffer), d.i. de hoeveelheid minerale N die over de bewortelingsdiepte aanwezig moet zijn bovenop de maximale N opname door het gewas om een optimale stikstofopname door het gewas te garanderen;
- N-verliezen tijdens het groeiseizoen

De (minerale) N-bemesting is de resultante van deze balans. Wanneer de N-balans negatief is moet er dus bijkomend bemest worden met een minerale N meststof. Bij het N-advies kan afhankelijk van de teelt ook een voorstel voor gefractioneerde toediening worden geformuleerd. De verhouding tussen de fracties is teeltafhankelijk en kan tevens variëren naargelang de verdeling van het beschikbaar stikstof in het bodemprofiel (tussen de lagen 0-30 cm en 30-60 cm diepte).

Het N-balanssysteem levert een toe te dienen stikstofhoeveelheid voor de volledige teeltperiode als resultaat. Afhankelijk van het gewas wordt een fractionering van de totale N-gift geadviseerd. Ook adviesberekening na een tussentijdse staalname is mogelijk.

1.5 Vergelijking van de geïnventariseerde adviessystemen binnen Vlaanderen.

De wijze waarop het bijgestelde Vlaams KNS-systeem functioneert om tot een advies te komen wordt vergeleken met de werkwijze van de geïnventariseerde systemen (N-index, KEMA en N-balans). Het duiden van sterktes en zwaktes voor de verschillende systemen zal enkel conceptueel gebeuren. Zo zullen de belangrijkste onderdelen van de stikstofcyclus en hun belang binnen de verschillende adviessystemen besproken worden.

Volgende items worden besproken:

1. Stikstofopname gewas
2. Stikstofreserve in de bodem
3. N-vrijstelling door mineralisatie uit organische bemesting, gewasresten, groenbedekkers en organisch bodemmateriaal
4. Minerale N-verliezen, N-depositie en N-fixatie

1.6 Vergelijking van de geïnventariseerde adviessystemen op eenzelfde beginsituatie

Door de verschillende adviessystemen werd een advies gegeven op een bepaalde beginsituatie, nl. de stikstofvoorraad in de bodem bij de start van de teelt of op het moment van bijbemesting. De voorgeschiedenis van het perceel was gekend aan de hand van de gegevens gevraagd op het inlichtingsformulier (perceel kenmerken, voortteelt, bemestingshistoriek, ...).

De manier waarop advies gegeven werd, hangt af van het adviessysteem. N-balans berekent bij de start van de teelt een advies voor de volledige teelt tot aan de oogst. Hier wordt niet gewerkt met een bijbemesting.

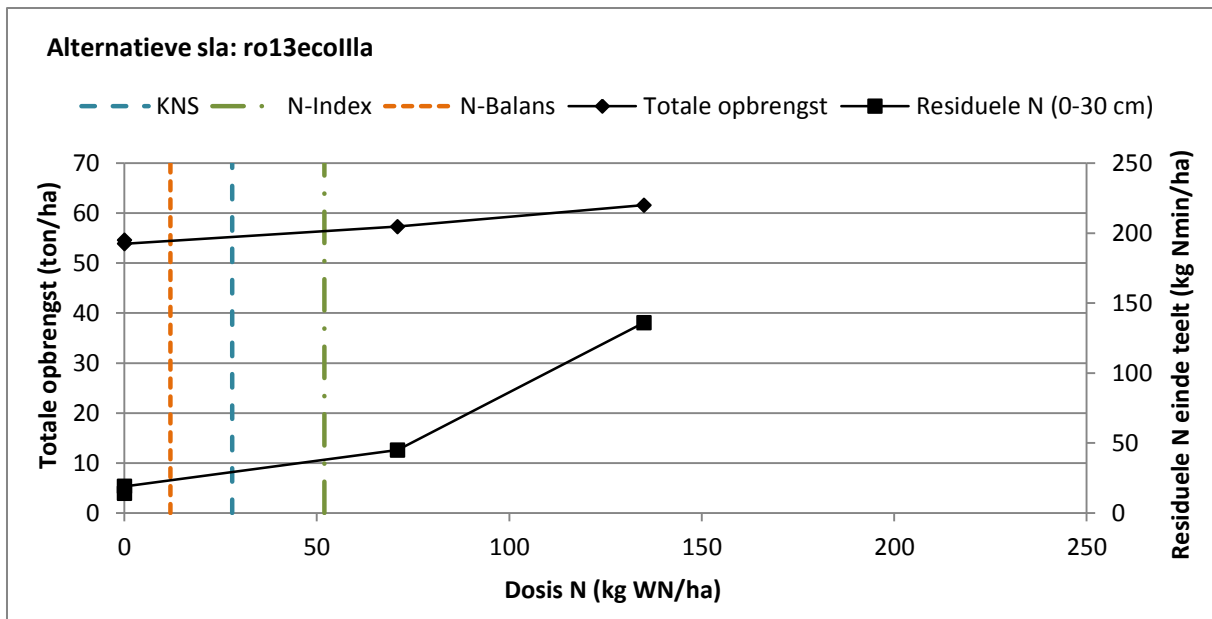
Het KNS-systeem geeft advies voor een bepaalde periode op basis van de staalname bij de start van de teelt. Dit kan afhankelijk van de teelt een aantal weken zijn ofwel tot de oogst. De dosis van de bijbemesting na X-aantal weken is terug gebaseerd op een staalname en analyse (d.i. een nieuwe beginsituatie).

N-index berekent bij de start van de teelt een al dan niet gefractioneerd advies voor de volledige teeltperiode. Op basis van een staalname tijdens de teelt (d.i. een nieuwe beginsituatie) wordt door N-index opnieuw een advies geformuleerd. Dit kan dienen om het eerste advies op basis van de staalname bij de start van de teelt, bij te sturen. Op die manier werden voor bepaalde teelten in deze oefening twee verschillende adviezen geformuleerd door N-index.

Door de verschillende adviessystemen werd aangegeven in welke mate de factoren mineralisatie, N-nalevering uit oogstresten, groenbedekkers en dierlijke mest toegediend voor de staalname in rekening gebracht werden.

1.6.1 Evaluatie adviezen

De beginsituatie waarop de adviezen gegeven werden, komt overeen met de beginsituatie van N-trappenproeven die in de periode 2012-2013 aanlagen op de praktijkcentra. Van deze trappenproeven werd voor deze oefening de bodemanalyse van het optimaal bemeste object weerhouden voor de berekening van de adviezen tijdens de teelt. Van deze N-trappenproeven is per bemestingsdosis de opbrengst (totale, vermarktbaar of % hoogste kwaliteit) en residuele stikstof na de oogst (over de bewortelingsdiepte) gekend.



Door de gegeven adviezen voor te stellen ten opzichte van de toegediende stikstoftrappen, kan een inschatting (in grootteorde) gemaakt worden van de te verwachten opbrengst en stikstofresidu indien een bepaald advies zou gevolgd worden. Wegens te weinig gegevens per proef was het niet mogelijk regressie uit te voeren op de gegevens. Bijgevolg is de uitkomst van deze oefening eerder een inschatting of een bepaald advies zou kunnen leiden tot opbrengstderving of een overmaat aan residuele stikstof eerder dan een voorspelling van wat de opbrengst en de residuele stikstof dan wel zouden geweest zijn.

De verschillen tussen de adviezen komen voornamelijk tot stand door de manier waarop het advies opgesteld werd. Bij het Vlaams KNS-systeem en bij N-Index kunnen staalnames tijdens de teelt het advies voor bijbemesting bijsturen op basis van de groeiomstandigheden.

N-balans werkt niet via staalnames voor bijbemesting en heeft de mogelijkheid niet om het advies bij te sturen tijdens de teelt.

Voor de behandelde proefvelden 2012-2013 is duidelijk dat er meerdere situaties zijn, waarbij N-Index een tweede staalname tijdens de teelt een lagere bijbemesting adviseerde dan deze voorzien bij een staalname voor de teelt. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat mineralisatie op de percelen vlotter verliep vlotter dan initieel berekend. Deze mineralisatie is uiteraard jaarsafhankelijk omdat de vochtvoorziening tijdens het groeiseizoen hierin een belangrijke rol speelt.

Extended English summary

For this project several extension research stations (Inagro, PCG, PSKW, PCS, PCF and extension research station of Hoogstraten), the Soil Service of Belgium, Ghent University, and ILVO are joining their forces. The aim of this collaboration was to study the German KNS-fertilization system more deeply and reshape it in a manual for Flanders.

1.1 Inventory of the German KNS

First contacts were established with the German research institute IGZ that has developed the KNS-fertilizer system. Therefore Matthias Fink was contacted. Mr. Fink has transformed the KNS-fertilization system into the computer based N-expert system. Through this contact, in the first place an authorization to use the basic data was obtained. Furthermore, additional information has been gathered about the background of the system.

The basis of the Nmin-advice system was established by Prof. HC. Scharpf. Based on field experiments Nmin-values of 8 crops were determined. Because field experiments entailed too much work expert knowledge was used for additional crops. The calculations however were very complicated. Therefore - in a third phase - the N-expert computer program was developed in which additional experimental data were introduced and the approach of the nitrogen mineralization was adjusted. This program was developed, which gave rise to new versions. There is a plan to modernize the program. The system will run on new software (Java) and will also be multilingual.

How is the KNS composed?

The basis of the KNS System are the N-uptake curves of different crops and intermediate analyzes of the nitrate content of the soil.

The obtained advice is the nitrogen uptake, determined from the N-uptake curves between two sampling times or between the sampling and the end of cultivation, increased by the minimum buffer stock at the time of sampling reduced by the amount of nitrogen available in the rooting depth.

The size of this buffer is under normal soil and weather conditions, mainly depending on the crop itself. More sensitive crops for nitrogen deficiency will have a higher buffer. Many crops require a higher buffer at the beginning of the cultivation than in a later stage of cultivation, when the crops have rooted the soil better.

The mid-sampling gives insight into unpredictable factors such as nitrogen mineralization and nitrogen leaching. The new N-expert system tries to include factors such as mineralization of nitrogen from the previous crop or cover crop. The system figures that 50 to 60% of the nitrogen from the previous crop will be linearly released within a period of 8-10 weeks after incorporation, depending on the method of destruction and incorporation (rolling harrow, mulching, plowing). The contents of nitrogen of crop residues are fairly well known. N-Expert calculates by growing seasons and thus only with crop residues from the previous crop in the same growing season.

Release of nitrogen from soil organic matter cannot be predicted based on soil characteristics, or based on incubation experiments. Therefore, the N-expert system uses a release of 5 kg N per ha per week or 0.72 kg N per ha per day for fields with a not too intensive vegetable production and in where is no manure is applied. Within the N-expert system the mineralization level can be adjusted and it is assumed that the N release is nearly equal over the entire growing season.

1.2 How and why this German KNS translate into Flemish circumstances?

The German KNS book does have some limitations towards Flanders. For example mineralization and production levels in Flanders are not comparable to those in Germany. Also small gifts of nitrogen and nitrogen distribution during the growing season are insufficiently included within the German system.

In order to make an accurate nitrogen fertilization, both knowledge about the total nutritional needs of the plant and the timing when these elements are necessary for the plant is necessary. The original manual of the KNS system is different to the current Flemish production conditions and yields. The nutritional requirements are changed by achieving more productive varieties.

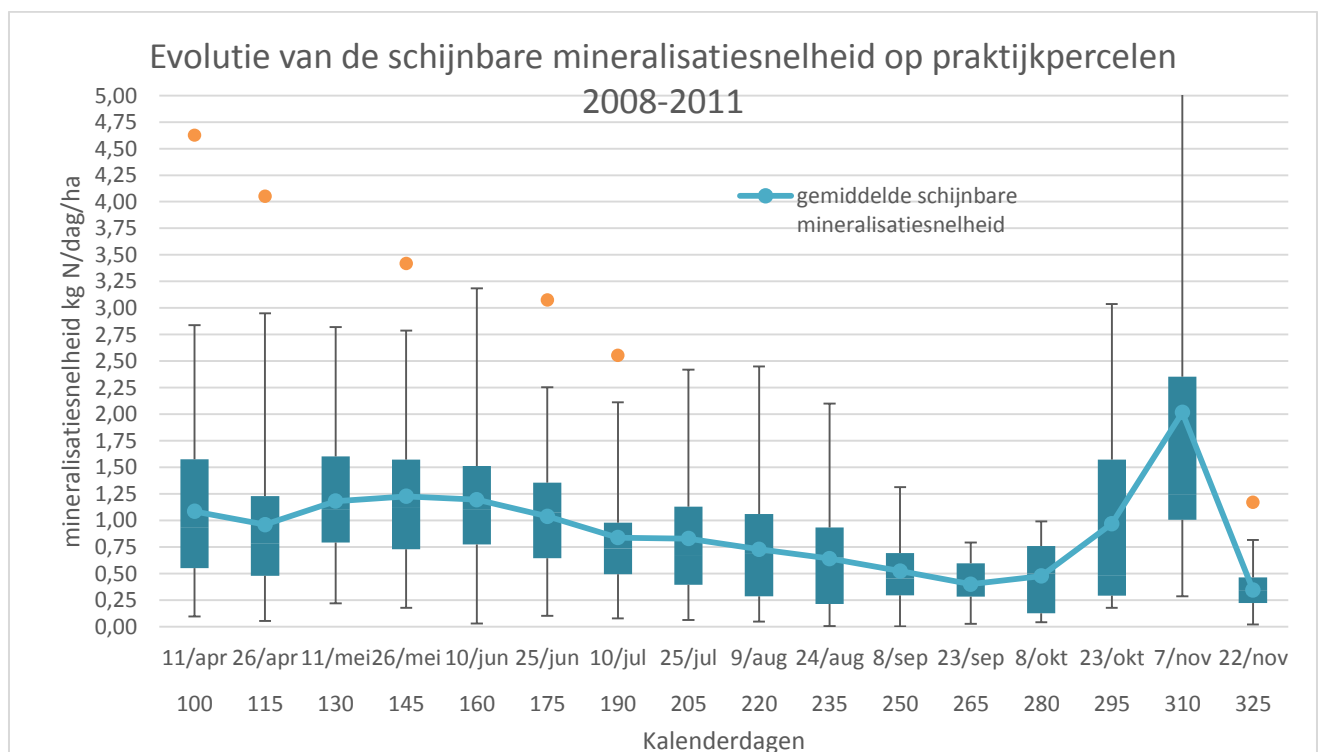
For certain vegetables the cultivation method should be taking into account. This can be explained for white cabbage: for the production of fresh market cabbage the nitrogen requirement is 200 kg N / ha, while for the industrial production the nitrogen requirement increases to 350 kg N / ha. Within the calculation of the nitrogen advice this difference should be taken into account.

To integrate all these factors in the advisory system, modular tables have been prepared which, based on the expected production (depending on variety, cultivation time, ...) and the expected growth period, a nitrogen requirement until the next sampling or until the harvest can be determined.

1.2.1 Mineralization and release of nitrogen from crop residues

Within the German KNS, a couple of factors such as mineralization and nitrogen release from crop residues and cover crops are insufficiently included. Since these are important in Flanders, these target values for Flanders have been defined. This was based on recent field experiments.

For estimating the mineralization, the results obtained from the nitrogen monitoring network were used. Every 14 days over a period of 4 years the evolution of nitrogen in the soil profile (0-60 cm) on different plots was measured in the nitrogen monitoring network.



In the Flemish KNS system a standard mineralization rate of 0.8 kg N / ha / day can be used in the calculation of the fertilization advice. On poor fields where in the past no or only a small amount of manure was applied, an average mineralization rate of 0.5 kg N / ha / day seems more appropriate.

On plots where in the past regularly a lot animal manure was applied, a mineralization rate of 1.0 kg N / ha / day is expected.

For the nitrogen release from crop residues there was made use of existing studies on behalf of VLM, figures from the manure decree and experimental results obtained by members of the consortium.

On fields where two or more crops per year are grown, the nitrogen release from the crop residues from the previous crop are included in fertilizer advices. On the inquiry form required at soil sampling for fertilizer advice, three gradations of crop residues volume (low, normal and high) can be selected. For the contents of a normal amount of crop residues, the basic figures are used. For quantities lower and higher than normal, the amount is reduced or increased with a third respectively. The amount of nitrogen that is released for the following cultivation is set at an average of 50% of the N-content of the crop residue from the previous crop in the same year. The category 'low' usually corresponds with marketization for fresh market and the category 'many' usually with marketization for industry.

An estimate has been made based on field trials conducted by members of the consortium and additional literature about which amount of nitrogen a cover crop may release. The amount of nitrogen that can be released by a cover crop depends in the first place on the nitrogen content of the cover crop. The amount of nitrogen uptake of a cover crop depends on several factors. Initially the type of cover crop is important, other factors are sowing time, amount of available nutrients in the soil, rooting depth, climatic conditions, ... Also the moment of nitrogen release can vary widely. This is partly depending on the time of plowing and is also been determined by the type of cover crop. Roughly can be concluded that Leguminosae rapidly exempt nitrogen, followed by the Cruciferae. The grassy cover crops release slower (and later in the growing season) nitrogen because of the high C / N ratio of their roots.

Variation on releasing nitrogen is captured within the advisory system by taking into account the type of cover crop (Gramineae, Cruciferae or Leguminosae), the moment of destruction the cover crop (spring or fall) and the development of the cover crop (good - moderate - poor). Depending on the moment of the soil sampling a part of the N-release of the cover crop may already be included in the analysis of the N-content of the soil profile. Soil sampling during the cultivation will provide an accurate determination of N-release from the cover crop.

1.2.2 Determining Flemish uptake figures, production levels, latent N and optimal sampling time

To determine the uptake rates and production levels for Flanders, appropriate varieties and fertilization experiments of the Flemish extension research stations were selected since the year 2000. Only the trials with a normal to good production level with an acceptable product quality were selected. By this, it was also ensured that the selected cultivars occur frequently in practice.

In some cases insufficiently results were available to come to a reliable value. In these cases, the figure is replaced by data from other projects or international literature.

In most trials, only the marketable production was determined. The basis to calculate the total production was the ratio between total and marketable production taken from the KNS handbook, unless otherwise indicated. In some experiments both marketable and total production was determined, in that case these data has been used.

In order to achieve uptake levels of nitrogen, on the basis of these productions, the production was multiplied by the N-concentration. This was taken from the KNS manual, unless otherwise indicated.

To get a realistic view on the amount of latent N at the end of the growing season data of nitrogen fertilization trials of recent years were collected. It was important that a determination of residual nitrogen was performed at the end of cultivation. Also, yield and quality data, and nitrate in the control period are important parameters to make this exercise. Per test different objects (N

1.2.3 Flemish KNS tables

The following table is a concept table with Flemish data, assuming there is no disturbance of growth. It is indicated from which week the soil reserve to a certain depth should be considered (underlined and indicated in red). The sampling during that period should therefore be implemented at this depth.

Uptake levels each week were proportional adjusted by linear extrapolation based on the yield data. In function of the number of weeks after planting, the required effective amount of N in the layer of 0-30, 0-60 or 0-90 cm is indicated.

Bloemkool									
Plant/zaai: half apr - juli; Oogst: jun-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 80									
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	1	4	8	20	42	64	57	32	12
cumulatieve N-opname	1	5	12	33	75	139	196	228	240
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>195</u>	194	190						
streefwaarde N-voorraad (0-60)				<u>308</u>	287	245	181	124	92

In case of cauliflower the table has to interpret as follows.

The target value at the beginning of the cultivation is the sum of the N-uptake of the first 5 cultivation weeks, plus the necessary amount of latent nitrogen, minus the difference in latent nitrogen between the beginning of the cultivation and the time of sampling for additional fertilization. For weeks 2 and 3 the target value is these of the week before minus the nitrogen uptake of the previous week. The target value is based on an additional sampling period during the cultivation in week 3 or 4 after planting. In this way it is possible to conduct a top dressing at week 4 to 5 (there is ± 1 week counted for the analysis with corresponding advice). The target value at week 4 is the sum of the N-uptake from week 4 till the yield plus the amount of latent nitrogen in week four, minus the difference between latent nitrogen at the sampling for top dressing and the yield. In this way, week 4 and 5 are both counted in the target zone of week 1 and week 4. This is necessary for having enough time between sampling and the application of the fertilizer (or even better availability of nutrients from the fertilizer). The overlap does not cause problems in the advice because the target value is reduced by the still available nitrogen in the soil profile. If the soil sample is taken in week four, the nitrogen for week 5 which was already provided in the target at the start of the cultivation will still be measured in the profile and will be reduced from the target of 308 units N in week 4.

The final advice is obtained by taking the target value for that week and reduce this with the present nitrogen in the rooting area of the soil, the expected mineralization and possible exemption from crop residues or cover crops.

Advice = target value - soil stock - mineralization (- N crop residues or cover crops).

1.2.4 Inquiry form

A good advice can only be calculated if the consultant has sufficient information. Therefore, it is important to have specific information about some fields. Through an inquiry form at least the following factors are surveyed:

Culture techniques

- *Previous crop:*
 - *Crop*
 - *Harvesting date*
 - *Crop residues incorporate at moment of sampling: yes – no*
 - *Date of incorporation of crop residues*
 - *Volume of crop residues (low, normal and high)*
 - *In case of cover crops*
 - *Variety*
 - *Crop size: low, normal and high*
 - *Incorporate at moment of sampling: yes – no*
 - *Date of incorporation*
- *Common crop:*
 - *Crop*
 - *variety*
 - *Date of sowing/planting*
 - *Expected harvesting date*
 - *Expected yield*

Fertilization

- *Fertilization:*
 - *Organic (present and last year)*
 - *Type*
 - *Dose*
 - *Composition*
 - *Application date*
 - *Anorganic (present year)*
 - *Type*
 - *Dose*
 - *composition*
 - *Application date*

Field

- *Field features*
 - *pH*
 - *Carbonate*
 - *Soil texture*
 - *Rotation: arable – vegetable*
 - *Field use: farmyard manure – cover crops*
 - *Field condition: normal – compacted*
 - *Former meadow?*
 - *Year of soil cutting*

Through this information it is possible to determine whether a particular factor has an effect on the N-balance and how big this can be. The nitrogen released by mineralization depends on pH,% carbon, rotation of the field, use of organic manure, cultivation period, ...

The use of cover crops and the previous crop will affect the nitrogen-supplying capacity of the soil during the cropping period. The soil sampler shall ensure that the farmer gives all this information on the inquiry form.

1.2.5 Advice report

The report containing the fertilizer advice for vegetables is compiled on the basis of at least the following factors:

- *N-requirement of the relevant crop based on gross production*
- *Result of the nitrogen analysis, at least according to rooting depth and expressed in kg NO₃-N / ha and kg NH₄-N / ha*
- *Release of nitrogen by mineralization*
 - *From soil organic carbon*
 - *Crop residues*
 - *Cover crops*
 - *Organic fertilization*
- *other supply and output posts of N (deposition, losses) if they aren't already included in the system*
- *The recommended amount of active nitrogen for the given crop, the actual fertilizer advice*

** The upgrade of the KNS system is designed to work with intermediate sampling. As a result, the N-deposition and nitrogen losses also be determined by the determination of nitrogen in the soil.*

The report will also contain a reference to an explanatory note of the advice. This explanatory note shows how the analysis should be interpreted. Furthermore, an example of a concrete implementation of an advice with corresponding possibilities to carry out the fertilization (= most appropriate application techniques) is given.

1.3 Evaluation of other existing advisory systems in Flanders

1.3.1 N-INDEX

The N-INDEX is an expert system developed by Soil Service of Belgium for calculation of field-specific nitrogen fertilization recommendations for arable crops, vegetables, fruit cultivation and pasture, based on mineral nitrogen analyzes. The N-INDEX indicates how much nitrogen becomes available for the crop during the growing season. Not only the amount of mineral nitrogen in the soil at the time of sampling is taken into account, also the expected nitrogen mineralization in the coming months.

The N-index system is based on 18 factors which can be divided in three large groups.

- I. Factors influencing the amount of available mineral nitrogen in the soil at the time of sampling, and the amount of nitrogen uptake by the crop at the time of the sampling. The amount of available mineral nitrogen in the soil is measured by the mineral nitrogen analysis. The nitrogen that already has been taken up by the crop at the time of sampling is determined primarily by the cultivation technique and by the crop development.
- II. Factors that determine how many mineral nitrogen the soil will deliver during the growing season: this is the nitrogen released by mineralization of soil humus, crop residues, cover crops and already applied organic fertilizers. The whole mineralization process is evaluated by the sum of various sub-processes that contribute to the total mineralization. Each sub-process corresponds to a factor in the calculation of the N-INDEX.
- III. Factors that result in a reduced availability of mineral nitrogen during the growing season: low pH, leaching, volatilization, denitrification and leaching.

$$\text{N-INDEX} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + x_{18}$$

(1) (2) (3)

To calculate all these factors, both the field history and the field characteristics should be well known. Therefore, at time of sampling, an extensive questionnaire is filled out by the farmer and the SSB sampling staff. Based on the gathered information and the results of the minerals nitrogen content of the soil (based on analysis of the soil sample), the N-INDEX is calculated.

The calculation of the nitrogen fertilization advice based on the N-INDEX is formulated as follows:

$$\text{N-fertilizer advice } Y = A - b * \text{N-INDEX}$$

A is the total nitrogen demand of the crop, which is for the most vegetables slightly higher than the total N uptake at harvest. For vegetables variety dependent characteristics are taken into account (specific nitrogen requirements of a variety, for example the risk of falling down of Brussels sprouts) and the growing season (early vegetables, summer vegetables, winter vegetables, ...). The values A and B were derived from field tests. For vegetables, the b value is currently always equal to 1.

1.3.2 KEMA advice system

The Soil Service of Belgium has for some outdoor crops (eg. strawberry, tree nurseries) and covered field crops a scientifically based advice system, the KEMA system. KEMA stands for: Checking the Evolution of Minerals and their Accumulation. The KEMA analysis is a standard soil analysis with additional determination of salt and mineral nitrogen.

The necessary input for the KEMA-expert system can be classified in three categories analogous to the required input for the N-INDEX:

- Soil analysis data that show the soil fertility of that particular field: by taking a soil sample in the 0-30 cm soil layer and determining the carbon content, EC, mineral N, P, K, Mg, Ca and Na.
- Field information to identify the nutrient dynamics in soil: each soil sample is accompanied by an inquiry form/questionnaire containing information on both the field characteristic and the field history (eg, previous crop, fertilization, liming, etc..)
- Information concerning the crop for which a fertilizer advice is desired: crop (variety), sowing or planting date, any irrigation or drip irrigation, use of liquid fertilizers.

The analysis results are the basis of the fertilization advice. A distinction is made between the standard / initial fertilization (in kg N / are) and an additional fertilization (in kg N / are).

For the initial fertilisation the advised amount of N is:

$$\text{KEMA-advice (kg N/are)} = (A-B)/100$$

A = replenishment value in kg N/ha, crop specific

B = N content in 0-30 cm, in kg N/ha

This calculated advice will be, if necessary, further refined / modified by the advisor expert (eg. considering the planting or sowing date or recent organic fertilization).

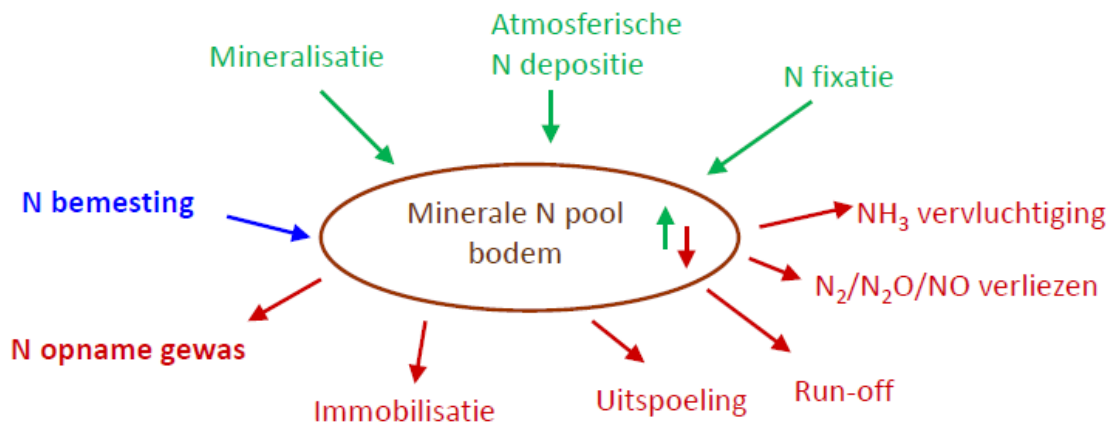
For additional fertilization of outdoor crops, the advice of N is less than the initial fertilization. This because the replenishment value is reduced as a function of the preceding nitrogen uptake of the crop.

1.3.3 N-balance

The N balance system is based on the mineral N balance method developed at the Department of Soil Management of Ghent University (Hofman et al 1981; Van Cleemput et al 1981; Hofman 1983). The N-balance method exists in several variants and is used in different extension research station in Flanders, for example Inagro.

The N-advice according to the N balance method is always based on an analysis of the mineral nitrogen in the soil. In addition, cultivation, soil and historical data of the field are requested.

On the demanding side are the nitrogen required quantities for a proposed yield, latent mineral N in the rooting area (in fact no real uptake) and the potential N losses during the growing season. These N losses must of course be kept to the minimum, eg. by a suitable choice of the type of fertilizer and most appropriate application technique depending on the soil type and the crop. The various components in the balance sheet are shown schematically in the figure below.



Supply Side:

- *N_{min}-reserve in the soil, determined by soil sampling in the layer 0-30 cm, 0-60 cm or 0-90 cm depending on the rooting depth of the growing crop.*
- *N_{min}-delivery from crop residues*
- *N_{min}-delivery from cover crops*
- *N_{min}-delivery from organic nitrogen fertilizers applied during the previous year*
- *N_{min}-delivery from organic nitrogen fertilizers applied during the current year*
- *N_{min}- delivery from soil organic matter*
- *Atmospheric N deposition is usually not charged, but can be easily introduced into the system*

Demanding side:

- *N-requirement of the crop (N uptake)*
- *Latent N_{min} reserve (or N-buffer), ie the amount of mineral N that must be present over the rooting depth in addition to the maximum N uptake by the crop. This to ensure optimum nitrogen uptake.*
- *N losses during the growing season*

(Mineral) N-fertilization is the outcome of this balance. When the N-balance is negative, there should be additionally fertilized with effective N. The N-advice can, depending on the crop, formulate a fractionated application. The ratio between the fractions is depending on the crop and may also vary depending on the location of the available nitrogen in the soil profile (between the layers of 30-60 cm and 0-30 cm depth).

The N-balance system delivers a total nitrogen advice for the entire growing period as result. Depending on the crop, a fractionation of the total N-advice is formulated. Also advice calculation following an intermediate sampling is possible.

1.4 Comparison of inventoried advisory systems in Flanders.

The method of the adjusted KNS system to formulate an advice is compared with the method of the inventoried systems (N-index, KEMA and N-balance). Interpreting strengths and weaknesses of the different systems will only be done conceptual. This means that only the main components of the nitrogen cycle and their importance will be discussed within the different advisory systems.

The following items will be discussed:

1. *N-uptake of the crop*
2. *N-reserve in de soil*
3. *N exemption by mineralization of organic manure, crop residues, cover crops and soil organic matter*
4. *Mineral N losses, N-deposition and N-fixation*

1.5 Comparison of the evaluated advisory systems in a similar initial situation

Advice was given by the different advisory systems for a certain initial situation, based on a nitrogen reserve in the soil at the start of cultivation, or at the time of top dressing. The field history was known based on the information requested on the inquiry form (field characteristics, previous crop, fertilization history, ...).

How the advice is given, depends on the advice system. N-balance calculates an advice at the start of the cultivation for the entire growing period till the harvest. This system does not work with a top dressing.

The KNS system gives an advice for a particular period based on a soil sample at the start of the cultivation. This advice may be, dependent on the crop, for a number of weeks or until the harvest. The dose of top dressing after certain weeks is based on a soil sample and analysis (ie, a new initial situation).

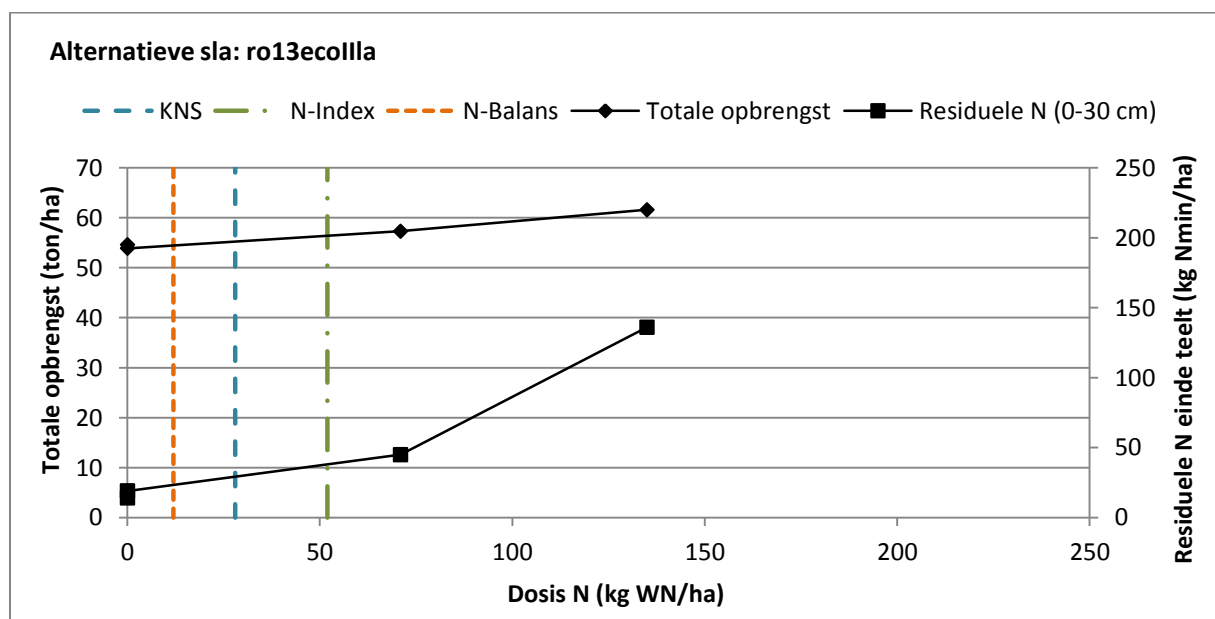
N-index calculates at the start of the growing period a fractionated advice for the entire growing period. Based on a soil sampling during the cultivation (ie a new initial situation) the N-advice is reformulated by N-index. In this way, two different advices for certain crops are formulated in this exercise by N index.

The different advisory systems indicate what the extent is before sampling of the factors mineralization, N- replenishment of crop residues, cover crops and animal manure.

1.5.1 Evaluation advices

The initial situation where advice was given, corresponds to the initial situation of N fertilization trials in the period 2012-2013 that were carried out by the extension research stations. From these tests, the soil analysis of the most optimal fertilized object was selected for the calculation of the N-advice during cultivation of this exercise. Of these N-fertilization trials the yield (total, marketable or % highest quality) and residual nitrogen(on rooting depth) after harvest is known for each dose.

By comparing the given advice related to the results of the performed N fertilization, it is possible to make an assessment (more or less) of the yield and residual nitrogen if a certain advice would be followed.



Due to a lack of data per experiment it was not possible to carry out a regression on the data. That is why the outcome of this exercise is rather an assessment whether a particular advice could lead to loss of yield or excess residual nitrogen rather than a prediction of what the yield and residual nitrogen would have been.

For certain crops with a long growing period, a N-advice for top dressing is formulated based on an intermediate sample of the soil. Both the KNS system and N-index apply this principle. On average, there is only a small difference in recommended nitrogen fertilization between KNS and N-index when taking intermediate soil sampling.

The differences between the advices is accomplished mainly by the manner in which the advice was calculated. KNS and N-Index could formulate an advice for top dressing by taking a sample during the cultivation period. This will give an adjusted advice based on the growing conditions. This provides in many cases a reduced total advice.

N balance does not work with intermediate sampling for top dressing and therefore does not have the possibility to correct the total advice during the cultivation.

For the experimental fields in 2012-2013 it is clear that there are multiple situations in which a second N-Index advice based on an intermediate sampling during the cultivation resulted in a lower top dressing advice than those based on a sampling before the cropping. The main reason for this is that the mineralization was higher than initially calculated. This mineralization rate is of course dependent on the year because the water supply plays an important role during the growing season.

2 Inleiding

Het bemestingsbeleid op akker- en tuinbouwbedrijven wordt complexer. Het realiseren van een kwantitatief en kwalitatief goede productie en het in stand houden van de bodemvruchtbaarheid is onvoldoende om te spreken van een verantwoorde bemesting. Naast de economisch optimale bemesting zijn ook de factoren als de impact op de omgeving van belang.

Deze opdracht kadert in het realiseren van de waterkwaliteitsdoelstellingen zoals opgelegd in het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4). Tijdens de onderhandelingen met DG Environment van de Europese Commissie over het 4^e Actieprogramma in het kader van de Nitraatrichtlijn (MAP4) werd de afspraak gemaakt dat Vlaanderen verder onderzoek met betrekking tot tuinbouw zal uitvoeren met het oog op het respecteren van de waterkwaliteitsdoelstellingen.

In de tekst van het Actieprogramma is opgenomen dat het specifieke tuinbouw KNS adviessysteem, zoals het momenteel gebruikt wordt op vrijwillige basis, zal verplicht worden vanaf 2013 voor alle percelen met groenten van groep I en II, met uitzondering van vroege aardappelen en spruitkool. Dit laat de erkende praktijkcentra en laboratoria toe om zich voor te bereiden op de meer grootschalige toepassing van het adviessysteem. Vroege aardappelen worden vroeg op het jaar geoogst zodat een vanggewas of nateelt de residuele stikstof kan opnemen. Voor spruitkool is er geen milieuprobleem omdat spruitkool een diep wortelstelsel heeft en tot laat tijdens het groeiseizoen stikstof kan opnemen. Voor groenten van groep III zijn de bemestingsnormen heel laag waardoor het gebruik van het KNS-adviesysteem niet bruikbaar of relevant is.

In de tekst van het actieprogramma is ook opgenomen dat het protocol van het (KNS)adviesysteem aangepast moet worden vanuit milieukundig oogpunt.

Deze opdracht bestaat uit beleidsvoorbereidend onderzoek in dit kader ter ondersteuning van de verdere beleidsopmaak en beleidsuitvoering.

Het doel van de opdracht is om het KNS-bemestingsadviesysteem (luik 1) en andere bemestingsadviesystemen (luik 2) die gebruikt worden in de groenteteelt, te inventariseren en te documenteren, het protocol van het systeem uit te schrijven met het oog op een ruimere toepassing in de tuinbouwpraktijk, het protocol aan te passen vanuit milieukundig oogpunt en de minimale vereisten zoals beschreven in de wetgeving (het opnemen van relevante factoren in het bemestingsadvies, het meenemen van informatie over oogstresten, teelten en eerder toegediende bemesting) en een communicatie-protocol op te maken voor het communiceren aan de tuinders van de concrete invulling van de geadviseerde bemesting op het betreffende perceel. In luik 3 en 4 van de opdracht moeten alle geïnventariseerde adviesystemen conceptueel vergeleken worden en gevalideerd via samenvattende resultaten van bestaande bemestingsproeven.

3 Het Duitse KNS-adviesysteem (Kulturbegleitenden Nmin Sollwerte-System) bruikbaar maken voor toepassing in de Vlaamse tuinbouw

3.1 Handleiding oorspronkelijke Duitse KNS (N-expert)

3.1.1 Opbouw en werking van het Duitse KNS systeem

3.1.1.1 Voorafgaande contacten voor Duitse KNS-systeem

Bij de start van het project werden in het kader van het Benchmark-project ‘*about innovative techniques in horticulture*’ de eerste contacten gelegd met Matthias Fink. Hij was en is sterk betrokken bij de verdere uitbouw het Duitse KNS-systeem. Het verkrijgen van de toelating om de basisgegevens van het KNS-systeem te mogen gebruiken, was als één van de voorwaarden vooropgesteld voor het welslagen van dit project (Bijlage 1 & Bijlage 2). Bij een eerste bezoek aan Matthias Fink in het IGZ in Grossbeeren, Duitsland (<http://www.igzev.de/>) op 15 mei 2013 stelde hij het KNS-systeem, dat nu vervat zit in het computerprogramma N-expert, uitgebreid voor aan een delegatie van het Benchmark-project (Laura Agneessens, Raf De Vis, Georges Hofman, Tomas Van De Sande, Koen Willekens).

Op het Nutrihort-congres *about sustainable and innovative nutrient management techniques in horticulture* (UGent, 16-18 september 2013) werd opnieuw een overleg georganiseerd met Matthias Fink en enkele uitvoerende partners van dit project (Franky Coopman, Joris De Nies, Micheline Verhaeghe, Joachim Vansteenkiste, Annemie Elsen, Jan Bries, Koen Willekens).

Beide overlegmomenten leverden heel wat informatie op over de achtergrond en werking van het systeem en de toepasbaarheid ervan in Vlaanderen. Hierna volgt een samenvatting.

3.1.1.2 Basis van het systeem

Op basis van stikstofopnamecurves worden N_{\min} -richtwaarden bepaald. De N_{\min} -richtwaarde (N_{\min} -Sollwert) is de beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel die nodig is in een bepaald gewasstadium. Deze richtwaarde is gelijk aan de nog te verwachten stikstofopname in bovengrondse plantendelen **plus** een minimale residuele minerale N-voorraad **min** de te verwachten netto-N-mineralisatie.

De N-bemestingsbehoefte is dan gelijk aan de N_{\min} -richtwaarde **min** de minerale stikstofvoorraad.

3.1.1.3 Evolutie van het systeem

De basis van het N_{\min} -adviesysteem werd gelegd door prof. H.C. Scharpf. Via veldexperimenten werden N_{\min} -richtwaarden vastgesteld voor een 8-tal gewassen. Dit leidde tot de uitgave Stickstoffdüngung im Gemüsebau (Scharpf, 1991). Het adviesysteem werd vervolgens geïntroduceerd in Rheinland-Pfalz.

Titel	Stickstoffdüngung	im	Gemüsebau		
	Volume	1223	van	Aid,	AID-Infodienst
	Volume 1223 van Auswertungs-	und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft			

und Forsten Bonn: AID

Auteur Hans-Christoph Scharpf

Uitgever AID, 1991

Lengte 35 pagina's

Omdat veldexperimenten te veel werk inhielden, werd het systeem op basis van expertkennis uitgebreid met bijkomende teelten en dit alles werd vervat in de uitgave:

LORENZ, H.P., SCHLAGHECKEN, J., ENGL, G. 1989. Ordnungsgemäße Stickstoffversorgung im Freiland-Gemüsebau nach dem " Kulturbegleitenden Nmin- Sollwerte (KNS) - System". Ministerium Landwirtschaft Weinbau Forsten Rheinland-Pfalz, 85 S.

De berekeningen in de uitgave van 1989 waren echter erg gecompliceerd. Daarom werd – in een derde fase - het N-expert computerprogramma ontwikkeld waarbij extra experimentele data werden ingevoerd en de benadering van de stikstofmineralisatie werd bijgesteld.

FINK, M.; SCHARPF, H.C.; BUCHER, M. 1998 N-Expert II - Ein Computer-programm für Düngungsberatung und Nährstoffbilanz im Freilandgemüsebau, 2 Disketten und Bedienungsanleitung, Version 1.3

Dit programma werd verder ontwikkeld wat aanleiding gaf tot nieuwe uitgaven, waarvan de laatste:

Feller, C.; Fink M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.; Strohmeyer, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.

www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

Er is een plan om het programma te moderniseren. Het systeem zal draaien op nieuwe software (Java). De nieuwe versie zal ook meertalig zijn.

3.1.1.4 De verschillende posten van het systeem, frequentie en diepte van staalnames

3.1.1.4.1 N-opname

Het uitvoeren van 7 verschillende experimenten met koolrabi mondde uit in 7 verschillende opnamecurves. Een adviessysteem dat slechts 1 advies verstrekt voor een bepaalde teelt kan geen goed systeem zijn.

De stikstofopname is afhankelijk van de groeiduur, maar ook van het zaai- of planttijdstip dat bepalend is voor de mineralisatie.

In het computerprogramma kan, in functie van de verwachte opbrengst en van de groeiperiode de N-opnamecurve aangepast worden langs de as van de opname en langs de tijdsas.

De geprinte versie geeft enkel standaardmogelijkheden: bvb zomer-, herfstteelt, industrietype, ...

3.1.1.4.2 De vereiste hoeveelheid residuele minerale N

Zeer beperkte experimentele basis; een aantal waarden zijn gebaseerd op metingen van teeltadviseurs.

Voorbeelden:

Koolrabi (kleur en bladbiomassa is van belang voor de consument): Een hoeveelheid residuele minerale stikstof van 40 kg ha⁻¹ in de 0-30 cm bodemlaag bleek onvoldoende op basis van een experiment met stikstoftrappen.

Industriewortelen: De vereiste minimale hoeveelheid residuele N is op nul gesteld, hoewel de nulwaarde niet voorkomt in experimenten.

Chinese kool: Deze groente is al snel te groot van volume en daarom werd de vereiste residuele N op nul ingesteld.

Spinazie heeft een beperkt en oppervlakkig wortelgestel: Residuele N dient meer dan 40 kg ha⁻¹ in de 0-30 cm bodemlaag te zijn om het risico op vergeling te beperken.

3.1.1.4.3 Vereiste minerale N-voorraad bij aanvang van de teelt

Deze is ook eerder gebaseerd op expertkennis dan op experimenten. Hoewel de N-opname aanvankelijk laag is, is de vereiste minerale N-voorraad bij aanvang van de teelt soms erg hoog ingesteld, bv het dubbele van de vereiste hoeveelheid residuele minerale stikstof.

3.1.1.4.4 N-mineralisatie

Vrijstelling van stikstof uit gewasresten werd eerder op basis van onderzoek van Scharpf op 70-80% ingeschat. Gezien uit recenter onderzoek* bleek dat gasvormige verliezen aanzienlijk kunnen zijn, werd dit percentage naar beneden bijgesteld: 60% / 50% lineair binnen een termijn van 8-10 weken na onderwerpen afhankelijk van de wijze van vernietigen, onderwerpen (rotoreg, mulchen, onderploegen). De hoeveelheid aan en stikstofgehalten van oogstresten zijn redelijk goed bekend. Het heeft geen zin om de stikstofvrijstelling afhankelijk te stellen van de bodemtemperatuur aangezien de condities voor afbraak in het groeiseizoen steeds betrekkelijk gunstig zijn. N-Expert rekent per groeiseizoen en daarmee enkel met gewasresten van het voorgaande gewas in hetzelfde groeiseizoen.

*balansstudie in verband met de bestemming van de stikstof uit de groenbemesting (150 kg ha⁻¹) op 3 locaties gedurende 3 jaren en met 2 verschillende zaaidata leverde weinig verschillen. Er trad een 'verlies' op dat niet verklaard kon worden met modellen EU-rotate en Daisy, wat wees op gasvormige verliezen die werden ingeschat op 50 kg N ha⁻¹ onafhankelijk van type groenbemester en type bodem.

Stikstofvrijstelling uit bodem organische stof kan niet voorspeld worden op basis van bodemkarakteristieken**, noch op basis van incubatie-experimenten. Daarom gaat het N-expert systeem standaard uit van een vrijstelling van 5 kg N per ha per week of 0,72 kg N per ha per dag voor percelen met niet al te intensieve groententeelt en waar geen drijfmest op wordt toegepast. Het mineralisatieniveau kan aangepast worden en wordt verondersteld nagenoeg gelijk te zijn over het ganse groeiseizoen. De variatie in mineralisatieniveau tussen percelen kan vastgesteld worden op basis van feed-back. Het mineralisatieniveau verschilt wellicht tussen een braakplot en een begroeide plot.

**Doctoraatsonderzoek van Christine Moje (1997) Möglichkeiten zur Absenkung des Nitratgehalts in Möhren unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffangebots. Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart 1997

3.1.1.4.5 N-verliezen

De uitkomst van de stikstofbalans is de schijnbare netto-stikstofmineralisatie (ANM). De schijnbare mineralisatie wordt berekend als het verschil tussen de in het gewas en de bodem weergevonden stikstof en de vanuit de bodem en de bemesting aangeboden minerale stikstof. Die schijnbare netto stikstofmineralisatie omvat de stikstofmineralisatie en de (schijnbare) stikstofverliezen. Werkelijke stikstofverliezen zijn eerder gasvormig dan door uitspoeling. Schijnbare stikstofverliezen zijn stikstofvastlegging door de micro-organismen en stikstof opgeslagen in de fijnere wortels. Gewassen met langere groeiduur en lagere stikstofbehoefte worden in die behoefte eerder voorzien door de stikstofmineralisatie. Voor gewassen met kortere groeiduur en hogere stikstofbehoefte en daarmee

hogere stikstofbemesting ligt de hoeveelheid niet weergevonden meststikstof op het niveau van de mineralisatie zodat de schijnbare netto-stikstofmineralisatie op nul komt te liggen.

3.1.1.4.6 Aantal staalnames

Tevens werd de vraag gesteld aan Matthias Fink hoeveel keer een staalname moet worden uitgevoerd voor (bij)bemesting. Het antwoord was één maal: voor geplante gewassen vóór het planten, voor gezaaide gewassen x weken na zaai. Als je de initiële behoefte voldoende kent, behoef je mogelijk geen bemonstering voor het planten en kan die eerste bemonstering voor gewassen met langere groeiperiode beter plaats vinden x weken na planten, maar zeker 4 weken na de bemesting gezien de door de bemesting gecreëerde ruimtelijke variabiliteit.

3.1.1.4.7 Dieptes qua staalname

Ook de staalnamedieptes werden ingesteld op basis van expertkennis. Diepte voor radijs, rucola en veldsla werd teruggebracht op 15 cm.

Er bestaat ook een relatie tussen worteldensiteit en stikstofopname. De gewenste worteldensiteit is afhankelijk van het bodemvochtgehalte. Bij hogere worteldensiteit mag de hoeveelheid reststikstof wat lager zijn.

3.1.1.5 N-expert voor advisering

N-Expert werkt op basis van rekenregels en stoelt op een eenvoudige balansbenadering ‘balanced based prediction of Nmin’

Opnamecurves van de gewassen zijn deels gebaseerd op proefveldresultaten en deels op expertkennis. Bepaalde schattingen zullen niet altijd even accuraat zijn, maar het heeft soms geen zin om accuraat te zijn gezien de andere bronnen van variatie. Uitgangspunten van het systeem zijn dat de vochtvoorziening voldoende is en dat er geen stikstofuitspoeling is. Duitse tuinbouw werkt doorgaans met irrigatie.

Onderzoek van Wiesler et al. (2008) toont de verdienste aan van het N-expertsysteem in het terugdringen van het stikstofsurplus en de stikstofverliezen ten opzichte van de telerspraktijk.

Met een N-expert advies waren de uitspoelingsverliezen nog van een grootteorde van 150 kg N ha^{-1} per jaar (gemeten met poreuze cups), wat nog te hoog is, maar ruimschoots beter dan de telerpraktijk met 400 kg N ha^{-1} per jaar uitspoelingsverlies.

SPAD (stikstofdosering op basis van bepaling chlorofylgehalte) voor groentegewassen betekent veel werk dat weinig effect resorteert. Een cultivarafhankelijk systeem is niet werkbaar voor de groenteteelt. SPAD is eerder verdienstelijk voor akkerbouwgewassen.

In Duitsland wordt in de tuinbouw vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt van kunstmeststikstof. N-Expert berekent (tot nog toe) geen stikstofwerking van organische bemestingsvormen. Voor toekomstig gebruik van N-Expert in de biologische teelt zal N-Expert voorzien worden van rekenregels om de stikstofwerking van organische bemestingsvormen te becijferen. Dit gebeurt op basis van expertkennis van een Duitse adviseur in de biologische teelt. Werking van organische bemestingsvormen kunnen becijferen, is voor de Vlaamse tuinbouw een belangrijk punt.

Matthias Fink stelt uit ervaring dat predictie via rekenmodellen niet werkt voor een routinematige adviesverlening in de tuinbouw. Modellen zijn nuttig om in bemestingsproeven processen te onderkennen en te kwantificeren.

N-Expert is niet ontwikkeld om stikstofverliezen te minimaliseren, wel om overbemesting tegen te gaan. De adviezen garanderen een voldoende opbrengst en kwaliteit. Daartoe is er een zekere veiligheidsmarge ingebouwd.

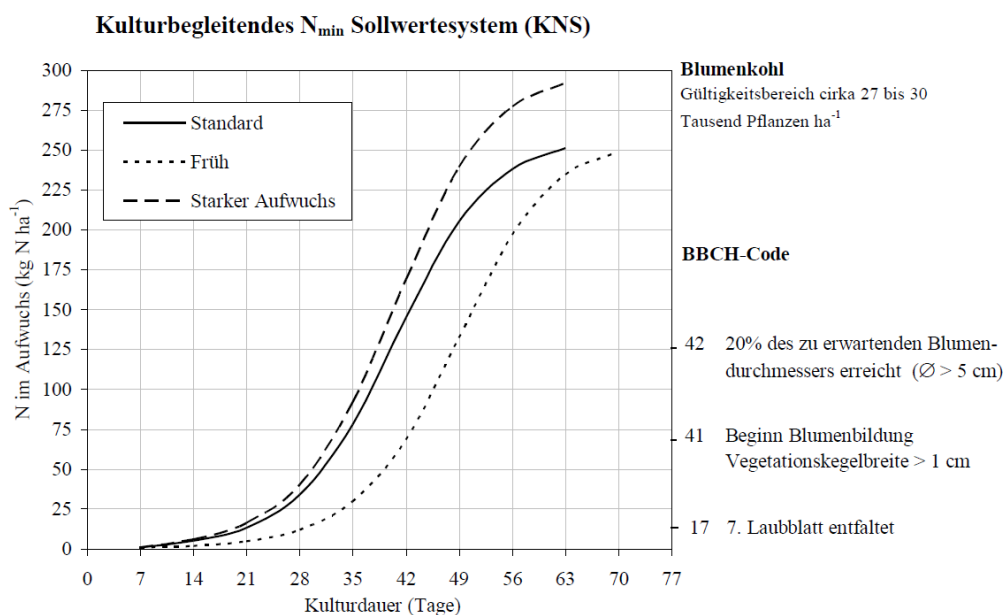
KNS-systeem niet meer vermelden in de Vlaamse context, maar naar N-Expert systeem verwijzen.

Het Kulturbegleitenden N_{min} Sollwertesystem (KNS)-Systeem (Lorenz *et al.*, 1989) dat werd ontwikkeld in het Duitse Rheinland-Pfalz heeft als uitgangspunt het globale stikstofopnameverloop van een gewas gedurende de teeltperiode en de buffervoorraad aan minerale stikstof (N_{min}) in de grond.

Bij de stikstofbemesting volgens het KNS wordt de minerale stikstof in de bewortelbare zone bepaald en in rekening gebracht. Het stikstofbemestingsadvies wordt dan berekend door het verschil te maken tussen de stikstofstreefwaarde (= benodigde stikstof tot de volgende staalname of einde teelt) en de gemeten stikstofvoorraad. De oorspronkelijke streefwaarden werden bepaald voor de commercieel belangrijkste groentegewassen door middel van proeven met kunstmeststoffen.

Naast de gebruikelijke bepaling van de N_{min}-voorraad voorafgaand aan de teelt, wordt nog één of meerdere keren tijdens de teelt een N_{min}-bepaling uitgevoerd. Het stikstofopnameverloop per gewas is weergegeven in tabel- en grafiekvorm bij het KNS-systeem.

Blumenkohl



Figuur 1 Stikstofopnameverloop bloemkool

Hieruit kan de verwachte opname tussen twee meettijdstippen worden afgelezen. De bemonsterde diepte bedraagt 0-30 cm, 0-60 cm of 0-90 cm afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het gewas op het meettijdstip. Bij het bepalen van de stikstofgift kan worden uitgegaan van standaard meettijdstippen of van zelf gekozen tijdstippen. Voor de standaardtijdstippen zijn de benodigde streefwaarden reeds berekend. Door zelf meettijdstippen te kiezen, kan op elk gewenst moment een bijmestgift worden berekend en kan de periode tot de volgende bijbemesting zelf worden bepaald.

3.1.1.6 Werkingsprincipe KNS

De werking van het KNS systeem is in hoofdzaak gebaseerd op extra bepalingen van het stikstofgehalte van de bodem gedurende de teelt. Door deze bepalingen worden een aantal onvoorspelbare factoren zoals mineralisatie en weersomstandigheden voorafgaand aan de staalname opgevangen. Op deze manier kan via de bemesting worden ingespeeld op de werkelijk aanwezige stikstof in de bodem.

Het bekomen advies is de stikstofopname tussen 2 staalnames, of tussen de staalname en het einde van de teelt plus de buffervoorraad die op moment van staalname minimaal in de grond dient aanwezig te zijn, verminderd met de reeds aanwezige hoeveelheid stikstof in de bewortelbare zone.

In het KNS-systeem wordt gebruik gemaakt van het begrip buffer of minimale stikstofvoorraad. De buffer is de minimumvoorraad minerale N die in de bodem aanwezig moet blijven tijdens de teelt, opdat de stikstofopname van het gewas niet zou worden beperkt. De grootte van deze buffer is onder normale bodem- en weersomstandigheden voornamelijk afhankelijk van het gewas zelf. Hoe gevoeliger het gewas is voor stikstofgebrek, des te hoger zal de buffer moeten zijn. Bij veel teelten is een hogere buffer nodig bij het begin van de teelt dan in een later teeltstadium, wanneer het gewas het profiel beter heeft doorworteld (Lorenz *et al.*, 1989).

De N-gift op een bepaald moment wordt als volgt berekend (van Dijk & van Geel, 2008):
N-gift $t_1 = (NOG-t_2 - NOG-t_1) - N_{min-t_1} + BUF - MIN$

Waarbij:

t_1 = moment van de meting

t_2 = geplande moment van de volgende meting

N-gift t_1 = N-gift op tijdstip t_1

$NOG-t_1/t_2$ = opgenomen hoeveelheid N door het gewas op tijdstip t_1 en t_2

($NOG-t_2 - NOG-t_1$ is de N-opname tussen tijdstip t_1 en t_2)

N_{min-t_1} = hoeveelheid minerale bodem-N volgens bewortelingsdiepte op tijdstip t_1

BUF = buffer

(MIN = verwachte mineralisatie tussen tijdstip t_1 en t_2)

Het huidige KNS boek heeft naar Vlaanderen toe een aantal beperkingen. Zo zijn de mineralisatie en de productieniveaus in Vlaanderen niet vergelijkbaar met deze in Duitsland. Ook kleine stikstof giften en de verdeling van stikstof tijdens het groeiseizoen zijn onvoldoende opgenomen binnen het Duitse systeem. Tevens is de nalevering van oogstresten/groenbedekkers hierin niet opgenomen. Deze laatste factor dient ook nog bij de N-gift in mindering gebracht te worden.

3.1.2 Aanpassingen voor toepassing van het KNS systeem binnen Vlaanderen

Het KNS systeem kent vooral zijn toepassing in teelten waar bijbemesting mogelijk is. Door de tussentijdse bepaling van de minerale stikstof in de bodem wordt de benutting van voedingselementen geoptimaliseerd en worden de verliezen naar het milieu beperkt.

Om een nauwkeurige stikstofbemesting op te maken, is zowel kennis nodig over de totale voedingsbehoefte van de plant als de timing wanneer deze elementen noodzakelijk zijn voor de plant. Het oorspronkelijke handboek van het KNS systeem wijkt echter af naar de huidige productieomstandigheden en rendementen. Door o.a. productievare rassen is de voedingsbehoefte gewijzigd.

Voor bepaalde groenten dient ook rekening gehouden te worden met de teeltmethode. Voor witte kool kan dit zeer duidelijk gemaakt worden: voor de productie verse markt heeft de kool een stikstofbehoefte van 200 kg N/ha, terwijl voor de industriële productie de stikstofbehoefte oploopt tot 350 kg N/ha. Dit grote verschil in stikstofbehoefte wordt voornamelijk verklaard door de opbrengstverschillen en niet of in beperkte mate met verschillen in N concentratie. Bij de berekening van de stikstofbemesting moet met dit grote verschil rekening gehouden worden.

Binnen het Duitse KNS zitten een aantal factoren zoals mineralisatie en stikstofvrijstelling uit oogstresten en groenbedekkers onvoldoende tot niet vervat. Aangezien deze binnen Vlaanderen van belang zijn, worden hiervoor streefwaarden voor Vlaanderen vastgelegd.

3.1.2.1 Mineralisatie

Omdat groenten geteeld worden op gronden met verschillende mineralisatie potentiëlen, moet voor de berekening van een N-bemestingsadvies deze grote variabiliteit van de organische bodemsamenstelling in rekening gebracht worden. Omdat er in totaliteit zoveel invloedfactoren zijn die de uiteindelijke stikstofbehoefte van het gewas bepalen, is het onmogelijk om combinaties van alle mogelijke scenario's te voorzien om de streefwaarden te bepalen.

Om toch in enige zin rekening te houden met de mineralisatie worden gegevens bekomen uit het stikstofmeetnet (Coopman *et al.*, 2008) gehanteerd. Hierbij werd over een periode van 4 jaar op verschillende onbemeste en onbeplante percelen de evolutie van stikstof in het bodemprofiel veertiendaags gemeten. Dit liet toe om de schijnbare mineralisatie te berekenen van maart tot november. Hierbij werden de berekeningen uitgevoerd op de toenames van stikstof in de 0-60 cm bodemlaag. Per periode van 15 dagen werd de interkwartielafstand, de mediaan en het gemiddelde berekend. Dit werd gedaan voor alle opgevolgde velden over de verschillende jaren. De waarden zijn samengevat in Tabel 1. Negatieve waarden voor mineralisatie (indien de minerale stikstof in de bodem lager is dan de voorgaande meting) werden niet meegenomen in de dataset. Uit de analyse van de data blijkt dat de mineralisatie (over een gemiddelde van 4 jaar) op het einde van de zomer iets afneemt. Begin oktober stijgt de mineralisatiesnelheid opnieuw (Tabel 1). Het feit dat de snelheid van mineralisatie minder snel stijgt, kan mogelijks gerelateerd worden aan het feit dat het vochtgehalte daalt later in het seizoen. In oktober wordt het bodemvocht terug op peil gebracht en krijgt de mineralisatiesnelheid terug een 'boost'.

De gemiddelde mineralisatiesnelheid van het eerste kwartiel tussen april en oktober bedraagt 0,5 kg N/ha/dag. Het gemiddelde van het derde kwartiel bedraagt 1,2 kg N/ha/dag. Het gemiddelde van de mediaan van de opgevolgde percelen over het ganse seizoen bedraagt 0,8 kg N/ha/dag. Binnen het Vlaamse KNS worden deze waarden gebruikt voor de inschatting van de mineralisatie op enerzijds arme percelen en anderzijds rijke percelen.

- De berekeningen gebeurden op het 95% betrouwbaarheidsniveau
- De oranje waarden op Grafiek 3 betreffen outliers, deze zijn niet steeds van hetzelfde perceel afkomstig.

Er zijn eveneens grote verschillen tussen de verschillende jaren (Grafiek 2). Met de gemiddelde mineralisatiesnelheid over elk interval van 15 dagen van de verschillende percelen, kan voor elke periode per jaar de toename van minerale stikstof geschat worden. Door de bekomen curves wordt een lineaire regressierechte gefit. De richtingscoëfficiënt geeft dus een globale mineralisatiesnelheid voor een bepaald jaar. Zo blijkt in 2011 de mineralisatiesnelheid in de beschouwde periode eerder laag te zijn (gemiddeld 0,61 kg N/ha/dag). In 2009 bedraagt de gemiddelde mineralisatiesnelheid 0,98 kg N/ha/dag. De gemiddelde mineralisatie over de periode 2008-2011 is berekend op 0,82 kg N/ha/dag en is nagenoeg gelijk met het gemiddelde van de medianen.

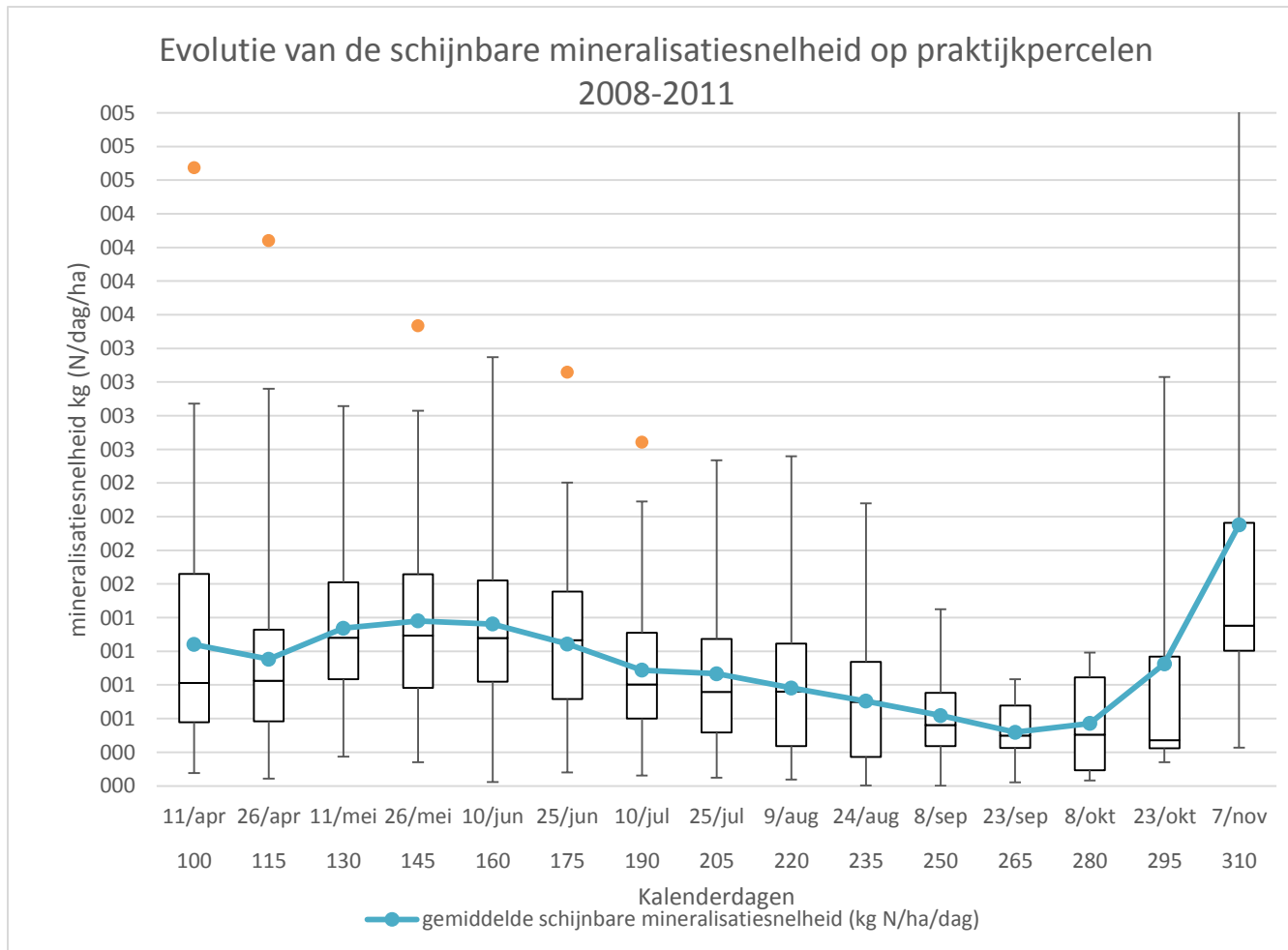
In het KNS systeem kan daarom standaard gewerkt worden met een mineralisatiesnelheid van 0,8 kg N/ha/dag. Op aangeven van experts lijkt op arme percelen, waar in het verleden weinig tot geen dierlijke mesten werden opgebracht, een gemiddelde mineralisatiesnelheid van 0,6 kg N/ha/dag meer aangewezen. Op percelen waar in het verleden veel en regelmatig dierlijk mest werd opgebracht is een mineralisatiesnelheid van 1,0 kg N/ha/dag opportuun.



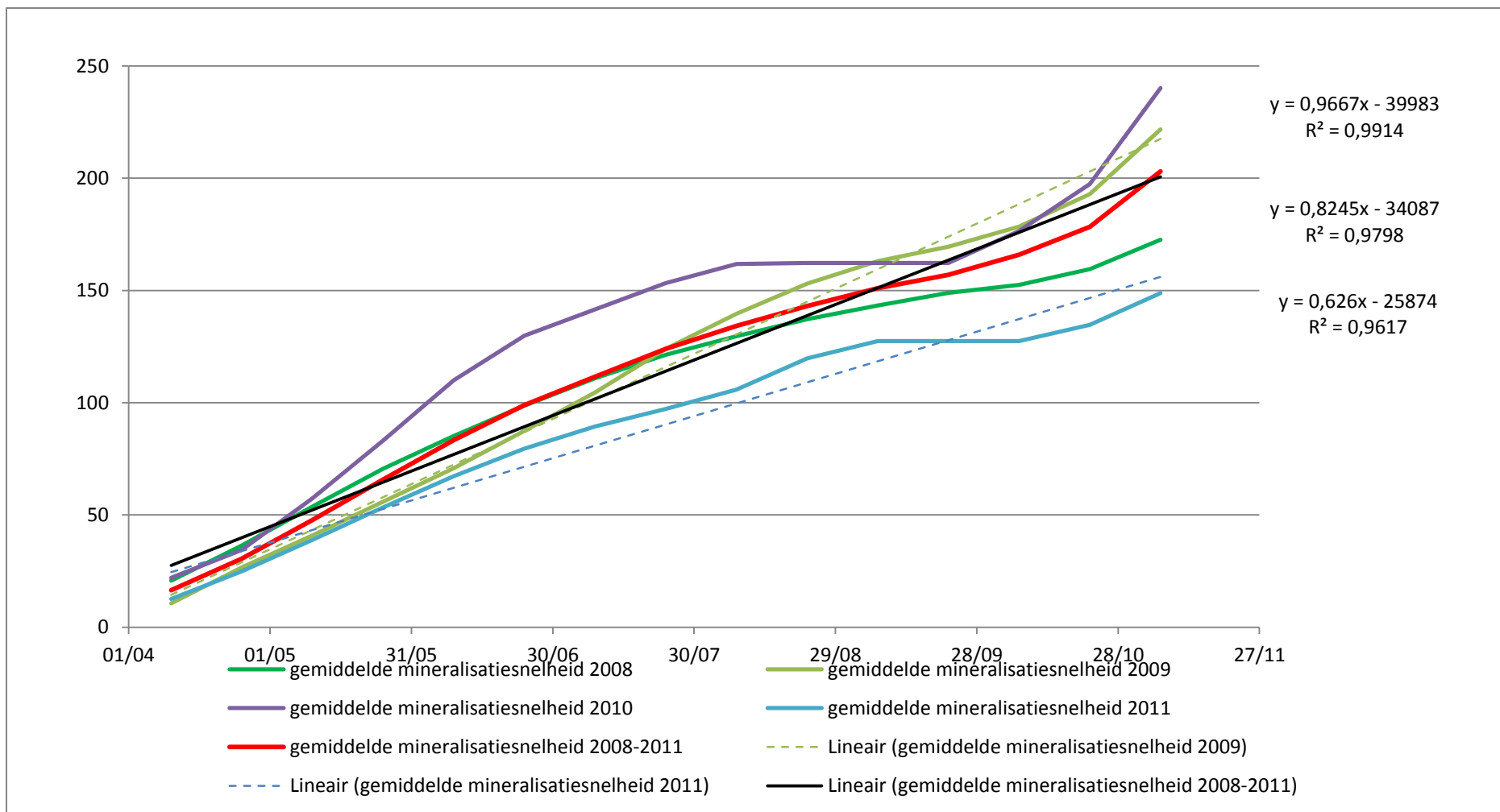
Grafiek 2. Enkele velden met een verschillende mineralisatiecapaciteit uit het netwerk van velden 2008-2011.

Tabel 1. Statistische kengetallen van de schijnbare mineralisatiesnelheid per 15 dagen (in kg N/ha/dag)

	10/apr	25/apr	10/mei	25/mei	09/jun	24/jun	09/jul	24/jul	08/aug	23/aug	07/sep	22/sep	07/okt	22/okt	06/nov
n=	31	44	45	43	46	45	45	37	32	26	20	11	8	13	19
minimum	0,10	0,05	0,22	0,18	0,03	0,10	0,08	0,06	0,05	0,00	0,00	0,03	0,04	0,18	0,28
mediaan	0,77	0,78	1,10	1,12	1,10	1,08	0,75	0,70	0,70	0,62	0,45	0,37	0,38	0,34	1,19
Gemiddelde	1,05	0,94	1,17	1,23	1,20	1,05	0,86	0,83	0,73	0,63	0,52	0,40	0,46	0,91	1,94
maximum	2,84	2,95	2,82	2,79	3,18	2,25	2,11	2,42	2,45	2,10	1,31	0,79	0,99	3,04	6,75



Grafiek 3. Evolutie van de schijnbare mineralisatiesnelheid op praktijkpercelen 2008-2011



Grafiek 4. Berekende toename van stikstof voor de jaren 2008, 2009, 2010, 2011.

3.1.2.2 Stikstofvrijstelling uit oogstresten

Op percelen waar twee of meerdere teelten per jaar worden verbouwd, wordt een stikstofvrijstelling uit de oogstresten van de voorafgaande teelt meegerekend in het advies. Via het inlichtingsformulier worden 3 gradaties naar volume van oogstresten opgevraagd (weinig, normaal en veel). Voor de inhouden bij een normale hoeveelheid oogstresten werden als basis de cijfers uit het mestdecreet (gebaseerd op N-eco²) gehanteerd. Indien andere cijfers werden gebruikt, is dit aangegeven met een bijhorende verwijzing). Voor de hoeveelheden weinig en veel werd deze inhoud met respectievelijk 1/3 verminderd en vermeerderd. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt voor de volgteelt wordt vastgelegd op 50 % tot 80% van de N-inhoud van de oogstrest van de voorafgaande teelt binnen hetzelfde jaar (Tabel 2). De categorie 'weinig' komt meestal overeen met een vermarktingswijze voor verse markt en categorie 'veel' meestal met een vermarktingswijze voor industrie (Tabel 3). Afhankelijk van de praktijk kan er ook een aanzienlijk gasvormig verlies optreden wanneer de oogstresten niet direct ondergewerkt worden. De N-inhoud van de oogstresten voor de opgenomen teelten wordt in onderstaande tabel weergegeven. Voor een exactere bepaling wordt aangeraden om een bodemonmonster te nemen bij de start of tijdens de volgteelt.

Tabel 2. Mineralisatiegraad (%) voor verschillende periodes van oogstresten groenten (bron: Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw (2008)).

% min okt-nov	% min sep-nov	% min aug-nov	% min jul-nov	% min jun-nov	% min mei-nov	% min apr-nov
20	40	55	70	80	80	80

Deze periodes variëren in lengte tussen 1 en 7 maanden en refereren naar de periode dat oogstresten tijdens het zelfde groeiseizoen op het veld blijven liggen na oogst en mineraliseren tot en met het einde van het groeiseizoen. Bron: Expertise BDB en Ugent

Tabel 3. N-inhoud van oogstresten bij weinig, normaal of veel oogstresten (bovengrondse plantedelen, excl wortels en stoppels)

Teelt	N-inhoud oogstresten (kg N/ha)		
	weinig	normaal	veel
Prei ¹	25	50	75
Bloemkool	90	130	175
Witte kool	100	150	200
Rode kool	95	140	190
Savooi kool	95	140	190
Broccoli	120	175	235
Bleekselder	80	120	160
Groene selder	80	120	160
Knolselder	70	100	135
Spinazie	15	20	30
Radicchio	53	80	110
Chinees kool	70	100	135

Teelt	N-inhoud oogstresten (kg N/ha)		
	weinig	normaal	veel
Courgette	120	175	235
Wortelen	50	75	100
Andijvie	30	45	60
Venkel	75	110	150
Stamslaboon	65	95	130
Kropsla ³	30	40	55
Alternatieve sla licht ³	30	40	55
Alternatieve sla zwaar ³	30	40	55
Ijsbergsla	55	80	110
Peterselie	10	15	20
(Kool)raap	35	50	70
Koolrabi	55	80	110
Rode biet	75	110	150
Ajuin ³	20	25	35
Spruitkool	130	190	255
Pompoen ²	30	40	55
Aardbei ⁴	55	80	110

Bronnen:

- Decreet houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen (2006). Belgisch staatsblad.
- ⁽¹⁾ Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4) (2012-2014). Studie VLM-project.
- ⁽²⁾ Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw (2008). Studie VLM-project.
- ⁽³⁾ voor kropsla, alternatieve sla licht en alternatieve sla zwaar werd de waarde van sla overgenomen uit het mestdecreet. Voor ajuin werd de waarde van vroege uien overgenomen.
- ⁽⁴⁾ Jaarverslag PCFruit – PAH (1996 – 1999)

3.1.2.3 Stikstofvrijstelling uit groenbedekkers

Na het afvriezen en/of inploegen van de groenbedekker zal tijdens de wintermaanden of in het voorjaar de vertering op gang komen. Een gedeelte van de opgenomen stikstof komt zo opnieuw ter beschikking van de nieuwe teelt (= mineralisatie). Om deze stikstof optimaal te benutten, is het belangrijk te weten wanneer en hoeveel stikstof er ter beschikking komt voor de nieuwe teelt.

Hoeveel stikstof een groenbedekker kan vrijstellen, hangt in de eerste plaats af van de opgenomen hoeveelheid stikstof. Hoeveel stikstof een groenbedekker opneemt, hangt af van verschillende factoren. Zo zal in eerste instantie het type groenbedekker van belang zijn, andere factoren zijn zaaitijdstip, beschikbare hoeveelheid nutriënten, bewortelingsdiepte, klimatologische

omstandigheden, ... Ook het tijdstip wanneer de groenbedekker stikstof zal vrijstellen, kan sterk verschillen. Deze is enerzijds afhankelijk van het tijdstip van onderploegen en wordt anderzijds ook bepaald door het type groenbedekker. Globaal kan gesteld worden dat vlinderbloemigen zeer snel stikstof vrijstellen, gevolgd door de bladrijke groenbedekkers. De grasachtige groenbedekkers zullen o.a. door de hoge C/N-verhouding van hun wortels trager stikstof (en dus later in het groeiseizoen) vrijstellen.

Deze variatie wordt binnen het adviessysteem opgevangen door via het inlichtingsformulier te peilen naar enerzijds het type groenbedekker en moment van inwerken en anderzijds de ontwikkeling van de groenbedekker (slecht – matig – goed). Afhankelijk van het tijdstip van de bodembemonstering kan een gedeelte van de N-vrijstelling van de groenbedekker al inbegrepen zijn in de bepaling van de N-voorraad in het bodemprofiel. Bij een volgteelt met een lange groeiduur kan de N-benutting uit groenbedekkers met een hogere C/N verhouding hoger zijn dan aangegeven in onderstaande tabel. Een bodembemonstering tijdens de volgteelt biedt een nauwkeurigere bepaling van de N-vrijstelling.

Tabel 4. N-vrijstelling door groenbedekker ifv tijdstip inwerken

Type groenbedekker	Ontwikkeling	N-vrijstelling na inwerken (kg/ha)	
		in najaar	in voorjaar
Raaigrassen	slecht	8-10	15-20
	matig	15	30-35
	goed	20-25	45-50
Kruisbloemigen	slecht	0-10	15
	matig	8-15	30
	goed	15-25	45
Vlinderbloemigen	slecht	15-20	25-30
	matig	30	45-60
	goed	40-45	60-90

Bronnen:

- Schröder & van der Blok (2005). Mest- en mineralenkennis voor de praktijk: Teelt en stikstof-effect van groenbemesters. Blad 18 uit de serie Plantaardig.
- <http://www.kennisakker.nl>, geraadpleegd op januari 2014.
- Hermans, A. Elsen en J. Bries (2010). Brochure Groenbemesters en nitraatresidu. Bodemkundige dienst van België, 44p (op basis van waarden van WUR, 2005).
- LEL & LTZ, 2011. Düngebedarf.
Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL); Oberbettringer Straße 162; 73525 Schwäbisch Gmünd, Duitsland.
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Außenstelle Rheinstetten-Forchheim; Kutschenweg 20; 76287 Rheinstetten, Duitsland.

3.2 Vlaamse cijfermateriaal voor tuinbouw

In dit hoofdstuk worden de originele cijfers gebruikt binnen het KNS systeem weergegeven (Tabel 5) en wordt tevens een tabel toegevoegd waarin deze cijfers zijn aangepast naar de Vlaamse omstandigheden (Tabel 6). Deze cijfers hebben betrekking tot de effectief betaalde oppervlakte en zijn dus exclusief koppelakker en andere niet betaalde oppervlaktes.

3.2.1 Basiscijfers van Duitse KNS voor groenteteelt

Tabel 5. Duits cijfermateriaal voor groenteteelt ifv verschillende productieperiodes

Gewas	Teelt	Opbrengst (ton)			Omreken- factor	N-inhoud (kg/ton)		N-opname (Kg/ha)			Omreken- factor	Lat. N (kg/ha)		Diepte (cm)	
		Oogst ³	Rest ⁴	Tot.	rest/tot.	Oogst	Rest	Oogst	Rest	Totaal	rest/tot.	Start ⁵	Bij ⁶	Start ⁷	Bij ⁸
Prei	Vroege herfst	40	34	74	46%	2,5	3	100	102	202	50%	60	40	30	60
	Zomer	50	34	84	40%	2,5	3	125	102	227	45%	40	40	30	60
	Herfst en winter	55	34	89	38%	2,5	3	137,5	102	239,5	43%	40	40	30	60
	Overwintering najaar	40	34	74	46%	2,5	3	100	102	202	50%	40	40	30	60
	Overwintering voorjaar	40	34	74	46%	2,5	3	100	102	202	50%	40	40	30	60
Bloemkool	Vroege	35	45	80	56%	2,8	3,4	98	153	251	61%	80	40	30	60
	Zomer	35	45	80	56%	2,8	3,4	98	153	251	61%	80	40	30	60
	Herfst	40	60	100	60%	2,8	3	112	180	292	62%	80	40	30	60
Witte kool	Vers half vroeg	60	50	110	45%	2	3	120	150	270	56%	40	20	30	60
	Vers laat	70	50	120	42%	2	3	140	150	290	52%	40	20	30	60-90
	Industrie	100	50	150	33%	2	3	200	150	350	43%	40	20	30	60-90
Rode kool	Vers	50	40	90	44%	2,2	3	110	120	230	52%	40	20	30	60
	Industrie	60	50	110	45%	2,2	3	132	150	282	53%	40	20	30	60-90

Gewas	Teelt	Opbrengst (ton)			Omreken- factor	N-inhoud (kg/ton)		N-opname (Kg/ha)			Omreken- factor	Lat. N (kg/ha)		Diepte (cm)	
		Oogst ³	Rest ⁴	Tot.		rest/tot.	Oogst	Rest	Oogst	Rest		Totaal	rest/tot.	Start ⁵	Bij ⁶	Start^{7}	Bij^{8}
Savooi kool	Vers	35	35	70	50%	3,5	4	122,5	140	262,5	53%	40	20	30	60
	Industrie	40	40	80	50%	3,5	4	140	160	300	53%	40	20	30	60-90
Bleekselder	Vers	50	30	80	38%	2,5	2,5	125	75	200	38%	50	50	30	30
	Industrie	50	30	80	38%	2,5	2,5	125	75	200	38%	50	50	30	30
Groene selder	Vers	50	30	80	38%	2,5	2,5	125	75	200	38%	50	50	30	30
	Industrie	50	30	80	38%	2,5	2,5	125	75	200	38%	50	50	30	30
Knolselder	Vers	50	25	75	33%	2,5	3	125	75	200	38%	60	40	30	60
	Industrie	50	25	75	33%	2,5	3	125	75	200	38%	60	40	30	60
Spinazie	Vers	20	5	25	20%	4	4	80	20	100	20%	40	40	30	30
	Industrie	25	15	40	38%	3,6	3,6	90	54	144	38%	40	40	30	30
Broccoli		15	55	70	79%	4,5	3,5	67,5	192,5	260	74%	80	40	30	60
Radicchio		28	22	50	44%	2,5	2,5	70	55	125	44%	50	40	30	60
Chinese kool		70	50	120	42%	1,5	1,8	105	90	195	46%	40	20	30	60
Courgette		65	55	120	46%	1,6	3	104	165	269	61%	40	20	30	60
Wortelen	Was	70	20	90	22%	1,3	3	91	60	151	40%	20	20	30	60
	Bussel	60	10	70	14%	1,3	3	78	30	108	28%	20	20	30	60
Andijvie		60	20	80	25%	2	2	120	40	160	25%	50	40	30	60

Gewas	Teelt	Opbrengst (ton)			Omreken- factor	N-inhoud (kg/ton)		N-opname (Kg/ha)			Omreken- factor	Lat. N (kg/ha)		Diepte (cm)	
		Oogst ³	Rest ⁴	Tot.		rest/tot.	Oogst	Rest	Oogst	Rest		Totaal	rest/tot.	Start ⁵	Bij ⁶	Start^{7}	Bij^{8}
Venkel		40	30	70	43%	2	3	80	90	170	53%	60	40	30	60
Sla		50	10	60	17%	1,8	1,8	90	18	108	17%	50	40	30	30
Aardbei ²	Verse planten	23	17	40	42 %	2,2	4,7	40	80	120	62 %	40	30	30	30

Bron: Handboek KNS IGZ 2007

² Jvs PCFruit-PAH '96-'99

³ Oogst: het gedeelte van de plant dat effectief geoogst wordt.

⁴ Rest: het gedeelte van de plant dat niet wordt geoogst en bijgevolg achterblijft op het veld.

⁵ Start: Hoeveelheid latente stikstof die nodig is bij de start van de teelt

⁶ Bij: Hoeveelheid latente stikstof die nodig is op het moment dat de teelt wordt bijbemest

⁷ Start: bewortelingsdiepte bij de start van de teelt

⁸ Bij: bewortelingsdiepte op het moment dat de teelt wordt bijbemest

3.2.2 N-opname en productiecijfers groenten in Vlaanderen

Om de opnamecijfers en productieniveaus voor Vlaanderen te bepalen, zijn relevante rassen- en bemestingsproeven van de Vlaamse praktijkcentra vanaf 2000 geselecteerd. Hierbij werden enkel deze proeven weerhouden waarbij een normaal tot goed productieniveau met aanvaardbare productkwaliteit bekomen werd. Hierbij werd tevens gelet dat de geselecteerde cultivars ook frequent in de praktijk voorkomen. Onderstaande Tabel 6 is een samenvatting van de bekomen cijfers uit proeven van de praktijkcentra. De uitgebreide basislijst is te raadplegen in de excel als bijlage bij dit document (tabblad brongegevens).

Waar de bekomen cijfers gebaseerd zijn op onvoldoende cijfermateriaal en waar bijkomend onderzoek gewenst is, kan dit cijfer vervangen worden door gegevens uit andere projecten, buitenlandse cijfers ... zoals aangegeven in de exceltabel.

Bij de meeste proeven werd enkel de vermarktbaar productie bepaald. Om de totale productie te berekenen, werd als basis de verhouding vermarktbaar tov totale productie overgenomen vanuit het KNS handboek, tenzij anders aangegeven. Bij sommige proeven werd zowel de vermarktbaar als totale productie bepaald en dan is er ook met deze gegevens gerekend.

De N-concentratie van het gewas is overgenomen uit KNS handboek, tenzij anders aangegeven. Deze N-concentratie wordt gebruikt om de N-opname te berekenen via de productiegegevens.

Bij aardbei wordt in de praktijk bij een aantal teelten om de 10 dagen gefertigeerd in bepaalde periodes zoals weergegeven met de rode cijfers. Het is echter niet noodzakelijk om voor iedere bijbemesting een bijkomend staal te nemen.

Voor een aantal teelten werd de latente N berekend op basis van een aantal bemestingsproeven. Hiertoe werd het gemiddelde bepaald van de nitraatresidu dat op het einde van de teelt in de bewortelbare zone aanwezig was. Het einde van deze teeltperiode valt daarom niet samen met de controleperiode 1 oktober-15 november. De latente N is de minimale hoeveelheid stikstof die voorradig dient te zijn in de bewortelbare zone om effectieve N-opname door het gewas te hebben.

Alle brongegevens zijn te raadplegen in de excel als bijlage (Tabblad 'bron latent' is een oplistijng van alle proefgegevens die meegenomen werden in deze oefening; Tabblad 'latente N' bevat de gegevens van latente N per teelt die weerhouden werden).

Per proef werden verschillende objecten (trappen) opgenomen in de tabel. Een optimale trap (opt), een nulbemesting (0), een onder bemeste trap (min) en een over bemeste trap (meer).

De oefening bestond er in om per proef één bepaald object te weerhouden en mee te nemen in de berekening van de gemiddelde residuele N die bekomen werd op het einde van de teelt. De objecten die hiervoor weerhouden werden staan in het vet aangeduid in de kolom latente N. Deze objecten werden geselecteerd op basis van de bekomen opbrengst en kwaliteit van het bepaalde object en er werd ook rekening gehouden met de bemestingsdosis en de bekomen residuele N op het einde van de teelt. Op die manier werd steeds het object weerhouden met een aanvaardbare opbrengst en kwaliteit en de laagste residuele N. Er werd niet gestreefd naar topproducties.

Op basis van het gemiddelde van de weerhouden gegevens per teelt werd een voorstel voor latente N gegeven. Sla werd onderverdeeld in lichtere en zwaardere slasoorten.

Voor de teelten waarvan er geen of onvoldoende proefgegevens beschikbaar waren, gebeurde er een gelijkstelling van bepaalde teelten voor latente N niveau wegens gelijkaardige teelt, wortelstelsel.... Deze gelijkstelling gebeurde van broccoli en chinese kool aan bloemkool, bleek- en groene selder aan venkel, kropsla en ijsbergsla en radicchio aan andijvie en romeinse sla. Voor al de overige teelten wordt de latente N overgenomen uit het KNS.

Informatief werd in het tabblad 'nul-trap' nog een overzicht gegeven van alle onbemeste objecten. Deze set toont de variabiliteit van de residuele N op het einde van de teelt aan, zelfs al werd er niet bemest.

Alle cijfers in de hierboven beschreven oefening die bekomen werden op basis van proefgegevens werden gevalideerd door een experten panel. Evenals er slechts een beperkt aantal proefgegevens voor handen waren, werd het gemiddelde cijfers door de experten vaak als praktijkwaardig en bruikbaar bevonden

Tabel 6. Vlaams cijfermateriaal voor groenteteelt ifv verschillende productieperiodes

Teelt	Plant/zaai	Oogst	Vermarktbaar productie (T/ha)	Totale productie (T/ha)	N- opname (kg/ha)	Latente N einde teelt (kg/ha) volgens bewortelings -diepte	Bewortelings -diepte (cm)	STDE V produ ctie	Opm
Prei	mrt - half apr	jun-jul	50	72	215	60	60	15	(7) (10)
Prei	half apr - half juli	aug - feb	50	72	215	60	60	12	(7) (10)
Prei	half juli - half aug	maart-apr	50	72	215	60	60	8	(7) (10)
Bloemkool	mrt - half apr	mei - juni	35	80	240	80	60	5	(1) (7) (10)
Bloemkool	half apr - juli	jun-nov	35	80	240	80	60	5	(7) (10)
Witte kool	apr - mei	juli - sept	95	154	355	25	60	9	(5) (12) (13)
Witte kool	mei - juni	okt - nov	95	154	355	25	60	9	(5) (12) (13)
Rode kool	mei - juni	okt - nov	75	138	315	20	60	12	(5) (12)
Savooikool	apr-mei	juli - okt	40	80	320	20	60		(2) (7) (12)
Savooikool	mei-juni	okt-dec	40	80	320	20	60	5	(7) (12)
Bleekselder	half juni - half juli	okt - nov	75	120	275	75	60	23	(6) (10)
Groene selder	half apr - half juni	juli - sept	50	90	235	75	60	16	(1) (6) (10)
Groene selder	half juni - half juli	okt - nov	60	108	280	75	60		(1) (6) (10)
Knolselder	apr-mei	aug-nov	90	144	250	40	60	17	(5)
Spinazie	mrt	mei	25	44	160	75	60	6	(5) (10) (11)

Teelt	Plant/zaai	Oogst	Vermarktbare productie (T/ha)	Totale productie (T/ha)	N-opname (kg/ha)	Latente N einde teelt (kg/ha) volgens bewortelings -diepte	Bewortelings -diepte (cm)	STDE V productie	Opm
Spinazie	apr-aug	jun-okt	25	44	160	75	60	5	(5) (10) (11)
Spinazie	half sept - half nov	maart-apr	25	44	160	75	60		(5) (10) (11)
Radicchio	maart-juli	juni-nov	30	54	135	55	60	4	(7) (10) (11)
Chinese kool	maart-aug	mei-nov	75	125	225	80	60	19	(7) (10)
Courgette	april-juni	juni-okt	110	140	275	20	60	18	(3) (6) (8)
Wortelen	maart-juli	juli-dec	100	135	200	25	60	16	(3) (4) (8)
Broccoli	apr - juli	jun-nov	20	93	280	80	60	4	(7) (10)
Andijvie	apr-aug	mei-nov	75	105	210	55	60	15	(7) (10) (11)
Venkel	half maart-juli	mei-nov	35	70	175	75	60	8	(6) (10)
Stamslaboon	half mei - juli	juli-okt	16	32	130	20	60	4	(7) (11)
Kropsla	halfmaart-aug	mei-okt	55	83	150	55	30	10	(7) (10)
Alt sla (licht)	halfmaart-aug	mei-okt	35	47	90	55	30	7	(7) (10)
Ijsbergsla	halfmaart-aug	mei-okt	50	75	150	55	30	21	(6) (10)
Alt sla (zwaar)	halfmaart-aug	mei-okt	45	60	120	55	30	10	(7) (10)
Ajuin	april-mei	aug-sep	70	98	195	30	60	13	(2) (7)
Schorseneer	april	okt-nov	30	40	100	25	90	8	(7) (8)
Pompoen	mei	okt	40	80	200	25	60	33	(1) (7)
Aardbei (junidragers normale teelt)	aug	mei-juni	23	40	120	40	30		(9)
Aardbei (junidragers verlate teelt)	maart-juli	juni-okt	18	30	80	40	30		(9)

Teelt	Plant/zaai	Oogst	Vermarktbaar productie (T/ha)	Totale productie (T/ha)	N- opname (kg/ha)	Latente N einde teelt (kg/ha) volgens bewortelings- diepte	Bewortelings- diepte (cm)	STDE V produ ctie	Opm
Aardbei (doordragers)	maart-apr	juni-okt	23	40	120	40	30		(9)
Aardbei vermeerdering (junidragers)	maart	aug	20	20	120	40	30		(9)
Aardbei wachtbed (opkweek junidragers)	aug	dec	3	3	40	40	30		(9)

Producties zijn proefveldgegevens, er wordt geen rekening gehouden met onbetaalde oppervlaktes voor spuitgangen, kopakkers etc ,,,

- (1) bron IGZ wegens te beperkte aantal cijfers uit eigen proeven
- (2) beperkte brongegevens aanvullend geverifieerd met gegevens IGZ 2011
- (3) totale productie bekomen uit metingen en niet door omrekeningen vanuit marktbaar productie
- (4) N concentraties op basis van proef BDB: Onderzoek naar de bemestings- en bodemverbeterende waarde van GFT-compost via een meerjarige proef op akkerland (2000; 2004; 2013).
- (5) N concentraties op basis van ECOFERT proeven 2008-2014
- (6) N concentraties IGZ 1989
- (7) N concentraties IGZ 2011
- (8) omrekening tussen vermarktbaar en totale productie op basis van proefgegevens
- (9) Jaarverslag PCFruit-PAH 1996-1999
- (10) aangepaste latente N op basis van proefgegevens (gelijkstelling van broccoli en chinese kool aan bloemkool, bleek- en groene selder aan venkel, kropsla en ijsbergsla en radicchio aan andijvie en romeinse sla, schorseneer en pompoen aan wortelen). De basisgegevens zijn een beperkte dataset met soms sterk uiteenlopende cijfers. De opgenomen cijfers werden getoetst tov het cijfermateriaal uit IGZ 1989 & 2011.
- (11) bewortelingsdiepte situeert zich tussen 30 en 60 cm, idealiter is bewortelingsdiepte 45 cm
- (12) bewortelingsdiepte situeert zich tussen 60 en 90 cm, idealiter is bewortelingsdiepte 75 cm
- (13) bij witte kool bestaat er een groot verschil in vermarktswijze (verse markt vs industrie), tabel opgemaakt voor industrieteelt

3.2.3 Bemonsteringstijdstip groenten in Vlaanderen

Het meest geschikte tijdstip voor bemonstering van de bodem voor bijbemesting wordt in onderstaande tabel aangegeven per week na zaai/plant. Indien er niks staat aangegeven bij de betreffende teelt en plantperiode, dan leent deze teelt voor deze periode zich er niet toe om te werken met een systeem van bijbemesting (expertkennis). Dat het systeem van bijbemesting reeds frequent wordt toegepast binnen Vlaanderen wordt aangetoond via Bijlage 11.

Tabel 7. Geschikte tijdstip voor bemonstering voor bijbemesting groenten

Teelt	plant	oogst	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33		
Prei	mrt - half apr	jun-jul						■	■																												
Prei	half apr - half juli	aug - feb						■	■	■	■	■	■																								
prei	half juli - half aug	maart-apr						■	■	■	■															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bloemkool	mrt - half apr	mei - juni																																			
Bloemkool	half apr - juli	jun-nov		■	■	■																															
Witte kool	apr - mei	juli - sept					■	■	■	■																											
Witte kool	mei - juni	okt - nov					■	■	■	■	■	■	■																								
Rode kool	mei - juni	okt - nov					■	■	■	■	■	■	■																								
savooikool	apr-mei	juli - okt					■	■	■	■																											
savooikool	mei-juni	okt-dec					■	■	■	■	■	■	■																								
Bleekselder	half juni - half juli	okt - nov					■	■	■	■	■	■	■																								

Teelt	plant	oogst	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33	
Groene selder	half apr - half juni	juli - sept																																		
Groene selder	half juni - half juli	okt - nov																																		
knolselder	apr-mei	aug-nov																																		
Spinazie	mrt	mei																																		
Spinazie	apr-aug	jun-okt																																		
Spinazie	half sept - half nov	maart-apr																																		
Radicchio	maart-juli	juni-nov																																		
Chinese kool	maart-aug	mei-nov																																		
Courgette	april-juni	juni-okt																																		
wortelen	maart-juli	juli-dec																																		
Broccoli	apr - juli	jun-nov																																		
Andijvie	apr-aug	mei-nov																																		
Venkel	half maart-juli	mei-nov																																		
stamslaboon	half mei - juli	juli-okt																																		
kropsla	halfmaart-aug	mei-okt																																		

Teelt	plant	oogst	W/1	W/2	W/3	W/4	W/5	W/6	W/7	W/8	W/9	W/10	W/11	W/12	W/13	W/14	W/15	W/16	W/17	W/18	W/19	W/20	W/21	W/22	W/23	W/24	W/25	W/26	W/27	W/28	W/29	W/30	W/31	W/32	W/33				
alt sla (licht)	halfmaart-aug	mei-okt																																					
ijsbergsla	halfmaart-aug	mei-okt																																					
alt sla (zwaar)	halfmaart-aug	mei-okt																																					
suikerbrood	half maart-half aug	juni-nov																																					
ajuin	april-juni	okt		■	■																																		
schorseener									■	■	■																												
pompoen	mei	okt																																					
aardbei (junidragers normale teelt)	aug	mei-juni		■																																			
aardbei (junidragers verlate teelt)	Maart-juli	juni-okt			■	■	■																																
aardbei (doordragers)	Maart-apr	juni-okt						■	■							■	■																						
aardbei vermeerdering (junidragers)	maart				■	■								■	■																								
aardbei wachtbed (opkweek junidragers)	aug			■	■																																		

Het moment van staalname is sterk afhankelijk van teelt en periode en is vastgelegd op basis van praktijkervaring. Zo zal het tijdstip van bemonsteren bij bloemkool 2^{de} vrucht een stuk vroeger liggen dan bij prei. Dit omdat bloemkool vooreerst een kortere teelt is en bloemkool anderzijds in het begin van de teelt bladmassa vormt en op het einde de kool. Bij prei is de teeltduur langer en is de opname in het begin laag door een zwak wortelstelsel, vandaar het latere tijdstip van bemonsteren. Tevens is er een periode tussen staalname voor bijbemesting en de effectieve werking van de toegediende meststoffen bij bijbemesting. De overlapperiode voor werking van toegediende meststoffen voor bijbemesting werd vastgesteld op 3 weken.

Er zijn ook een aantal teelten waar geen tijdstip voor tussentijdse staalname is weergegeven. Dit heeft verschillende oorzaken. Bij bladgewassen (sla, spinazie en dergelijke) bijvoorbeeld zou het toedienen van een extra bemesting tijdens de teelt teveel schade teweeg brengen. De teelt van stamslaboon is laag stikstofbehoefstig en kort wat een extra bemesting overbodig maakt. Pompoen is dan weer een te weelderig gewas waardoor de schade door bijbemesting te groot zou zijn.

Bij bloemkool eerste vrucht is een tussentijdse staalname ook minder aan de orde omdat het een korte teelt betreft en onzekere factoren zoals mineralisatie pas na de oogst eind juni ten volle tot uiting komen.

Het tijdstip voor wortel is vrij laat, dit omdat pas vanaf week 8 veel stikstof wordt opgenomen. Anderzijds is het bij de wortelteelt van belang dat er geen overmaat aan stikstof voorradig is naar het einde van de teelt toe om kwaliteitsproblemen te voorkomen.

3.2.4 Uitgewerkt voorbeeld

Bloemkool									
Plant/zaai: half apr - juli; Oogst: jun-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 80									
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	1	4	8	20	42	64	57	32	12
cumulatieve N-opname	1	5	12	33	75	139	196	228	240
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	219	218	214						
streefwaarde N-voorraad (0-60)				308	287	245	181	124	92

De streefwaarde bij het begin van de teelt is de som van de N-opname van de eerste 6 teeltweken vermeerderd met de benodigde hoeveelheid latente stikstof, verminderd met het verschil in latente stikstof tussen het begin van de teelt en het moment van staalname voor bijbemesting. De streefwaarde is in rood en onderlijnd aangegeven. Voor week 2 en 3 is de streefwaarde van week 1 verminderd met de reeds opgenomen stikstof. De streefwaarde is gebaseerd op een extra staalname tijdens de teelt in week 3 à 4 na planten. Zo kan tijdens week 4 à 5 een bijbemesting worden uitgevoerd (er wordt ± 1 week voorzien voor de analyse met bijhorend advies). De streefwaarde in week 4 is de som van de opname van week 4 tot einde teelt vermeerderd met de benodigde hoeveelheid latente stikstof in week 4, verminderd met het verschil in latente stikstof tussen de staalname voor bijbemesting en einde teelt. Op die manier is het inderdaad zo dat de opnames van week 4, 5 en 6 zowel in de streefzone van week 1 als van week 4 zijn opgenomen. Dit is noodzakelijk om de periode tussen staalname en bijmesten (of beter nog beschikbaarheid van de nutriënten na bijmesten) te overbruggen. De overlapping zorgt niet voor problemen naar advisering toe aangezien de streefwaarde wordt verminderd met de nog beschikbare stikstof in het bodemprofiel. Dus stel dat in week 4 een bodemstaal wordt genomen, zal de stikstof voor week 5 die reeds was voorzien in de streefwaarde bij het begin van de teelt nog gemeten worden in het profiel en bijgevolg verminderd worden van de streefwaarde van 308 eenheden werkzame N in week 4.

Voor de tabellen is het bovenste gedeelte (N-opname) steeds gegeven voor het einde van de desbetreffende week en het onderste gedeelte (streefwaarde) bij het begin van de week.

Het uiteindelijke advies wordt bekomen door de streefwaarde voor de desbetreffende week te nemen en dit te verminderen met de aanwezige bodemvoorraad in de bewortelbare zone, de te verwachten mineralisatie en eventuele vrijstelling uit oogstresten of groenbedekker.

Advies = streefwaarde – bodemvoorraad – mineralisatie (- N oogstresten of groenbedekker).

3.2.5 N-opnametabellen en N-opnamecurves groenten Vlaanderen

In onderstaande tabellen zijn de effectief aangepaste tabellen met Vlaamse gegevens opgenomen. Bij deze tabellen werd de BBCH code (Biologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt und **CH**emische Industrie) niet meegenomen omdat dit praktisch niet werkzaam is. Deze tabellen zijn uitgewerkt voor Vlaamse omstandigheden, in de veronderstelling van geen groeistilstand. Er wordt aangegeven vanaf welke week de bodemvoorraad tot een bepaalde diepte moet beschouwd worden. De bemonsteringsdiepte dient in dit opzicht in die periode dan ook tot op deze diepte worden uitgevoerd.

De opnameniveaus per week werden recht evenredig aangepast door lineaire extrapolatie op basis van de opbrengstgegevens. In functie van het aantal weken na planten wordt de effectieve noodzakelijke hoeveelheid N in de laag 0-30, 0-60 of 0-90 cm aangegeven.

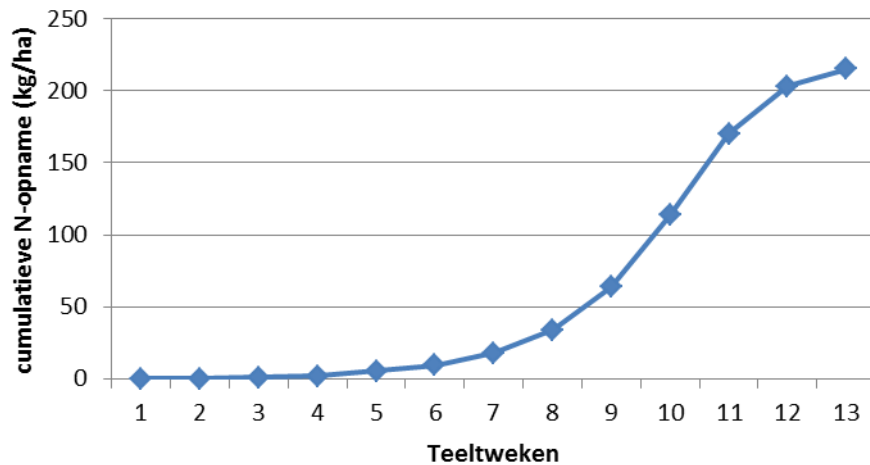
Alle onderstaande tabellen werden opgesteld vanuit een modulaire eenheid. Dit heeft als gevolg dat er afrondingsfouten kunnen optreden en verklaren waarom er soms enkele kg N verschil optreden.

Prei

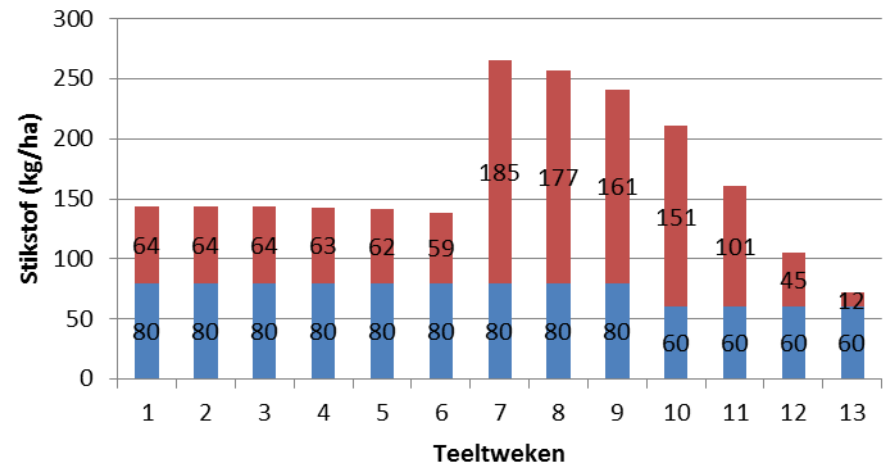
Plant/zaai: mrt - half apr; Oogst: jun-jul; Vermarktbaar productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 72

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N-opname teelt (kg/ha)	0	0	1	1	3	4	9	16	30	50	56	33	12
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	0	1	2	5	10	18	34	64	114	170	203	215
Voorraad latente N (kg/ha)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	60	60	60	60
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	<u>144</u>	144	144	143	142	139							
Streefwaarde N-voorraad (0-60cm) (kg/ha)							<u>265</u>	257	241	211	161	105	72

Prei (maart-half april)



Prei (maart-half april)

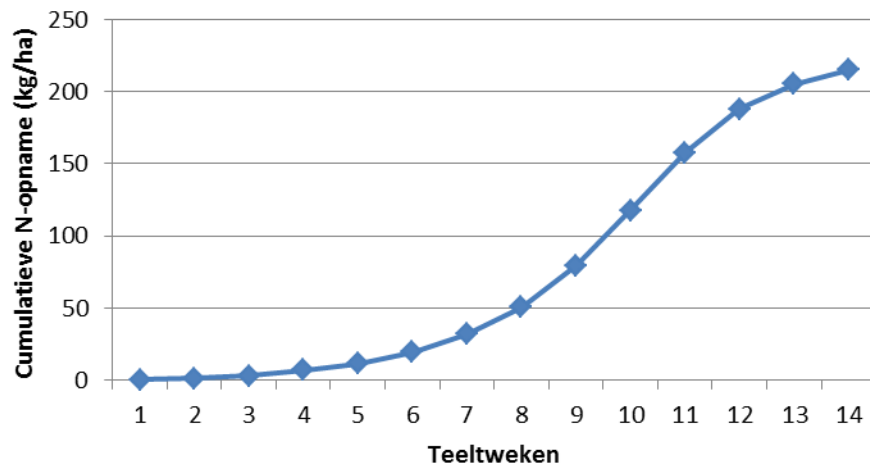


Prei

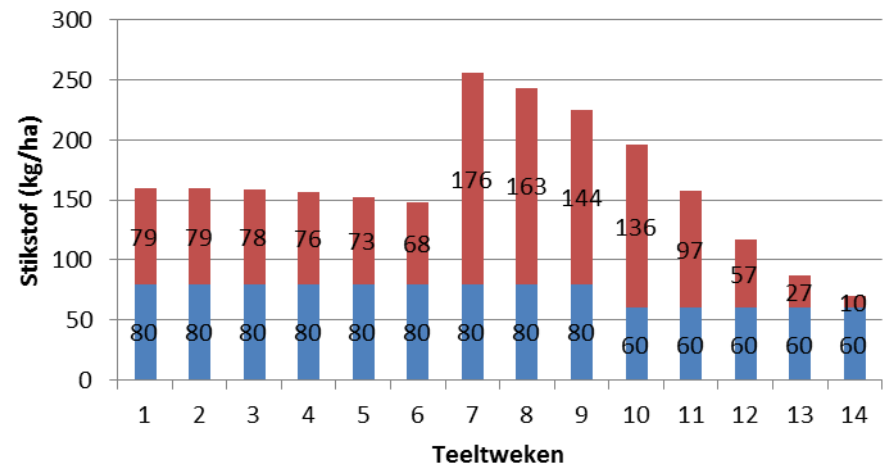
Plant/zaai: half apr - half juli; Oogst: aug - feb; Vermarktbare productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 72

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N-opname teelt	0	1	2	4	5	8	12	19	29	38	40	31	17	10
cumulatieve N-opname	0	1	3	7	11	19	32	51	79	118	158	188	205	215
Voorraad latente N	80	80	80	80	80	80	80	80	80	60	60	60	60	60
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>159</u>	159	158	156	153	148								
streefwaarde N-voorraad (0-60)							<u>256</u>	243	224	196	157	117	87	70

Prei (half april-half juli)



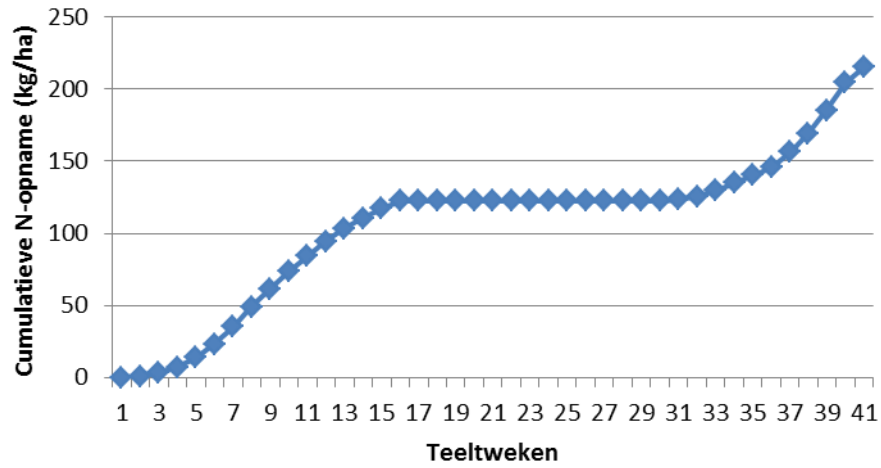
Prei (april-half juli)



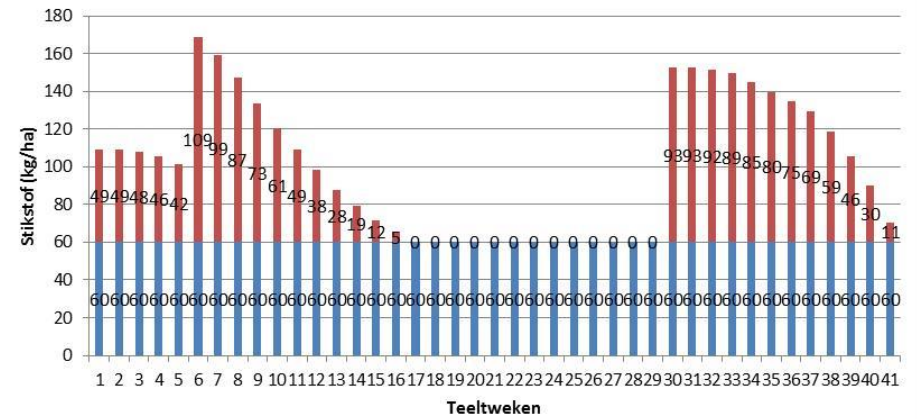
Prei																							
Plant/zaai: half juli - half aug; Oogst: maart-apr; Vermarktbaar productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 72																							
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
N-opname teelt	0	1	2	4	6	10	12	14	13	12	11	11	9	7	6	5	0	0	0	0			
cumulatieve N-opname	0	1	3	7	14	23	35	49	62	73	84	95	103	111	117	122	122	122	122	122			
Voorraad latente N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60			
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60			
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>109</u>	109	108	106	102																		
streefwaarde N-voorraad (0-60)									<u>169</u>	159	147	133	121	109	98	88	79	72	65	60	60	60	60

Prei																						
Plant/zaai: half juli - half aug; Oogst: maart-apr; Vermarktbaar productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 72																						
Weken na plant	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
N-opname teelt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	5	5	11	13	16	19	11	
cumulatieve N-opname	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	123	126	130	135	140	146	156	169	185	204	215	
Voorraad latente N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Bewortelingsdiepte	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
streefwaarde N-voorraad (0-30)																						
streefwaarde N-voorraad (0-60)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	<u>153</u>	153	152	149	145	140	135	129	119	106	90	71

Prei (half jul-half aug)

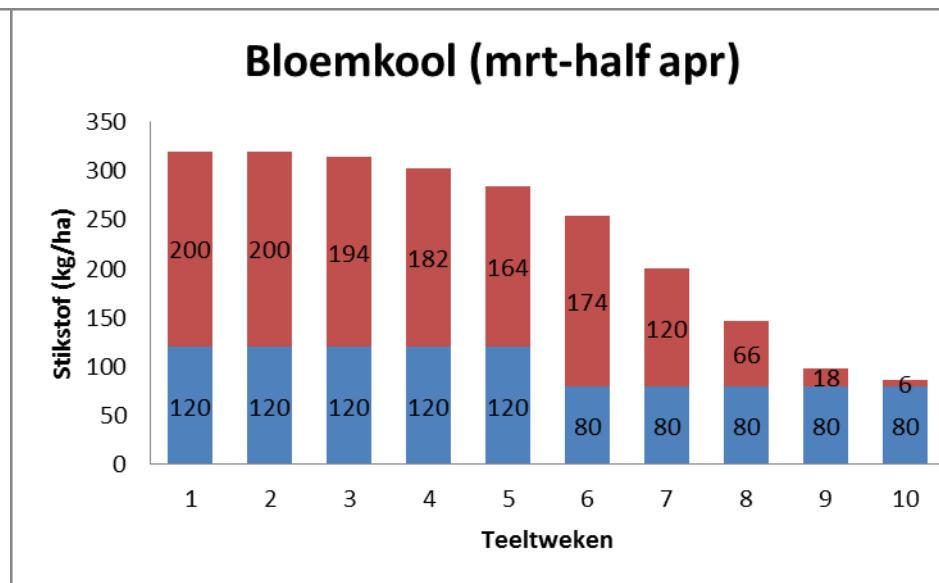
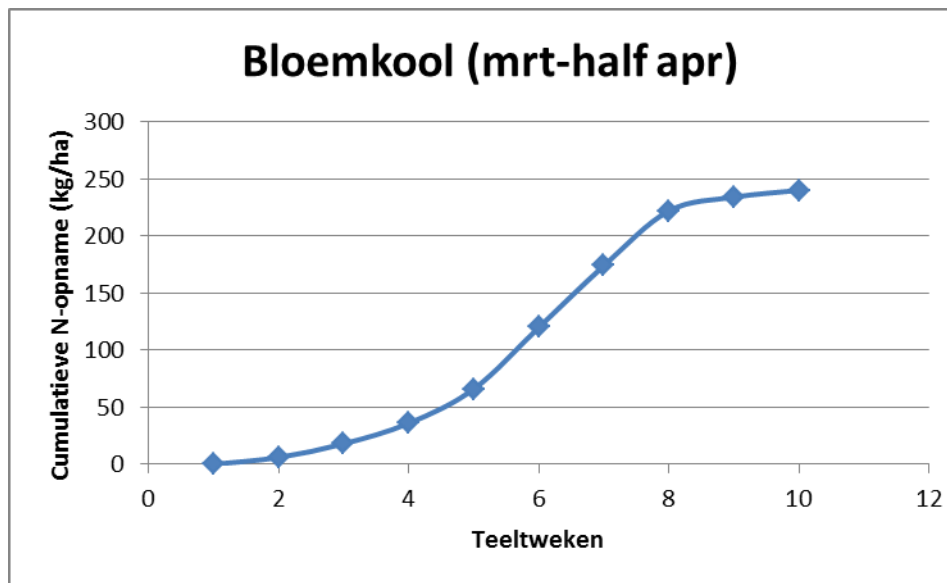


Prei (half jul-apr)



Bloemkool met plantperiode maart tot half april is een lange teelt, maar meestal afgedekt waardoor geen bijbemesting voorzien is.

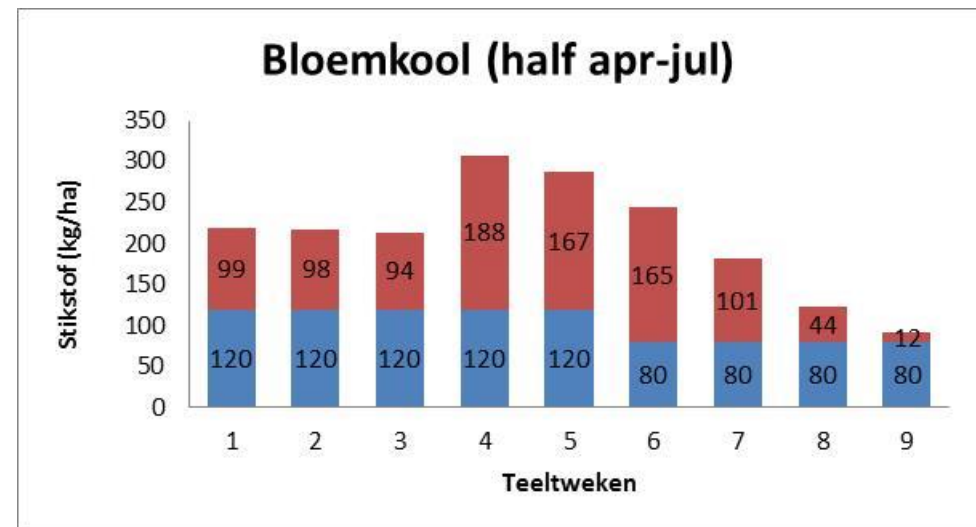
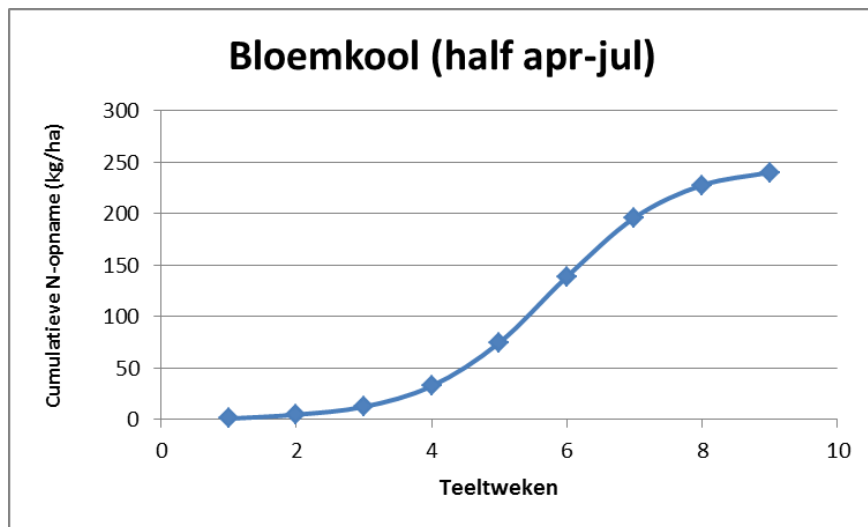
Bloemkool										
Plant/zaai: mrt - half apr; Oogst: mei - juni; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 80										
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N-opname teelt	0	6	12	18	30	54	54	48	12	6
cumulatieve N-opname	0	6	18	36	66	120	174	222	234	240
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)										
streefwaarde N-voorraad (0-60)	<u>320</u>	320	314	302	284	254	200	146	98	86



Bloemkool

Plant/zaai: half apr - juli; Oogst: jun-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 80

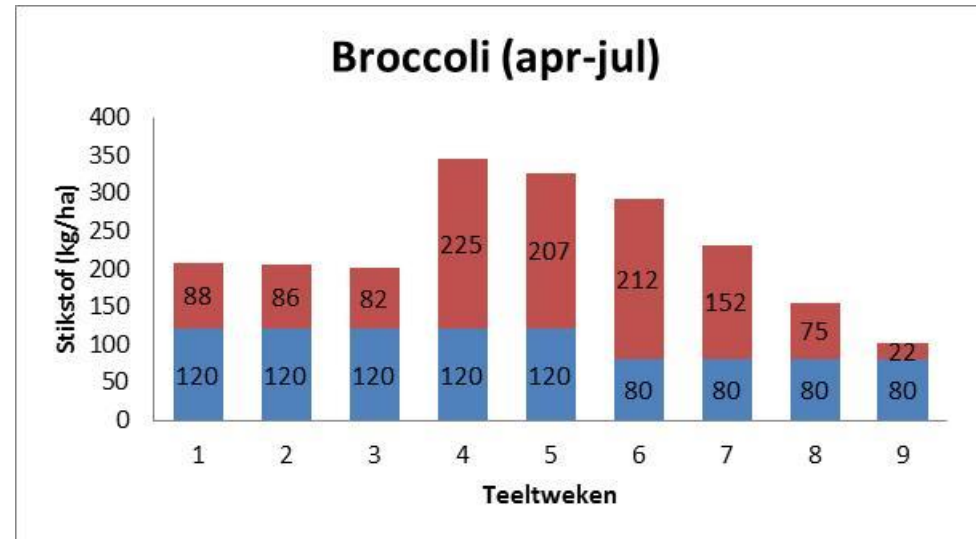
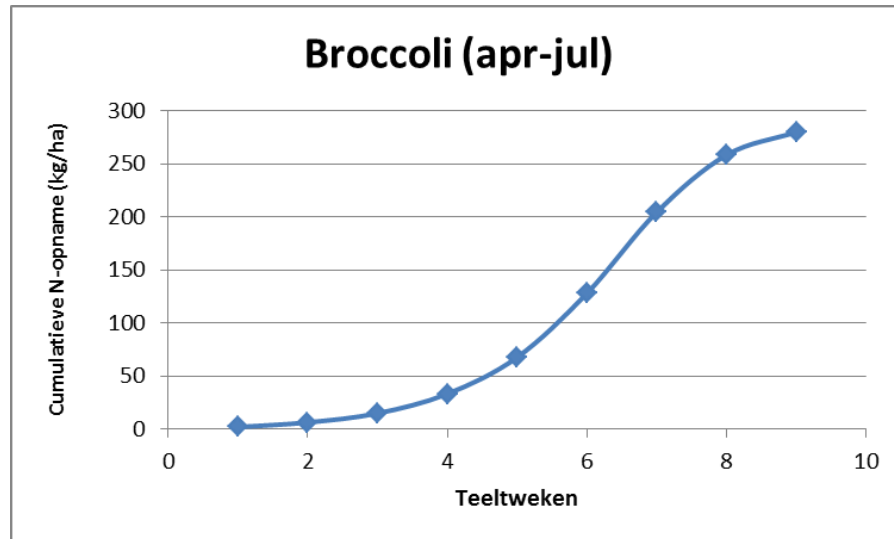
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	1	4	8	20	42	64	57	32	12
cumulatieve N-opname	1	5	12	33	75	139	196	228	240
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	219	218	214						
streefwaarde N-voorraad (0-60)				308	287	245	181	124	92



Broccoli

Plant/zaai: apr - juli; Oogst: jun-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 20; Totale productie (T/ha): 93

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	2	4	9	18	34	60	76	54	22
cumulatieve N-opname	2	6	15	33	68	128	205	258	280
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	80	80	80	80
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	208	206	202						
streefwaarde N-voorraad (0-60)				345	327	292	232	155	102

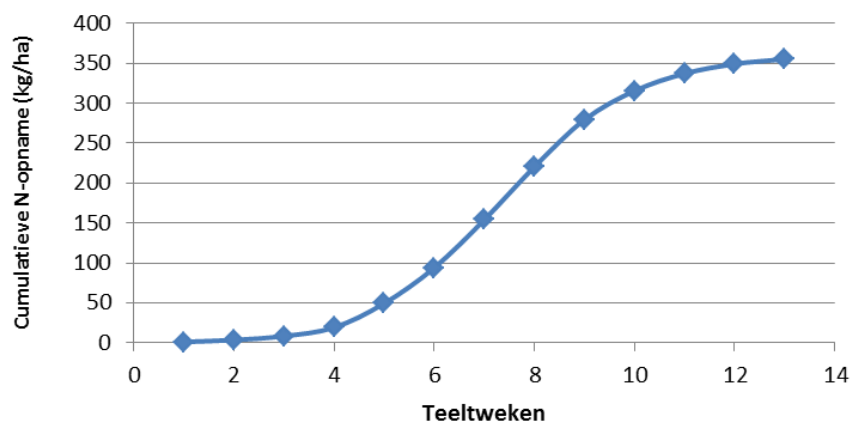


Witte kool

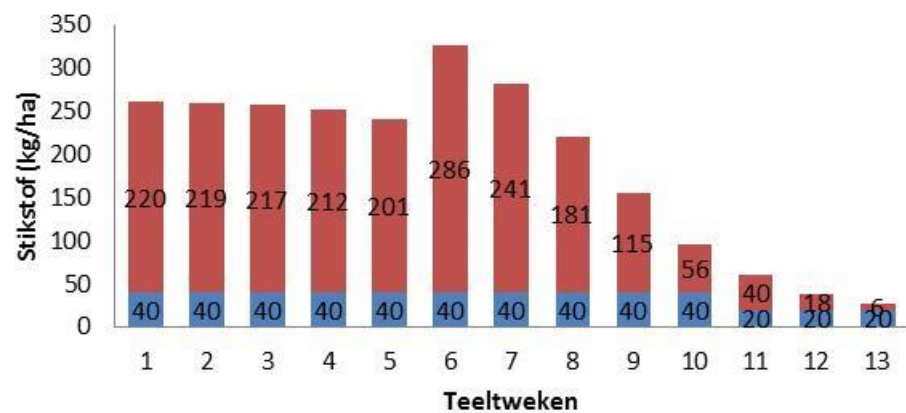
Plant/zaai: apr - mei; Oogst: juli - sept; Vermarktbaar productie (T/ha): 95; Totale productie (T/ha): 154

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N-opname teelt	1	2	5	11	30	45	60	66	59	36	22	12	6
cumulatieve N-opname	1	4	8	19	49	94	154	220	279	315	337	349	355
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>260</u>	259	257	252	241								
streefwaarde N-voorraad (0-60)						326	281	221	155	96	60	38	26

Witte kool (apr-mei)



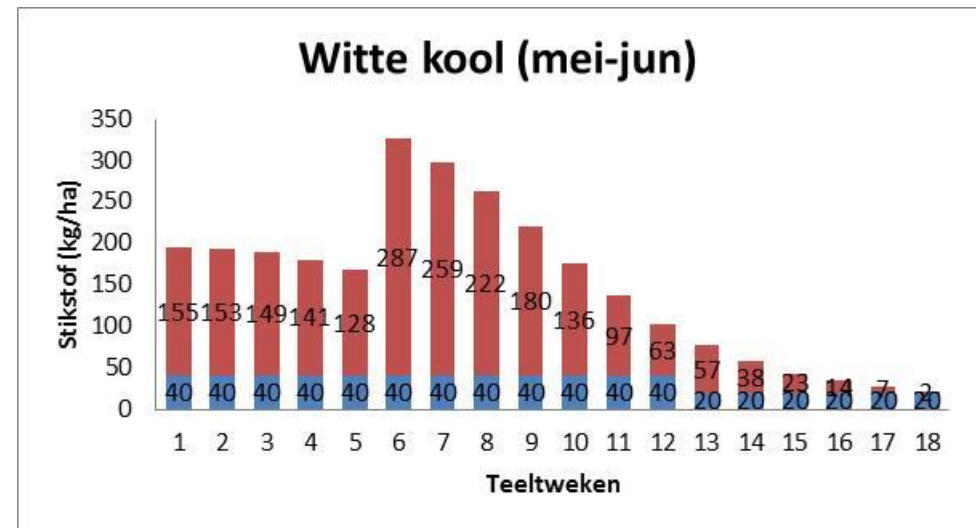
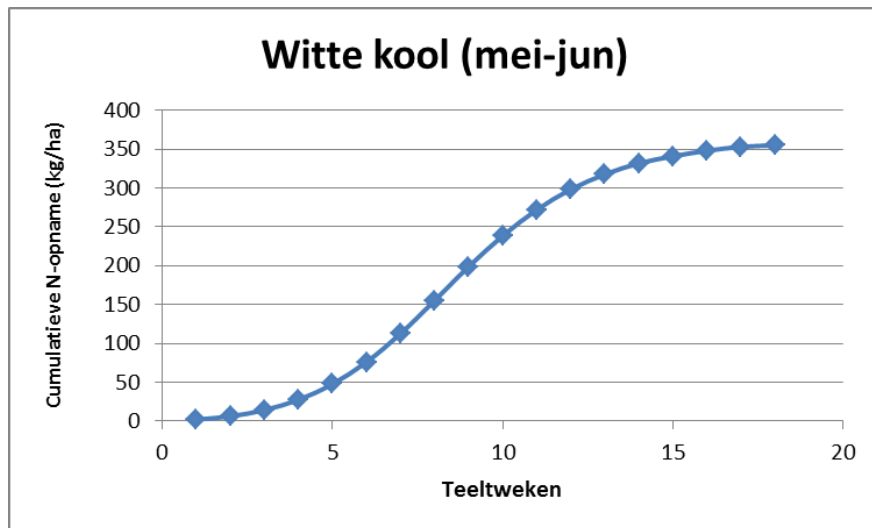
Witte kool (apr-mei)



Witte kool

Plant/zaai: mei - juni; Oogst: okt - nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 95; Totale productie (T/ha): 154

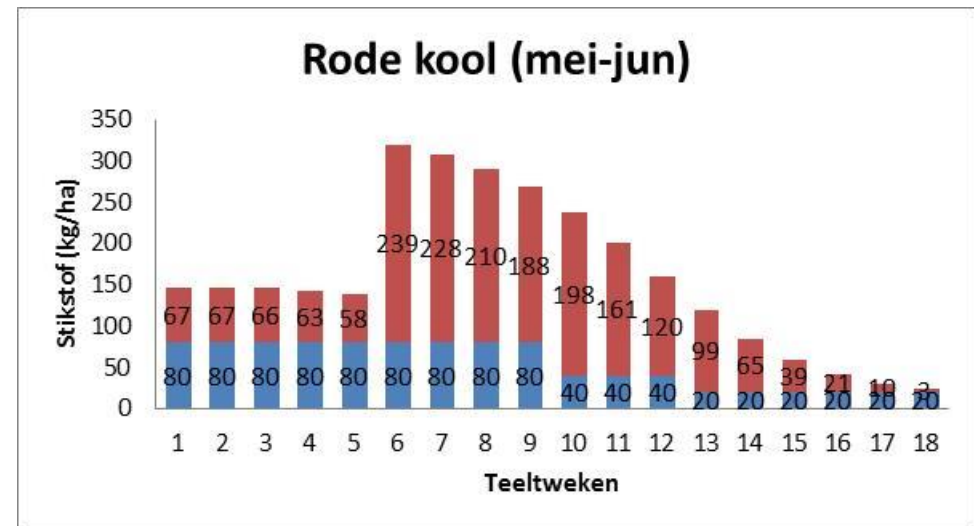
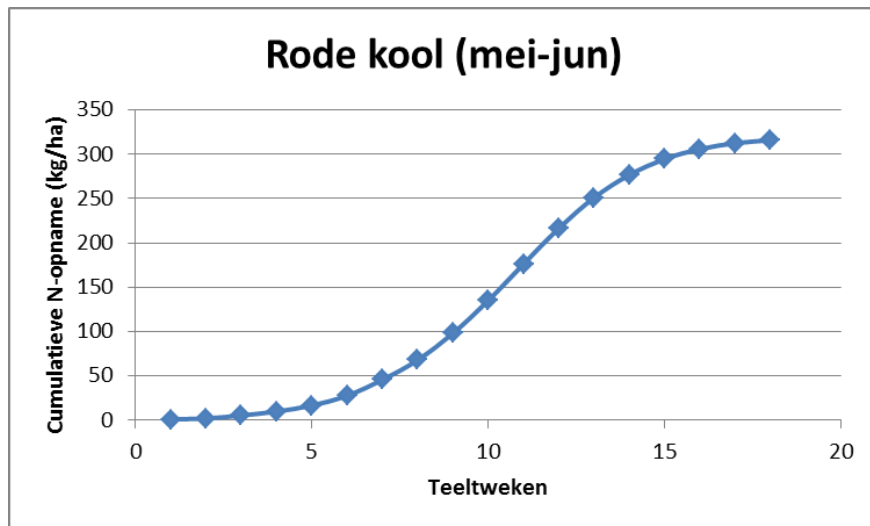
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N-behoefte teelt	2	4	8	13	20	28	37	43	44	40	33	26	19	14	9	7	5	2
cumulatieve N-opname	2	6	14	27	48	76	113	155	199	238	272	298	317	332	341	348	353	355
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>195</u>	193	189	181	168													
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>332</u>	304	267	225	181	142	108	82	63	48	39	32	27



Rode kool

Plant/zaai: mei - juni; Oogst: okt - nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 75; Totale productie (T/ha): 138

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N-opname teelt	0	1	3	4	7	11	18	22	30	37	41	40	35	26	18	11	7	3
cumulatieve N-opname	1	2	5	10	17	28	46	68	98	135	176	217	251	277	295	306	313	316
Voorraad latente N	80	80	80	80	80	80	80	80	80	40	40	40	20	20	20	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>147</u>	147	146	143	138													
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>319</u>	308	290	268	238	201	160	119	85	59	41	30	23

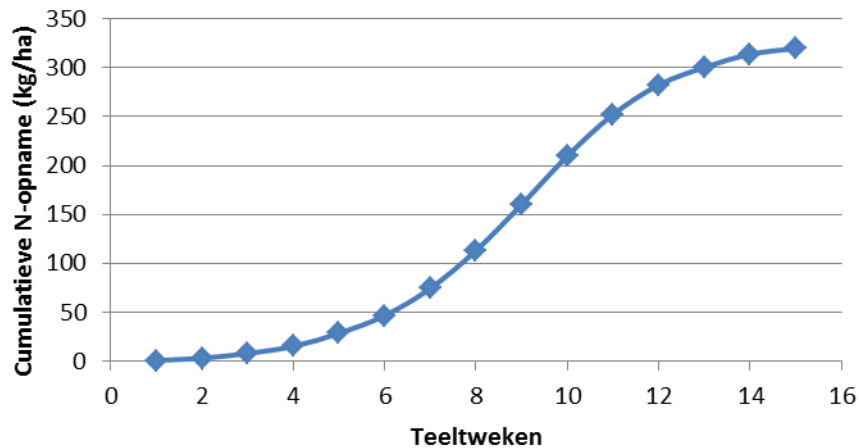


Savooikool

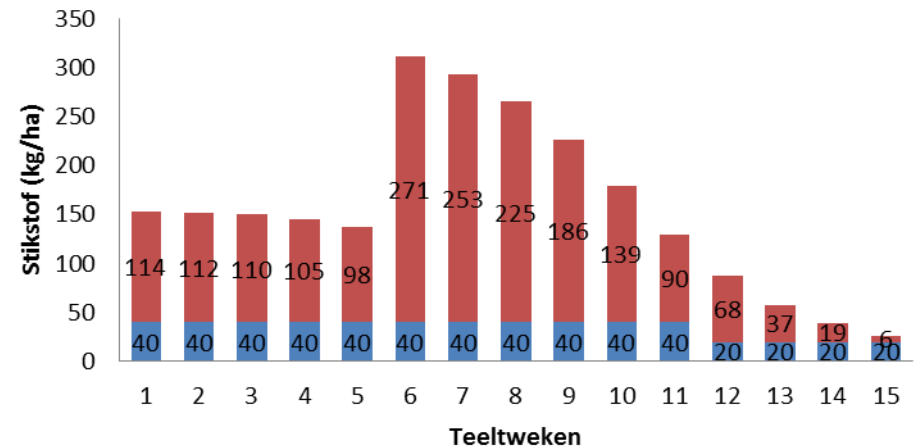
Plant/zaai: apr-mei; Oogst: juli - okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 40; Totale productie (T/ha): 80

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N-opname teelt	1	2	5	7	13	18	28	39	47	50	42	30	18	13	6
cumulatieve N-opname	1	3	8	15	29	47	75	113	160	210	252	282	300	314	320
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>154</u>	152	150	145	138										
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>311</u>	293	265	226	179	130	88	57	39	26

Savooikool (apr-mei)



Savooikool (apr-mei)

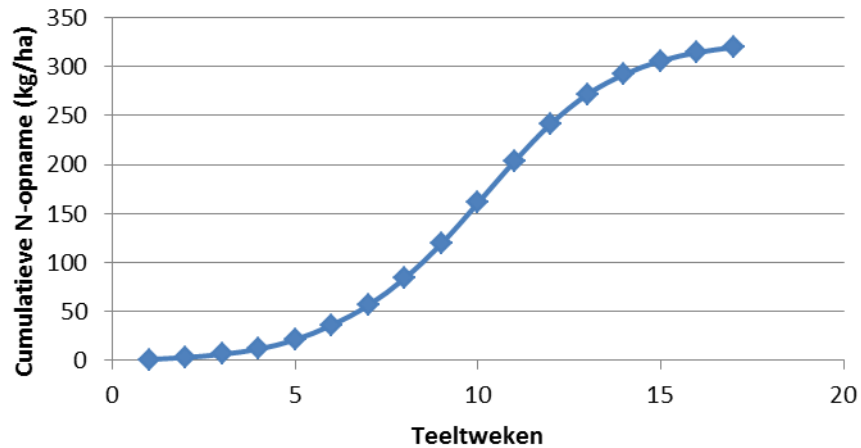


Savooikool

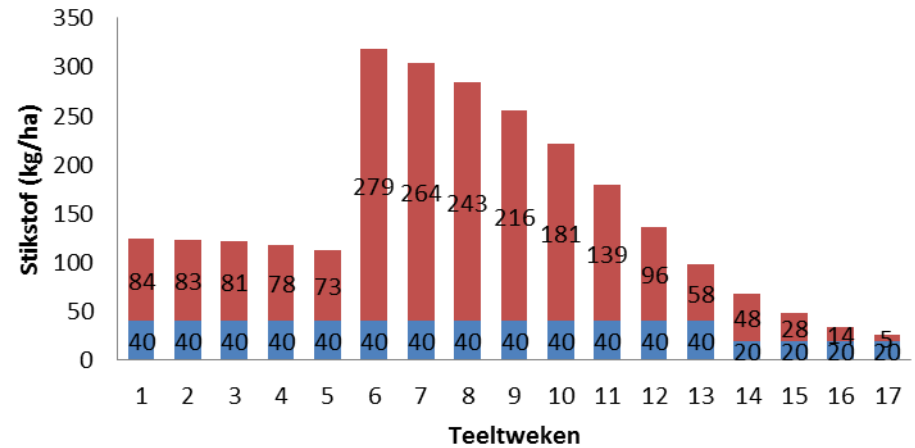
Plant/zaai: mei-juni; Oogst: okt-dec; Vermarktbaar productie (T/ha): 40; Totale productie (T/ha): 80

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N-opname teelt	1	2	3	5	10	15	20	28	35	42	43	38	30	20	14	9	5
cumulatieve N-opname	1	3	6	12	21	36	56	84	119	161	204	242	272	292	306	315	320
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>124</u>	123	121	118	113												
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>319</u>	304	283	256	221	179	136	98	68	48	34	25

Savooikool (mei-jun)



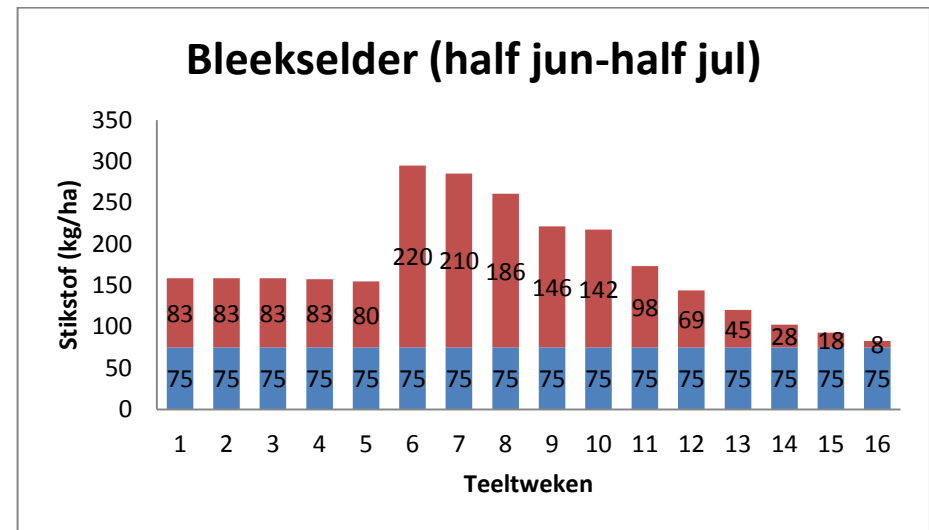
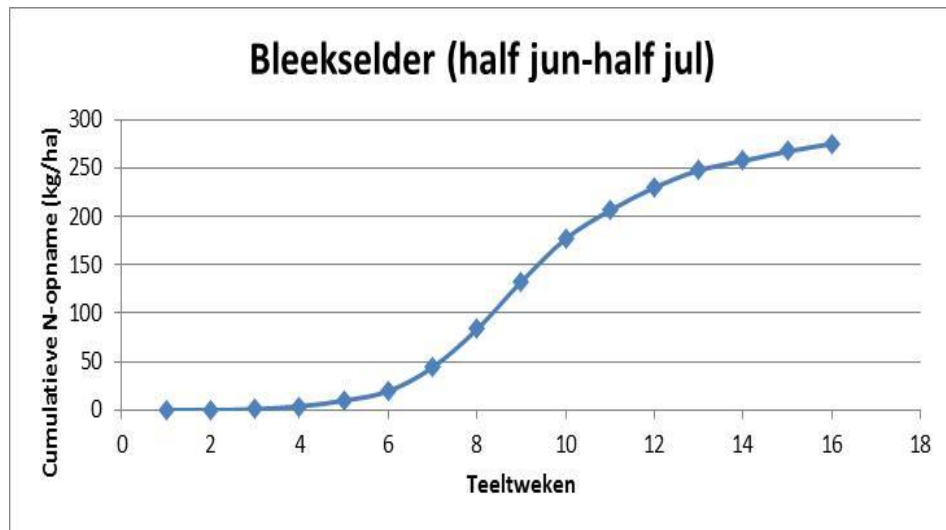
Savooikool (mei-jun)



Bleekselder

Plant/zaai: half juni - half juli; Oogst: okt - nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 75; Totale productie (T/ha): 120

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
N-opname teelt	0	0	1	3	6	10	25	39	49	44	29	24	18	10	10	8
cumulatieve N-opname	0	0	1	4	10	20	44	83	133	177	206	230	248	257	267	275
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>158</u>	158	158	158	155											
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>295</u>	285	261	221	<u>217</u>	173	144	120	103	93	83

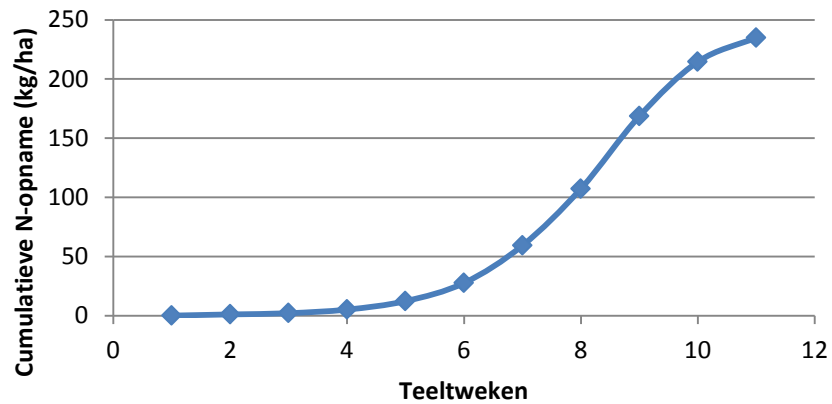


Groene selder

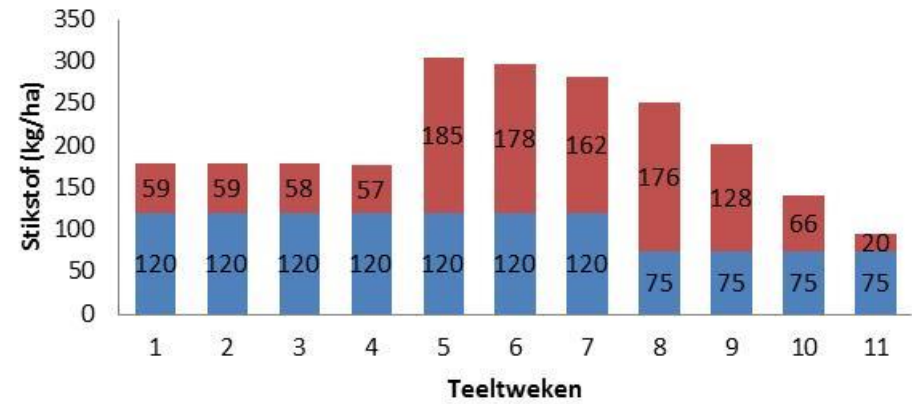
Plant/zaai: half apr - half juni; Oogst: juli - sept; Vermarktbare productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 90

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N-opname teelt	0	1	1	3	7	15	32	48	61	46	20
cumulatieve N-opname	0	1	2	5	12	28	59	107	169	215	235
Voorraad latente N	120	120	120	120	120	120	120	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>179</u>	179	178	177							
streefwaarde N-voorraad (0-60)					<u>305</u>	298	282	251	203	141	95

Groene selder (half apr-half jun)



Groene selder (half apr-half jun)

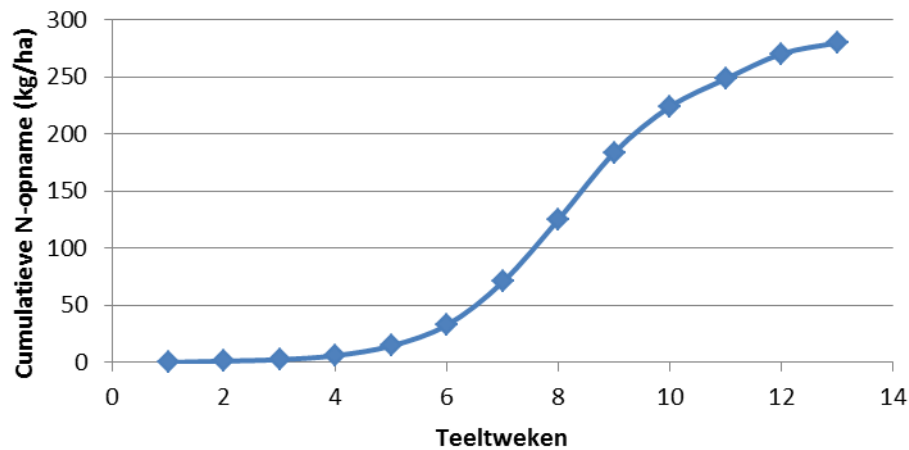


Groene selder

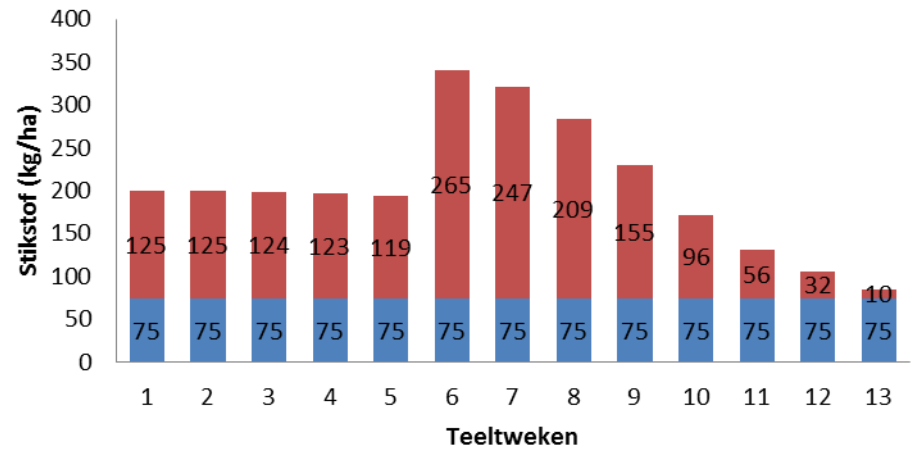
Plant/zaai: half juni - half juli; Oogst: okt - nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 60; Totale productie (T/ha): 108

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N-opname teelt	0	1	1	4	9	18	38	55	58	40	24	22	10
cumulatieve N-opname	0	1	2	6	15	33	71	125	184	224	248	270	280
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>200</u>	200	199	198	194								
streefwaarde N-voorraad (0-60)						<u>340</u>	322	284	230	171	131	107	85

Groene selder (half jun-half jul)



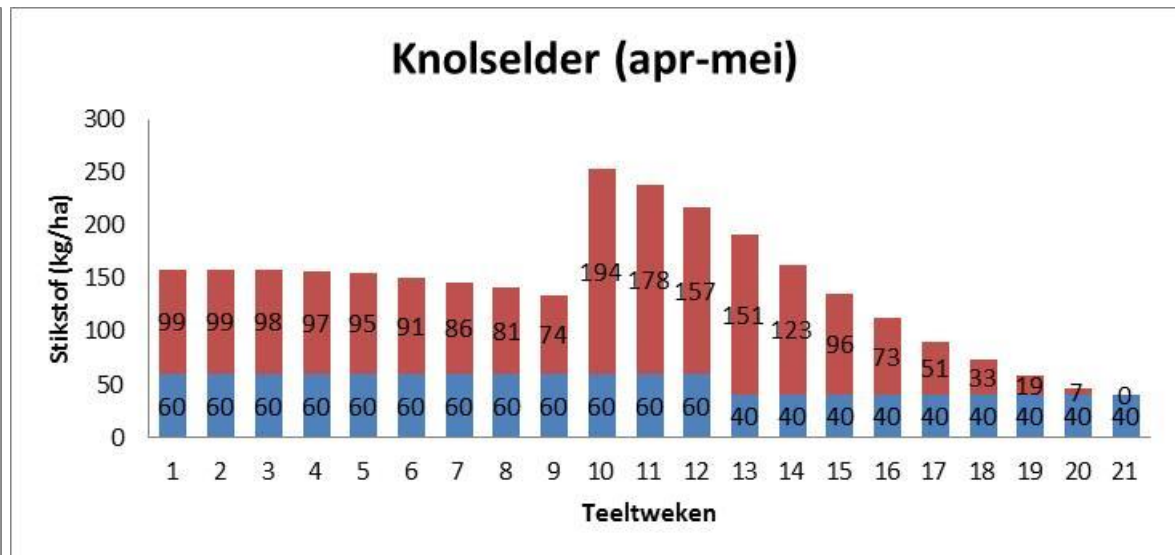
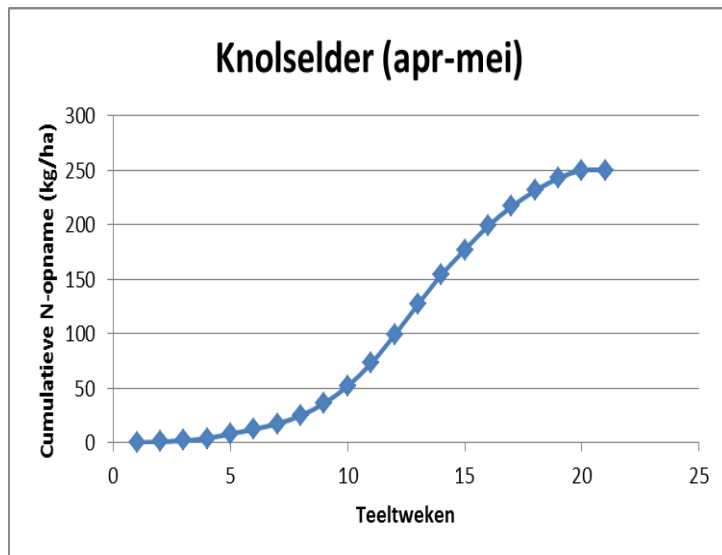
Groene selder (half jun-half jul)



Knolselder

Plant/zaai: apr-mei; Oogst: aug-nov; Vermarktbare productie (T/ha): 90; Totale productie (T/ha): 144

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
N-opname teelt	0	1	1	2	4	4	5	7	11	16	21	26	28	27	23	22	18	15	11	7	0
cumulatieve N-opname	0	1	2	4	8	13	18	25	36	52	73	99	127	154	177	199	217	231	243	250	250
Voorraad latente N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>159</u>	159	158	157	155	151	146	141	134												
streefwaarde N-voorraad (0-60)										<u>254</u>	238	217	191	163	136	113	91	73	59	47	40

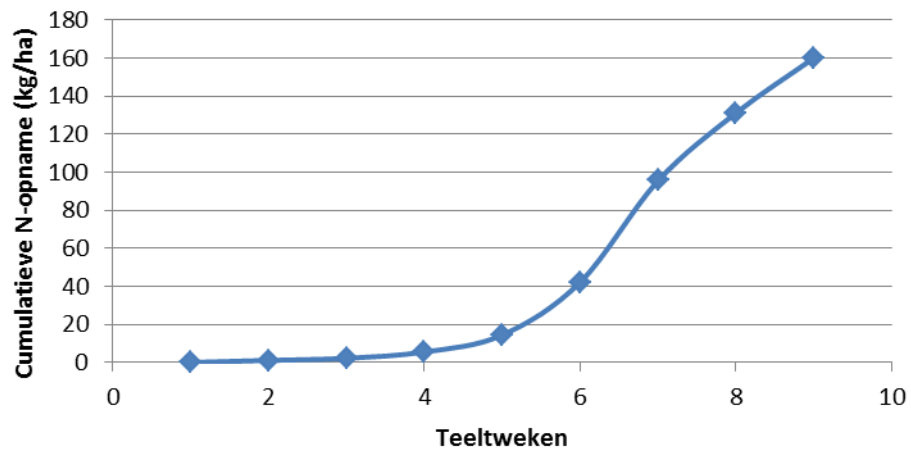


Spinazie

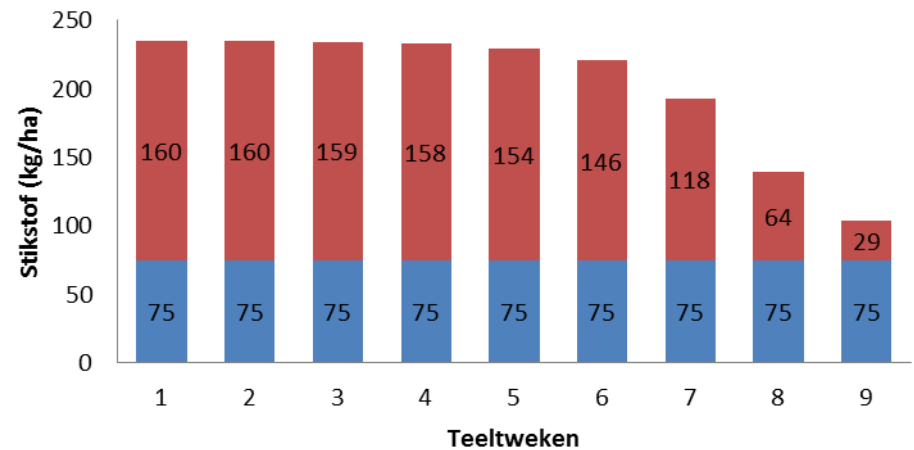
Plant/zaai: mrt; Oogst: mei; Vermarktbaar productie (T/ha): 25; Totale productie (T/ha): 44

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-opname teelt	0	1	1	3	9	28	53	36	29
cumulatieve N-opname	0	1	2	6	14	42	96	131	160
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>235</u>	235	234	233	229	221	193	139	104
streefwaarde N-voorraad (0-60)									

Spinazie (mrt)



Spinazie (mrt)

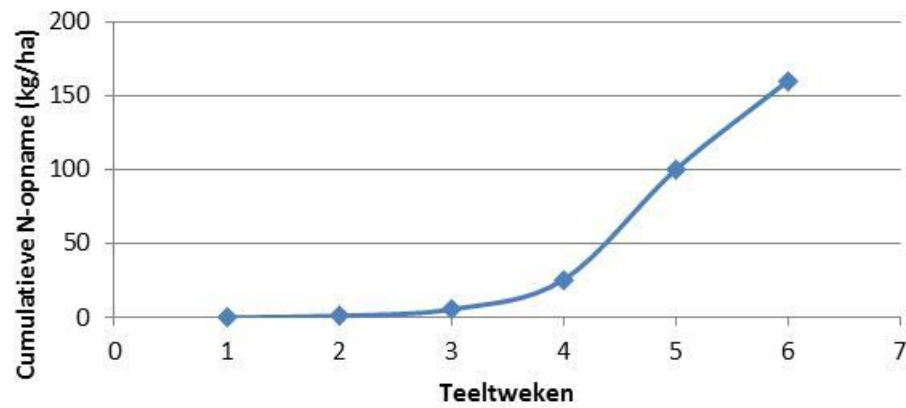


Spinazie

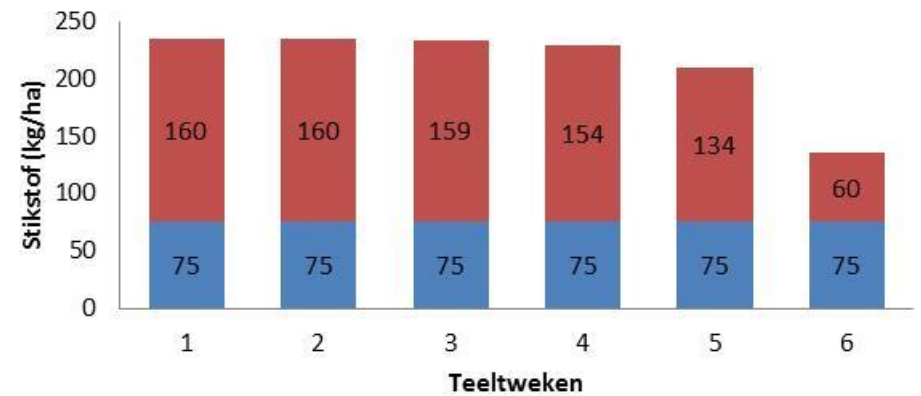
Plant/zaai: apr-aug; Oogst: jun-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 25; Totale productie (T/ha): 44

Weken na plant	1	2	3	4	5	6
N-opname teelt	0	1	4	20	74	60
cumulatieve N-opname	0	1	6	26	100	160
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	235	235	234	229	209	135
streefwaarde N-voorraad (0-60)						

Spinazie (apr-aug)



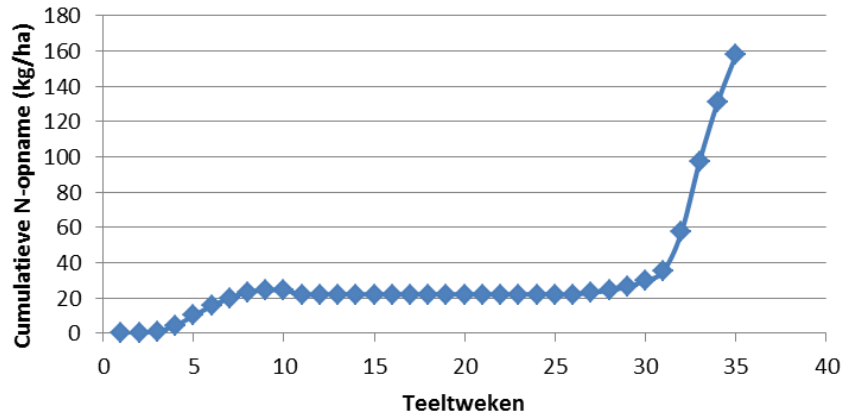
Spinazie (apr-aug)



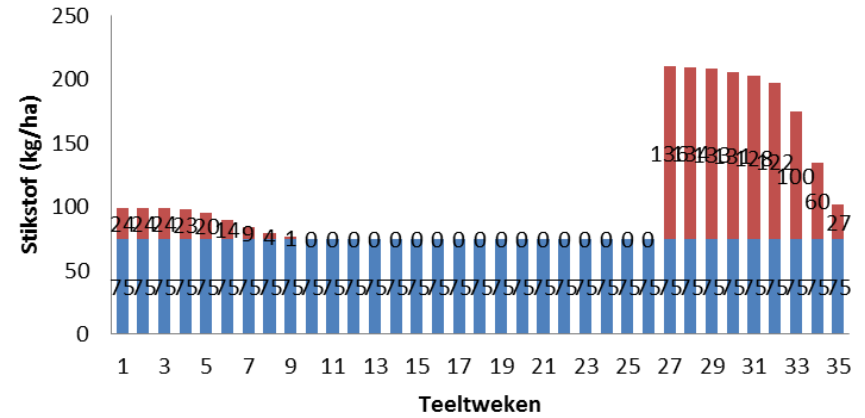
Spinazie															
Plant/zaai: half sept - half nov; Oogst: maart-apr; Vermarktbaar productie (T/ha): 25; Totale productie (T/ha): 44															
Weken na zaai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N-opname teelt	0	0	1	3	6	6	4	3	1	0	0	0	0	0	0
cumulatieve N-opname	0	0	1	4	10	16	20	23	24	24	22	22	22	22	22
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	99	99	99	98	95	89	84	79	76	75	75	75	75	75	75
streefwaarde N-voorraad (0-60)															

Spinazie																					
Plant/zaai: half sept - half nov; Oogst: maart-apr; Vermarktbaar productie (T/ha): 25; Totale productie (T/ha): 44																					
Weken na zaai	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
N-opname teelt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	6	22	40	33	27	
cumulatieve N-opname	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	23	24	26	30	35	58	98	131	158	
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	
streefwaarde N-voorraad (0-30)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	211	209	208	206	203	197	175	135	102
streefwaarde N-voorraad (0-60)																					

Spinazie (half sep-half nov)



Spinazie (half sep-half nov)

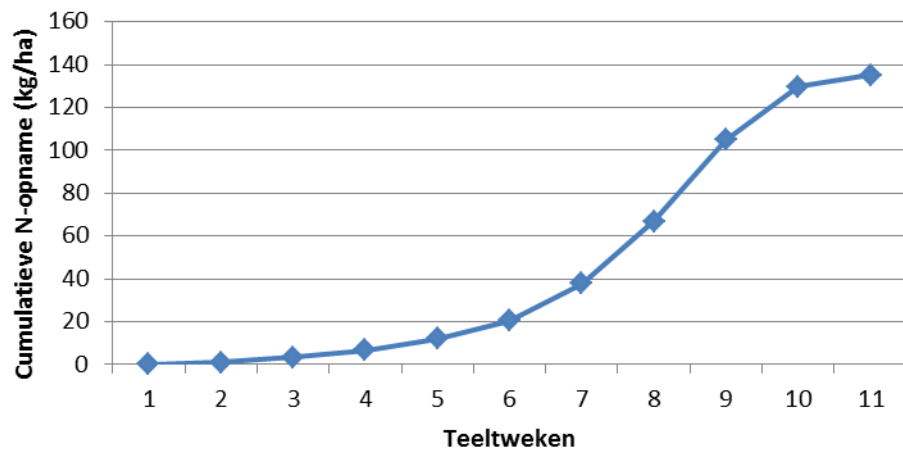


RADICCHIO

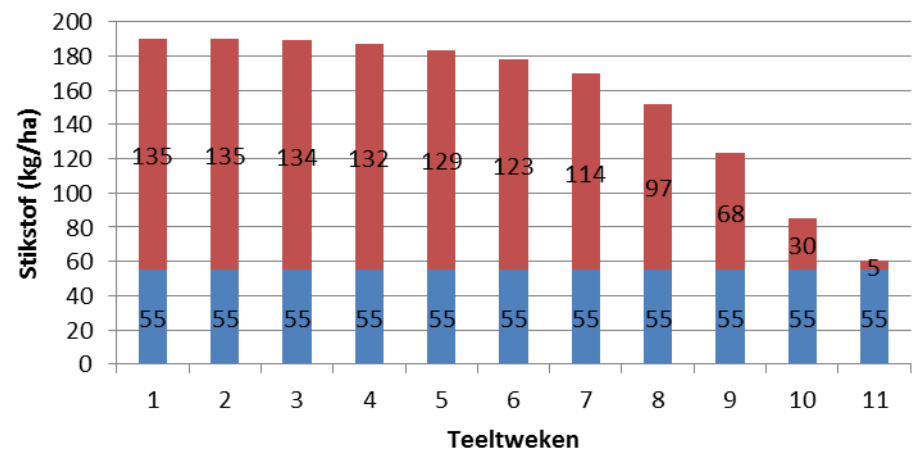
Plant/zaai: maart-juli; Oogst: juni-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 30; Totale productie (T/ha): 54

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N-opname teelt	0	1	2	3	5	9	17	29	38	25	5
cumulatieve N opname	0	1	3	6	12	21	38	67	105	130	135
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)											
streefwaarde N-voorraad (0-60)	<u>190</u>	190	189	187	184	178	169	152	123	85	60

Radicchio (mrt-jul)



Radicchio (mrt-jul)

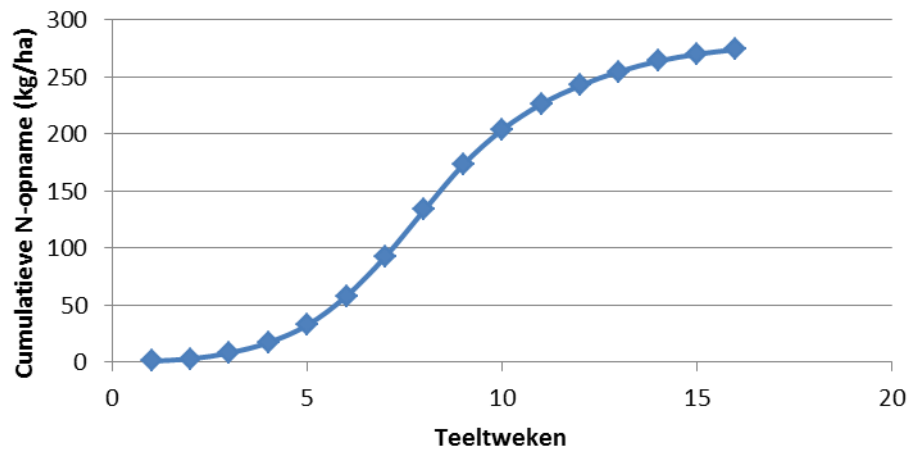


COURGETTE

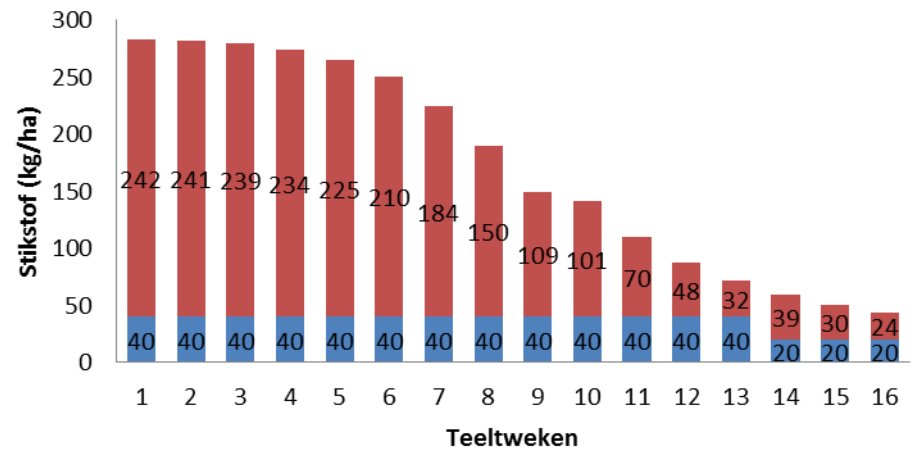
Plant/zaai: april-juni; Oogst: juni-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 110; Totale productie (T/ha): 140

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
N-opname teelt	1	2	5	9	15	25	35	41	40	31	22	16	12	9	6	4
cumulatieve N-opname	1	3	8	17	33	58	93	133	173	204	226	242	255	264	270	274
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>282</u>	281	279	274	265	250	224	190	149							
streefwaarde N-voorraad (0-60)										<u>141</u>	110	88	72	59	50	44

Courgette (apr-jun)



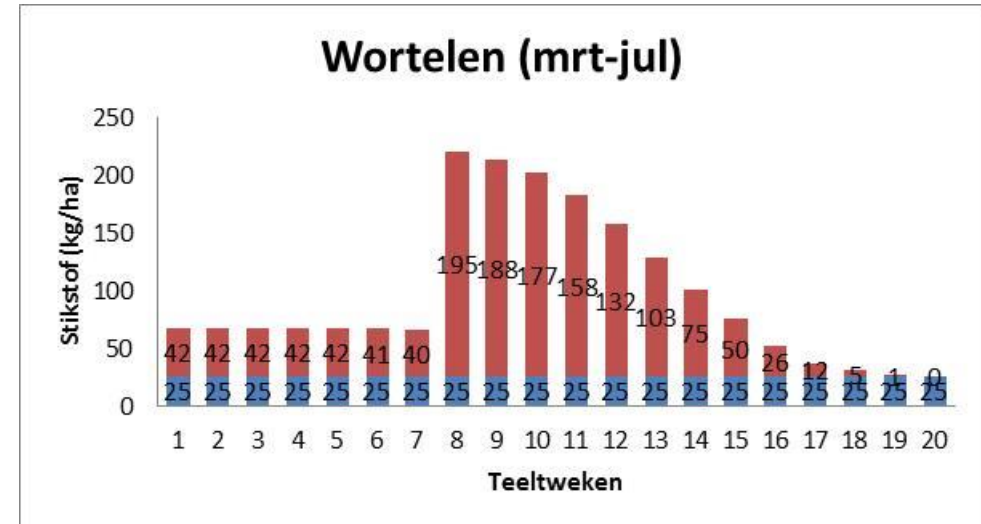
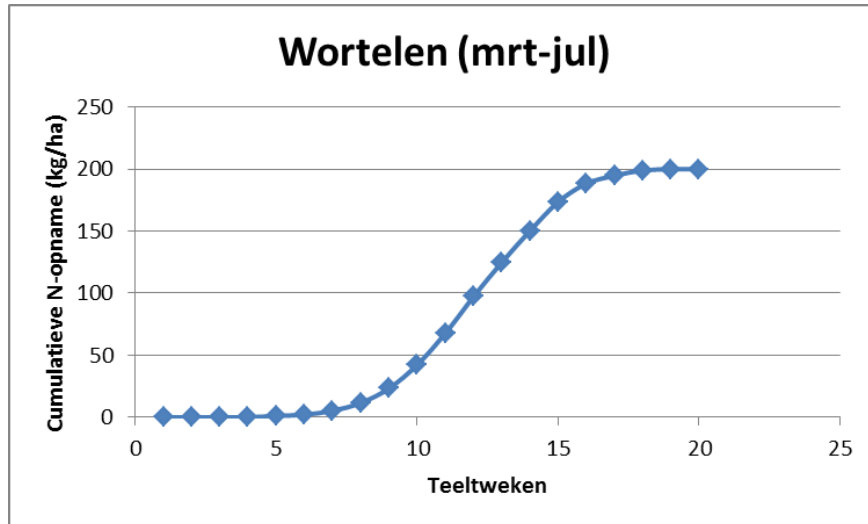
Courgette (apr-jun)



WORTELEN

Plant/zaai: maart-juli; Oogst: juli-dec; Vermarktbaar productie (T/ha): 100; Totale productie (T/ha): 135

Weken na zaaien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N-opname teelt	0	0	0	0	1	1	3	6	12	19	25	30	28	25	23	15	6	4	1	0
cumulatieve N-opname	0	0	0	0	1	2	5	12	23	42	68	97	125	150	174	188	195	199	200	200
Voorraad latente N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	67	67	67	67	67	66	65													
streefwaarde N-voorraad (0-60)								220	213	202	183	157	128	100	0	0	0	0	0	0

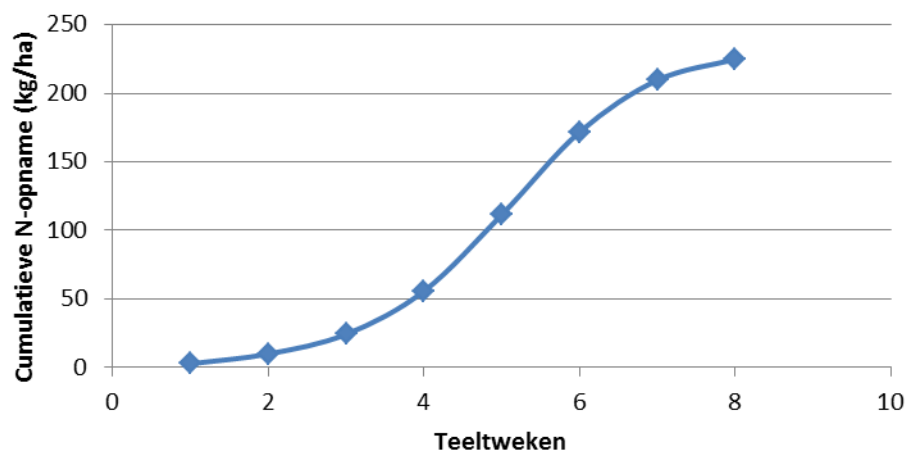


CHINESE KOOL/PAKSOI

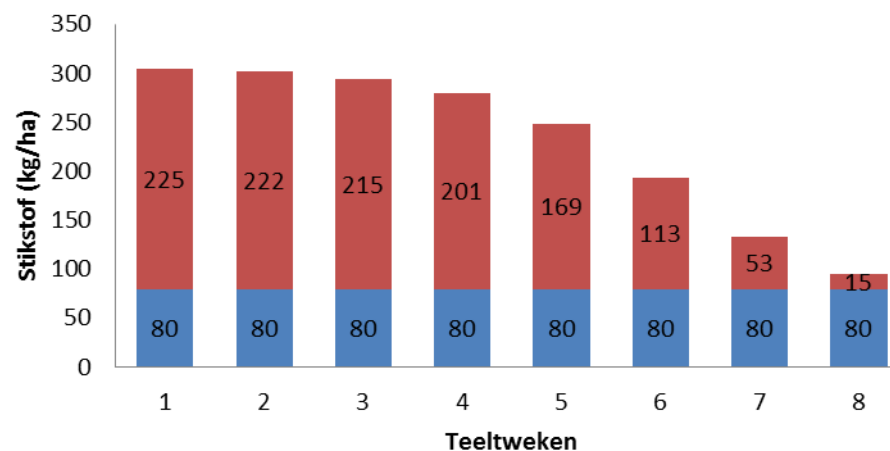
Plant/zaai: maart-aug; Oogst: mei-nov; Vermarktbare productie (T/ha): 75; Totale productie (T/ha): 125

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8
N-opname teelt	3	7	14	32	56	60	38	15
cumulatieve N-opname	3	10	24	56	112	172	210	225
Voorraad latente N	80	80	80	80	80	80	80	80
Bemonsteringsdiepte	30	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>305</u>	302	295	281	249	193	133	95
streefwaarde N-voorraad (0-60)								

Chinese kool/paksoi (maart)



Chinese kool/paksoi (maart)

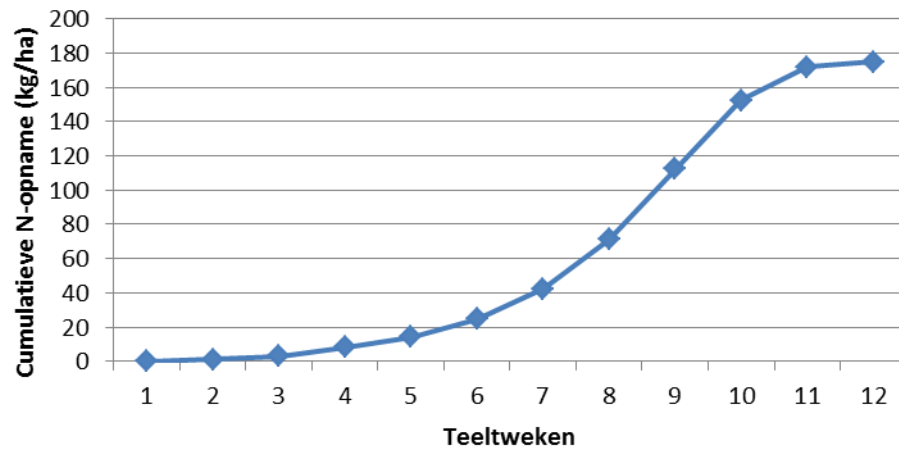


VENKEL

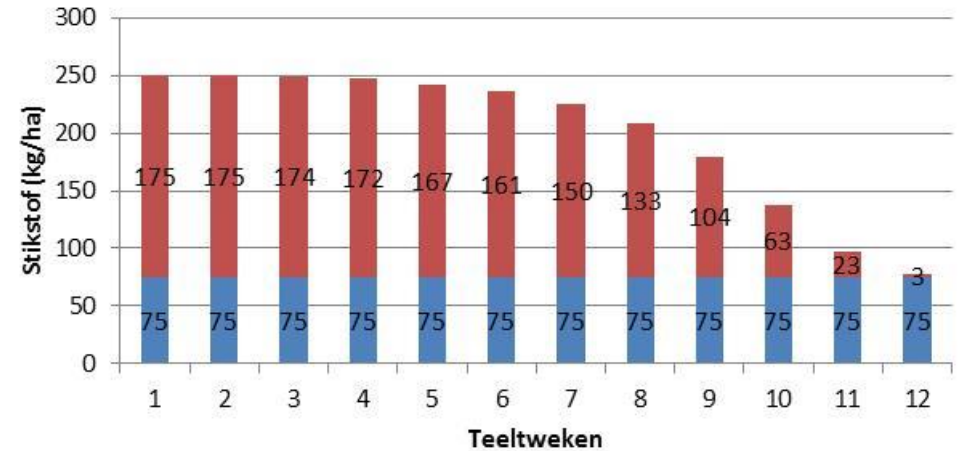
Plant/zaai: half maart-juli; Oogst: mei-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 70

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N-opname teelt	0	1	2	5	6	10	18	29	41	40	20	3
cumulatieve N-opname	0	1	3	8	14	25	42	71	112	152	172	175
Voorraad latente N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bewortelingsdiepte	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)												
streefwaarde N-voorraad (0-60)	<u>250</u>	250	249	247	242	236	225	208	179	138	98	78

Venkel (half mrt)



Venkel (half mrt)

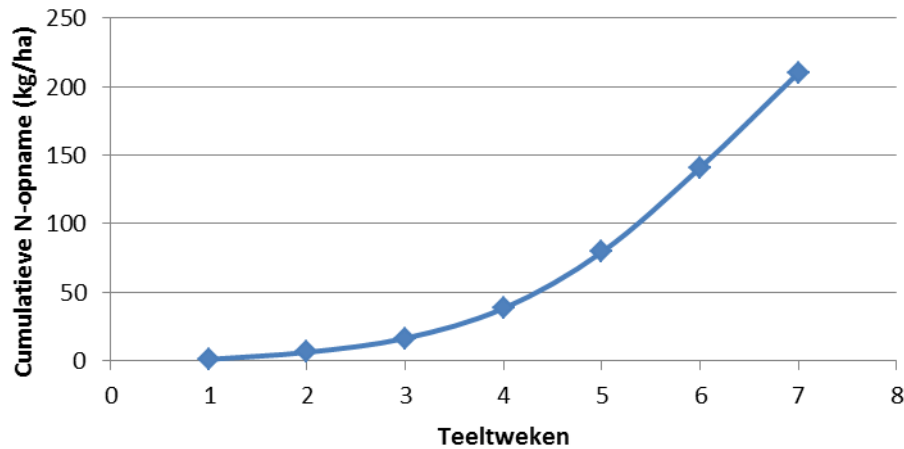


ANDIJVIE

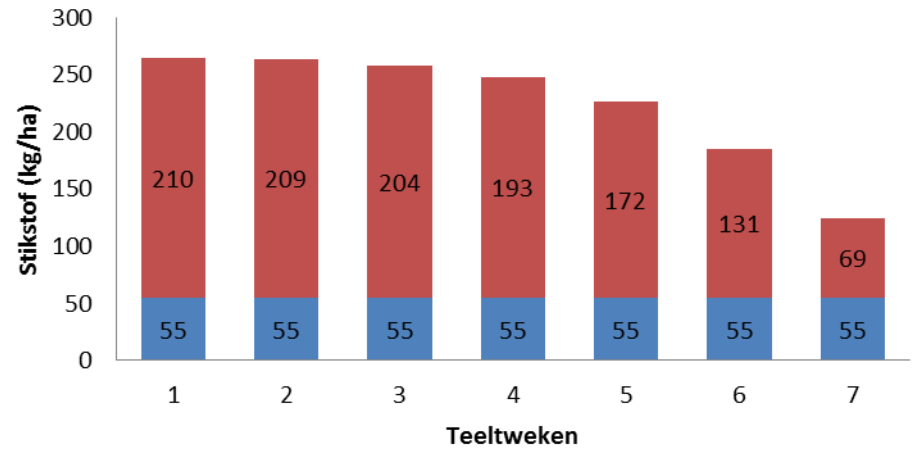
Plant/zaai: apr-aug; Oogst: mei-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 75; Totale productie (T/ha): 105

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7
N-opname teelt	1	5	10	22	41	61	69
cumulatieve N opname	1	6	17	38	79	141	210
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)							
streefwaarde N-voorraad (0-60)	<u>265</u>	264	259	248	227	186	124

Andijvie (apr-aug)



Andijvie (apr-aug)



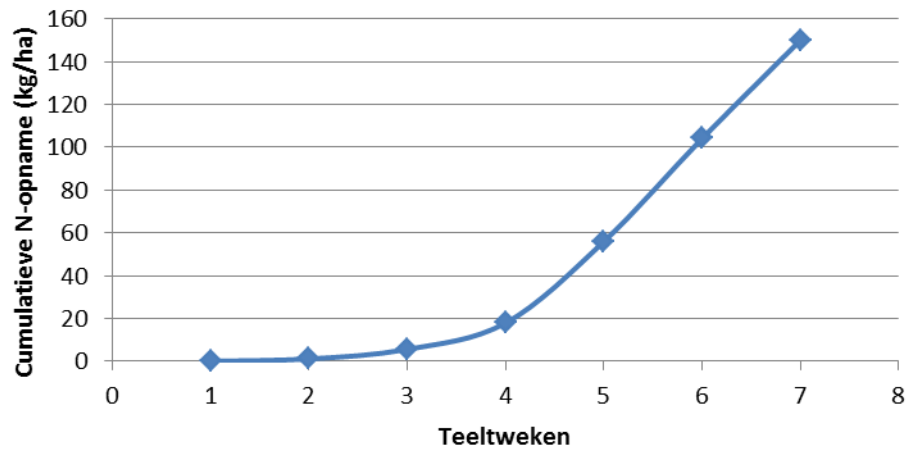
Kropsla

Plant/zaai: halfmaart-aug; Oogst: mei-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 55; Totale productie (T/ha): 83

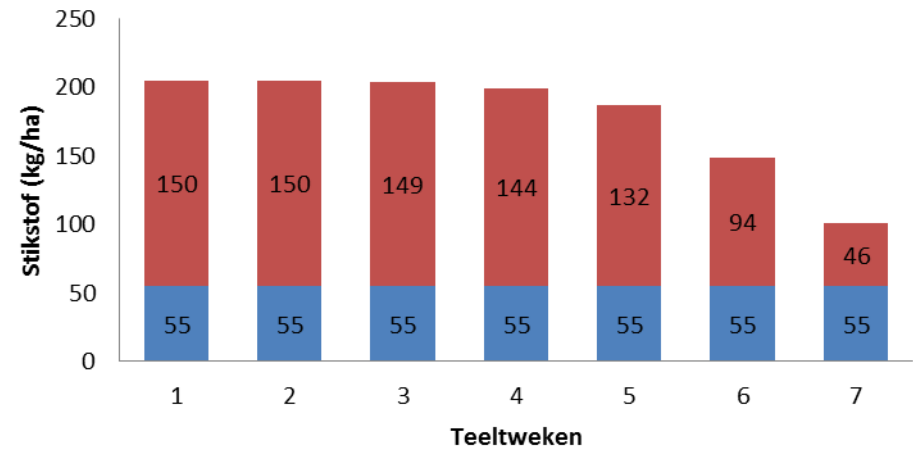
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7
N-opname teelt	0	1	4	12	38	48	46
cumulatieve N opname	0	1	6	18	56	104	150
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	205	205	204	199	187	149	101
streefwaarde N-voorraad (0-60)							

STREEFWAARDE VOOR GROENE SLASOORTEN. VOOR RODE SOORTEN: STREEFWAARDE - 15 EENHEDEN

Kropsla (mrt-aug)



Kropsla (mrt-aug)

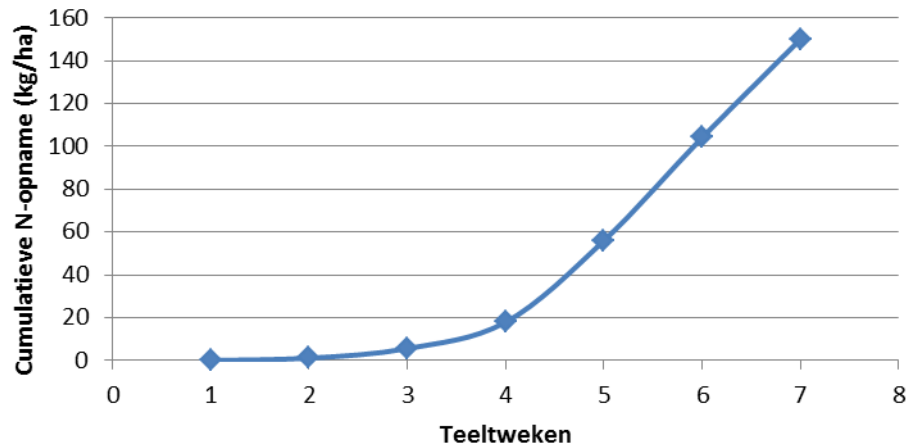


Ijsbergsla

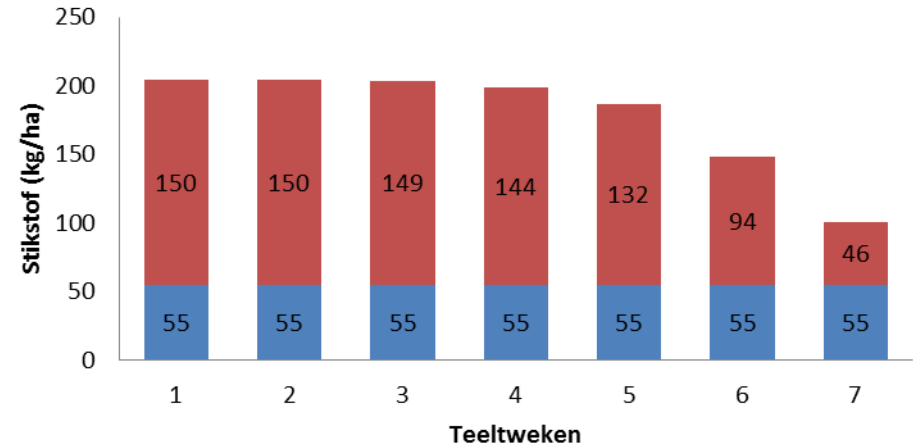
Plant/zaai: halfmaart-aug; Oogst: mei-okt; Vermarktbare productie (T/ha): 50; Totale productie (T/ha): 75

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7
N-opname teelt	0	1	4	12	38	48	46
cumulatieve N opname	0	1	6	18	56	104	150
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>205</u>	205	204	199	187	149	101
streefwaarde N-voorraad (0-60)							

Ijsbergsla (half mrt-aug)



Ijsbergsla (half mrt-aug)



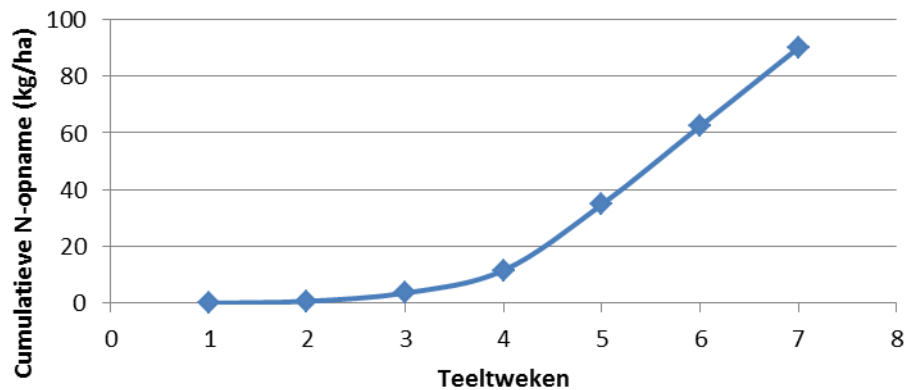
lichte slasoorten (alternatieve sla)

Plant/zaai: halfmaart-aug; Oogst: mei-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 35; Totale productie (T/ha): 47

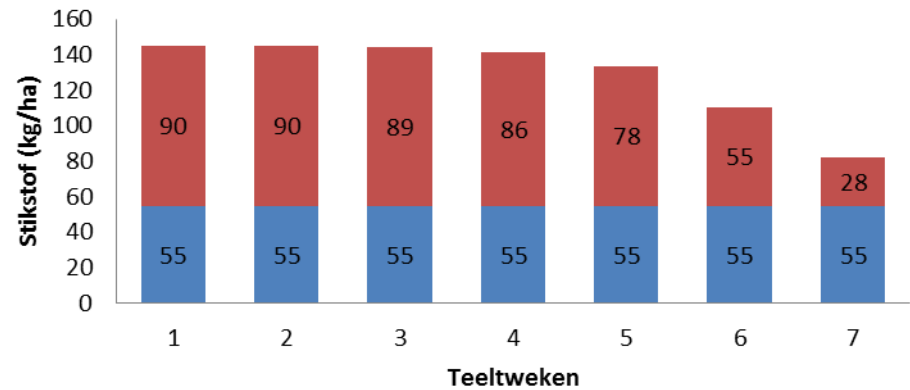
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7
N-opname teelt	0	1	3	8	23	28	28
cumulatieve N opname	0	1	4	12	35	62	90
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	145	145	144	141	133	110	83
streefwaarde N-voorraad (0-60)							

STREEFWAARDE VOOR GROENE SLASOORTEN. VOOR RODE SOORTEN: STREEFWAARDE - 15 EENHEDEN

Lichte slasoorten (alternatieve sla) (mrt-half apr)



Lichte slasoorten (alternatieve sla) (mrt-half apr)

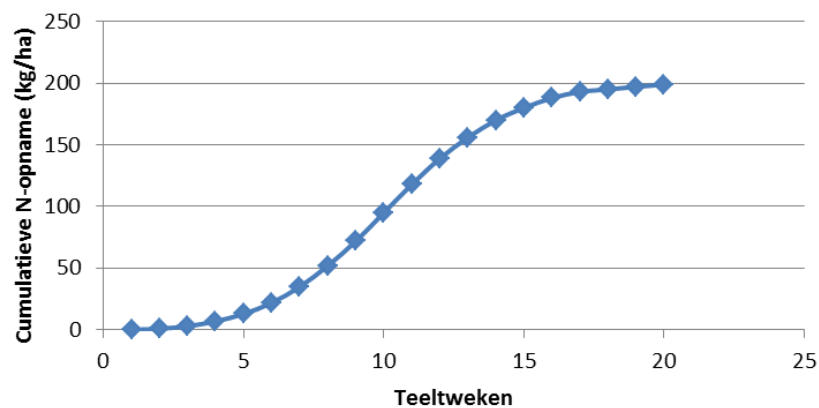


Pompoen

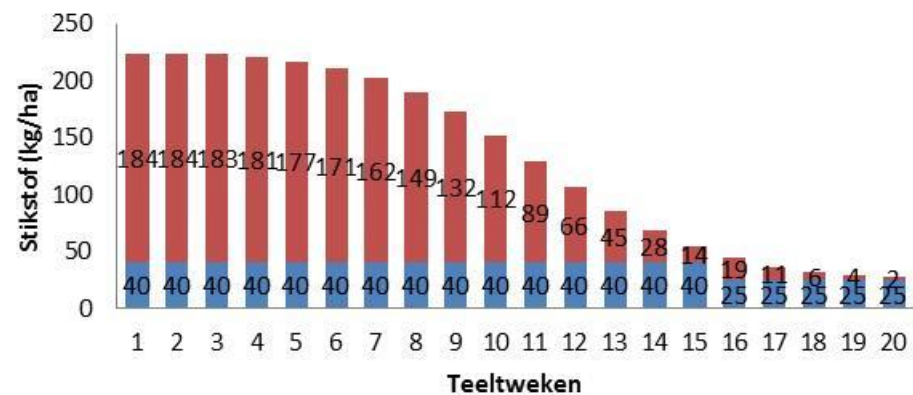
Plant/zaai: mei; Oogst: okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 40; Totale productie (T/ha): 80

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N-opname teelt	0	1	2	4	6	9	13	17	20	23	23	21	17	14	10	8	5	2	2	2
cumulatieve N opname	0	1	3	7	13	22	35	52	72	95	118	139	156	170	180	188	193	195	197	199
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	25	25	25	25	25
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)																				
streefwaarde N-voorraad (0-60)	224	224	223	221	217	211	202	189	172	152	129	106	85	68	54	44	36	31	29	27

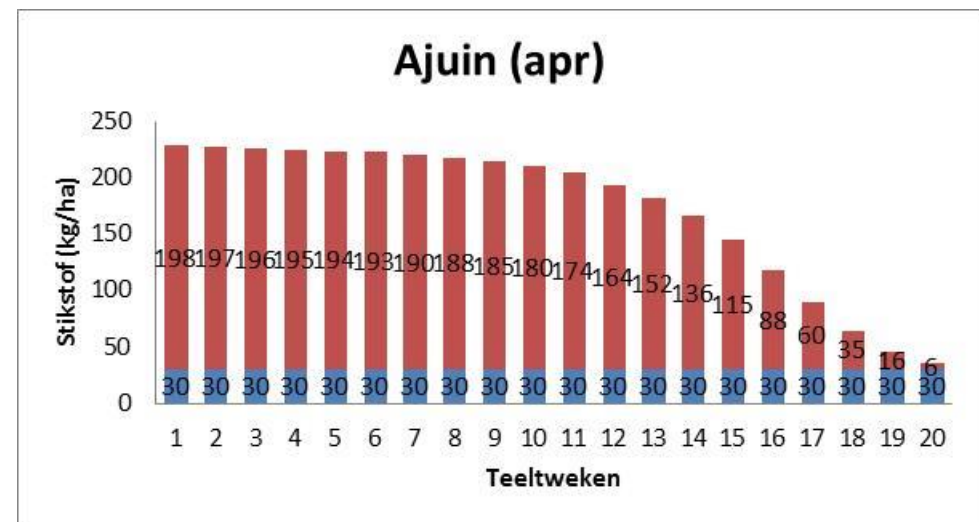
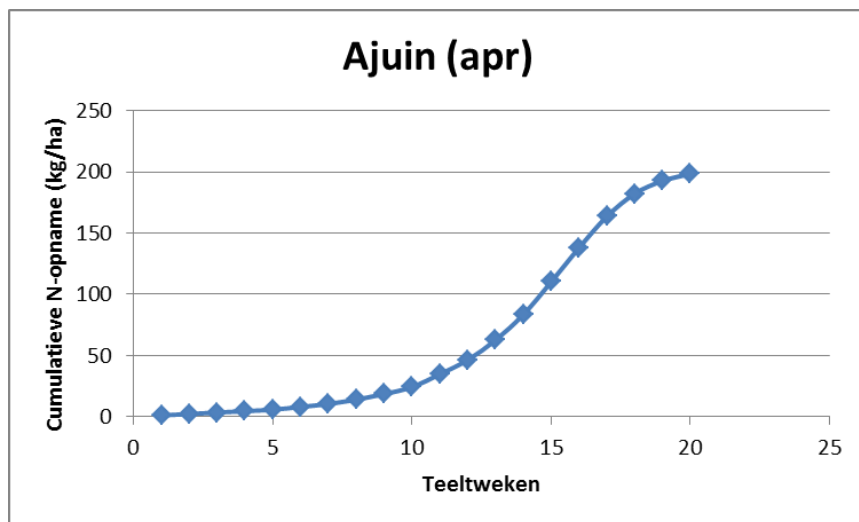
Pompoen (mei)



Pompoen (mei)



ajuin																				
Plant/zaai: april-mei; Oogst: aug-sep; Vermarktbaar productie (T/ha): 70; Totale productie (T/ha): 98																				
Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N-opname teelt	1	1	1	1	1	2	2	3	5	6	10	12	16	21	27	28	26	19	10	6
cumulatieve N opname	1	2	3	5	6	8	10	14	19	24	35	46	63	84	110	138	164	182	193	198
Voorraad latente N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)																				
streefwaarde N-voorraad (0-60)	<u>228</u>	227	226	225	224	223	220	218	215	210	204	194	182	166	145	118	90	65	46	36

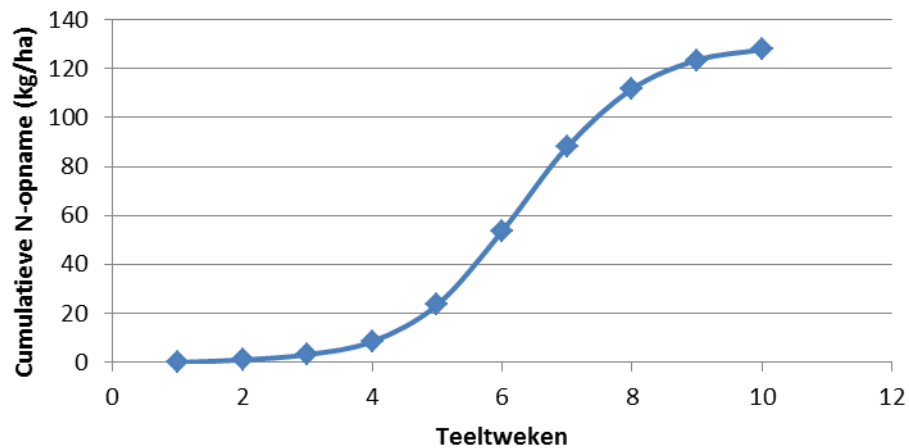


stamslabonen

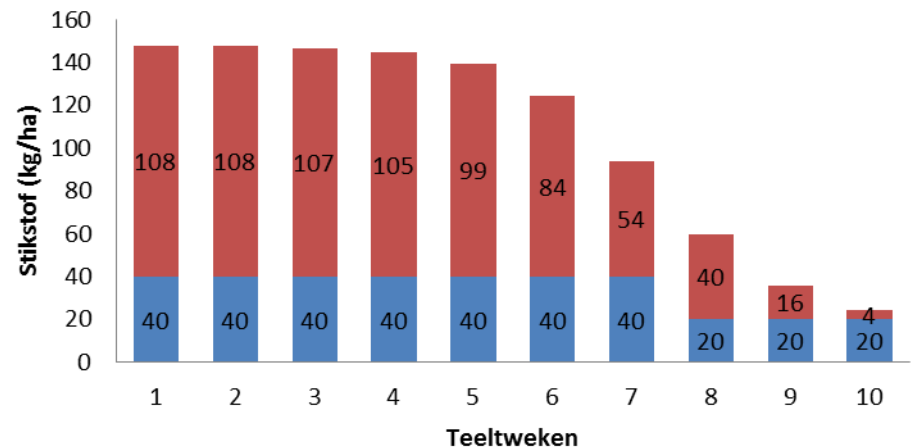
Plant/zaai: half mei - juli; Oogst: juli-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 16; Totale productie (T/ha): 32

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N-opname teelt	0	1	2	5	15	30	34	24	12	4
cumulatieve N opname	0	1	3	9	24	54	88	112	124	128
Voorraad latente N	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60
streefwaarde N-voorraad (0-30)	148	148	147	145	139	124	94	60	36	24
streefwaarde N-voorraad (0-60)										

Stamslabonen (half mei-jul)



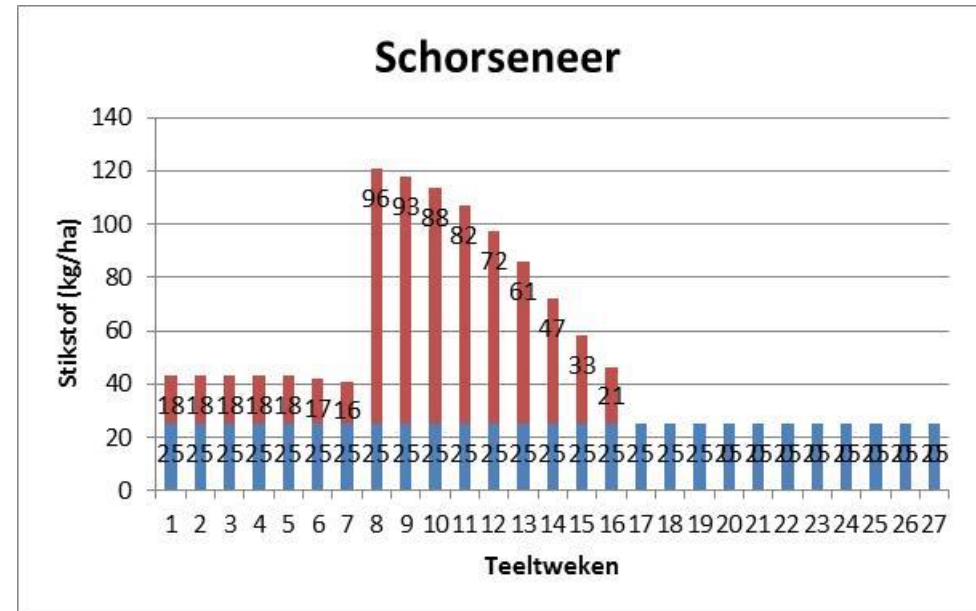
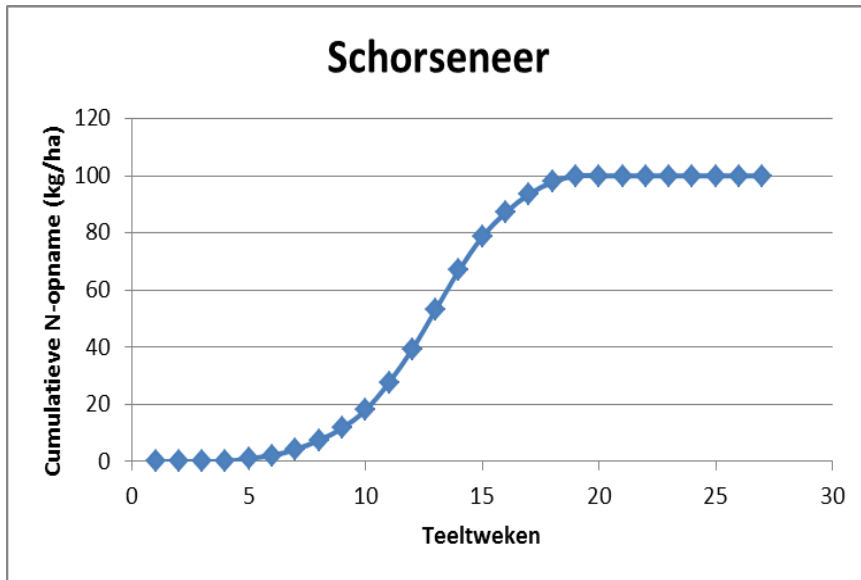
Stamslabonen (half mei-jul)



schorseneer

Plant/zaai: april; Oogst: okt-nov; Vermarktbaar productie (T/ha): 30; Totale productie (T/ha): 40

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N-opname teelt	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	10	12	14	14	12	9	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
cumulatieve N opname	0	0	0	0	1	2	4	7	12	18	28	39	53	67	79	87	94	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Voorraad latente N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
streefwaarde N-voorraad (0-30)	<u>43</u>	43	43	43	43	42	41																				
streefwaarde N-voorraad (0-60)								<u>96</u>	93	88	82	72	61	47	33	21	13	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0

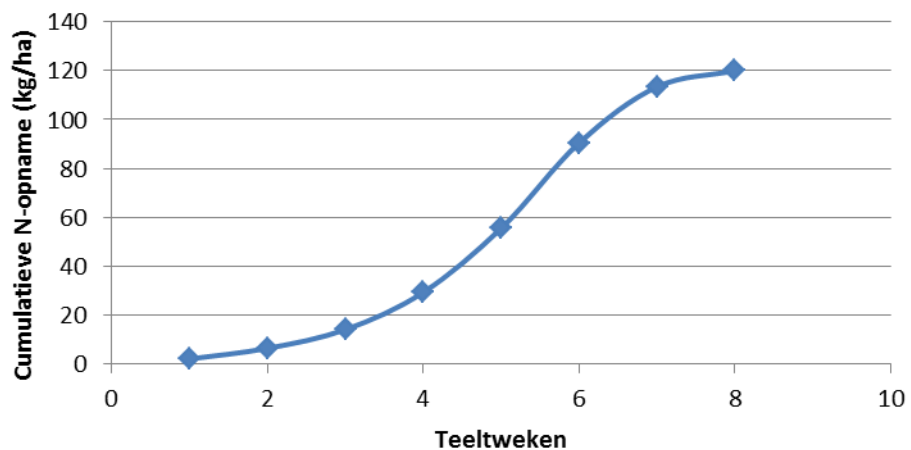


Zware slasoorten (alternatieve sla)

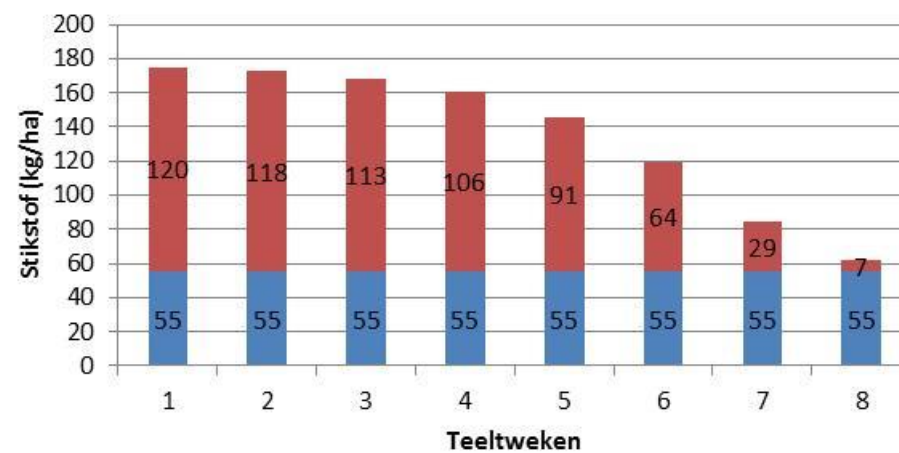
Plant/zaai: halfmaart-aug; Oogst: mei-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 45; Totale productie (T/ha): 60

Weken na plant	1	2	3	4	5	6	7	8
N-opname teelt	2	4	8	15	26	35	23	7
cumulatieve N opname	2	7	14	29	56	91	113	120
Voorraad latente N	55	55	55	55	55	55	55	55
Bemonsteringsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30
streefwaarde N-voorraad (0-30)	175	173	168	161	146	119	84	62
streefwaarde N-voorraad (0-60)								

Zware slasoorten (alternatieve sla)

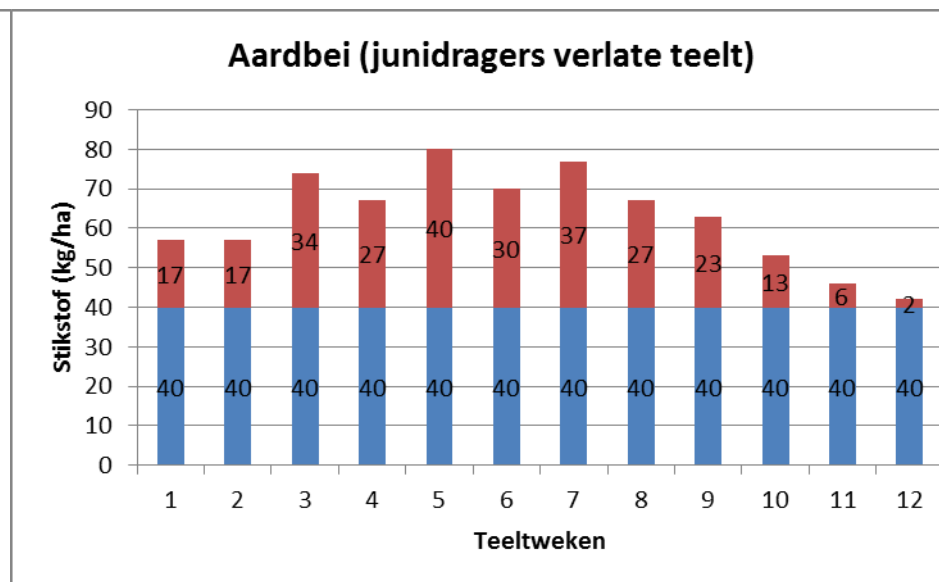
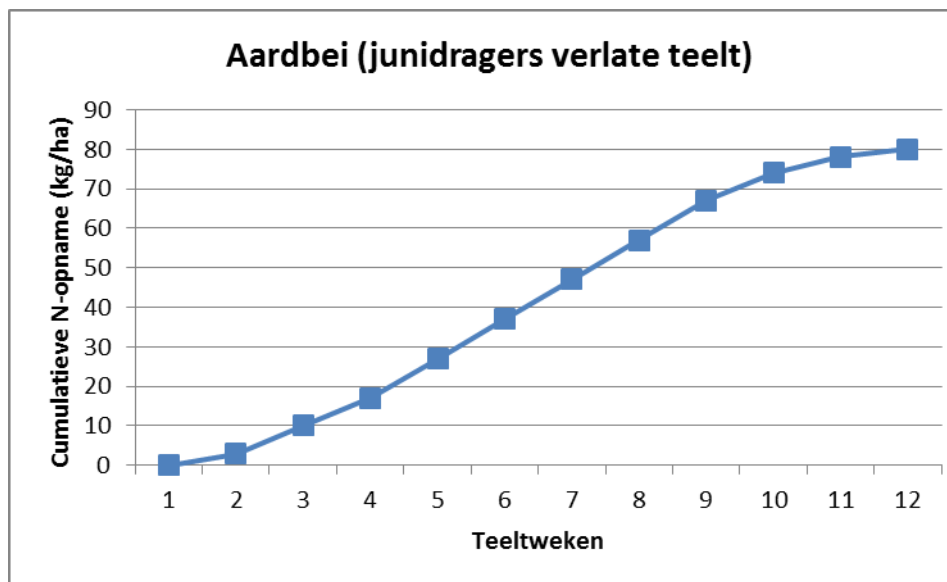


Zware slasoorten (alternatieve sla)



Bij de teelt aardbei kunnen op verschillende momenten stalen genomen worden voor bijbemesting. Het is zeker niet de bedoeling bij elk rood cijfer een staal te nemen. Vaak wordt bij deze teelt gewerkt met fertigatie zodat bijbemesting in een tussentijdse periode van 2 weken mogelijk is. Meestal wordt tijdens de teelt éénmaal een staal genomen.

aardbei (junidragers verlate teelt)												
Plant/zaai: maart-juli; Oogst: juni-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 18; Totale productie (T/ha): 30												
Weken na planten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N-opname teelt (kg/ha)	0	3	7	7	10	10	10	10	10	7	4	2
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	3	10	17	27	37	47	57	67	74	78	80
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	57	57	74	67	80	70	77	67	63	53	46	42



Aardbei (junidragers normale teelt)

Plant/zaai: aug; Oogst: mei-juni; Vermarktbaar productie (T/ha): 23; Totale productie (T/ha): 40

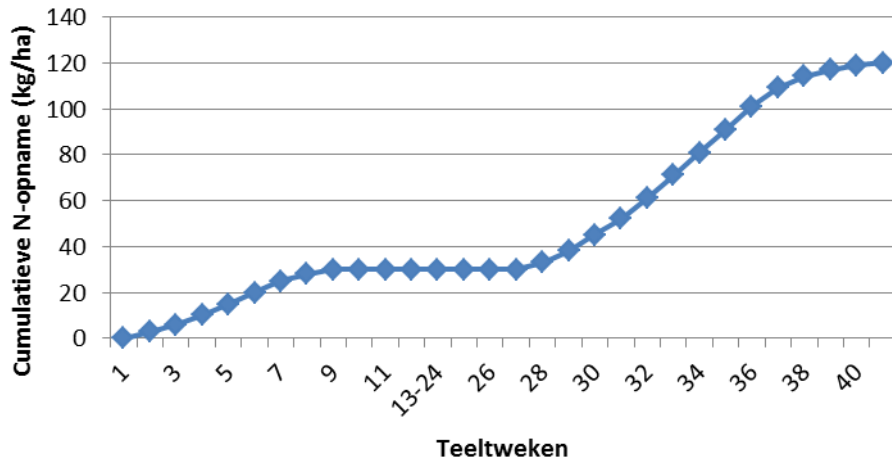
Weken na planten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-24	25
N-opname teelt (kg/ha)	0	3	3	4	5	5	5	3	2	0	0	0	0	0
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	3	6	10	15	20	25	28	30	30	30	30	30	30
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	65	65	62	59	60	55	50	45	42					

Aardbei (junidragers normale teelt)

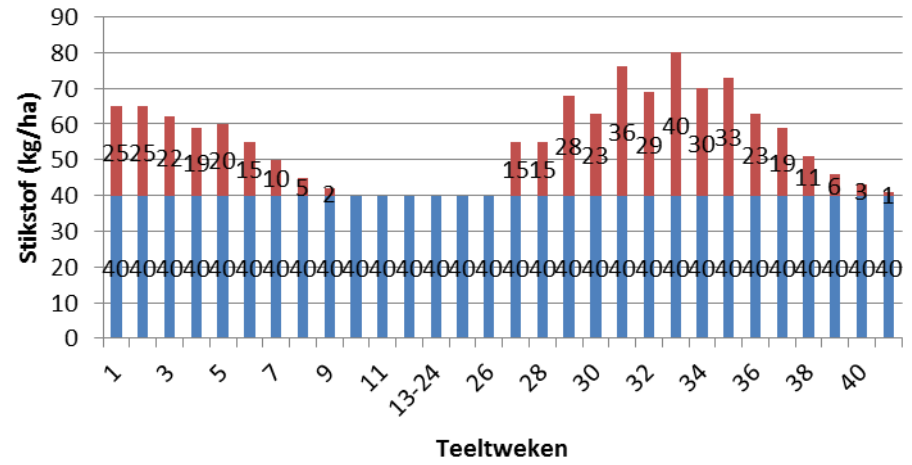
Plant/zaai: aug; Oogst: mei-juni; Vermarktbaar productie (T/ha): 23; Totale productie (T/ha): 40

Weken na planten	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
N-opname teelt (kg/ha)	0	0	3	5	7	7	9	10	10	10	10	8	5	3	2	1
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	30	30	33	38	45	52	61	71	81	91	101	109	114	117	119	120
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)		55	55	68	63	76	69	80	70	73	63	59	51	46	43	41

Aardbei (junidragers normaal teelt)



Aardbei (junidragers normaal teelt)

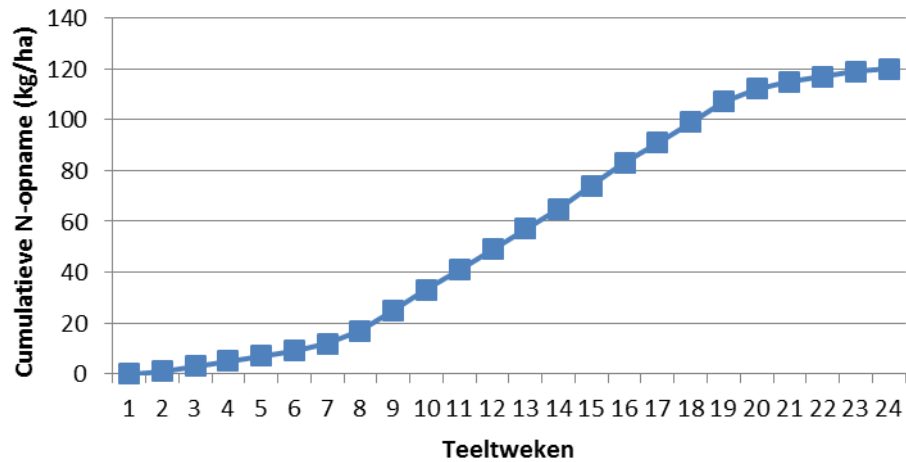


aardbei (doordragers)

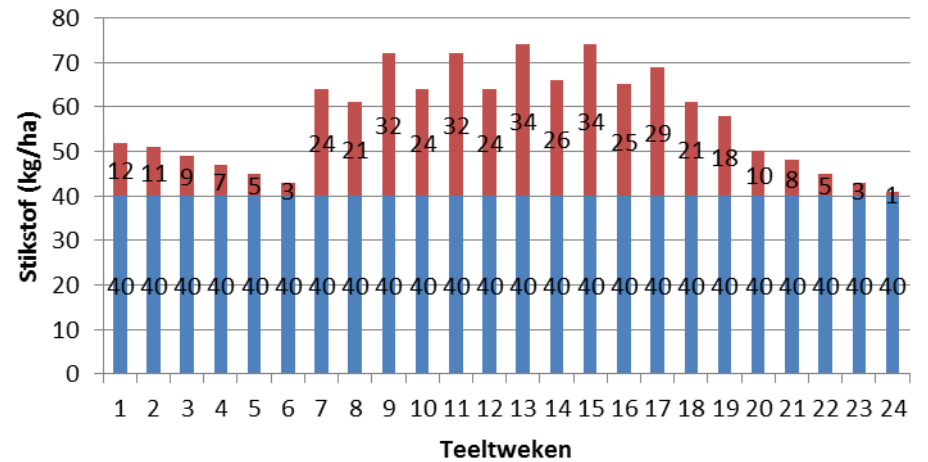
Plant/zaai: maart-apr; Oogst: juni-okt; Vermarktbaar productie (T/ha): 23; Totale productie (T/ha): 40

Weken na planten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N-opname teelt (kg/ha)	0	1	2	2	2	2	3	5	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	8	5	3	2	2	1
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	1	3	5	7	9	12	17	25	33	41	49	57	65	74	83	91	99	107	112	115	117	119	120
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	52	51	49	47	45	43	64	61	72	64	72	64	74	66	74	65	69	61	58	50	48	45	43	41

Aardbei (doordragers)



Aardbei (doordragers)

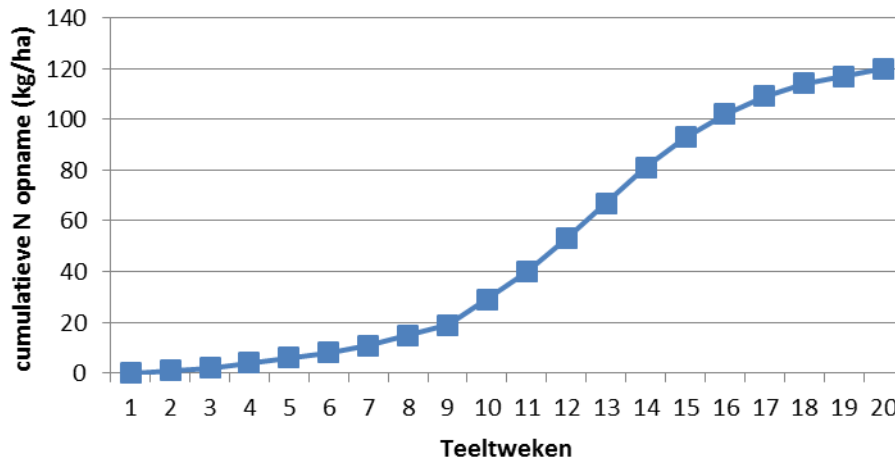


aardbei vermeerdering (junidragers)

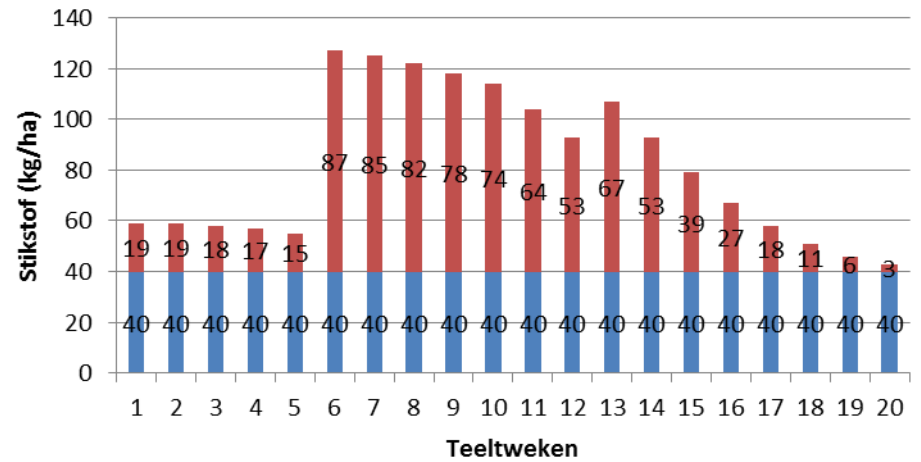
Plant/zaai: maart; Oogst: aug; Vermarktbare productie (T/ha): 20; Totale productie (T/ha): 20

Weken na planten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N-opname teelt (kg/ha)	0	1	1	2	2	2	3	4	4	10	11	13	14	14	12	9	7	5	3	3
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	1	2	4	6	8	11	15	19	29	40	53	67	81	93	102	109	114	117	120
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	59	59	58	57	55	127	125	122	118	114	104	93	107	93	79	67	58	51	46	43

Aardbei vermeerdering (junidragers)



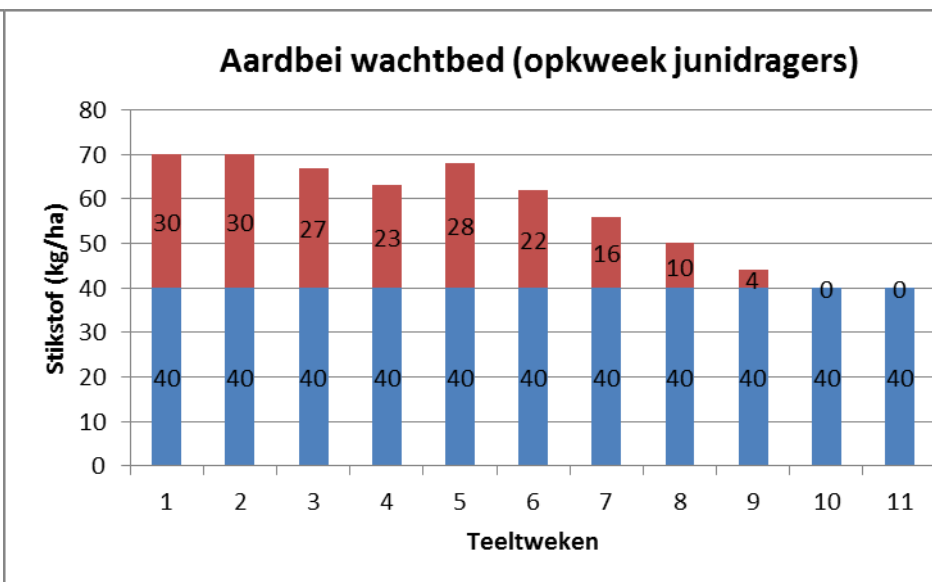
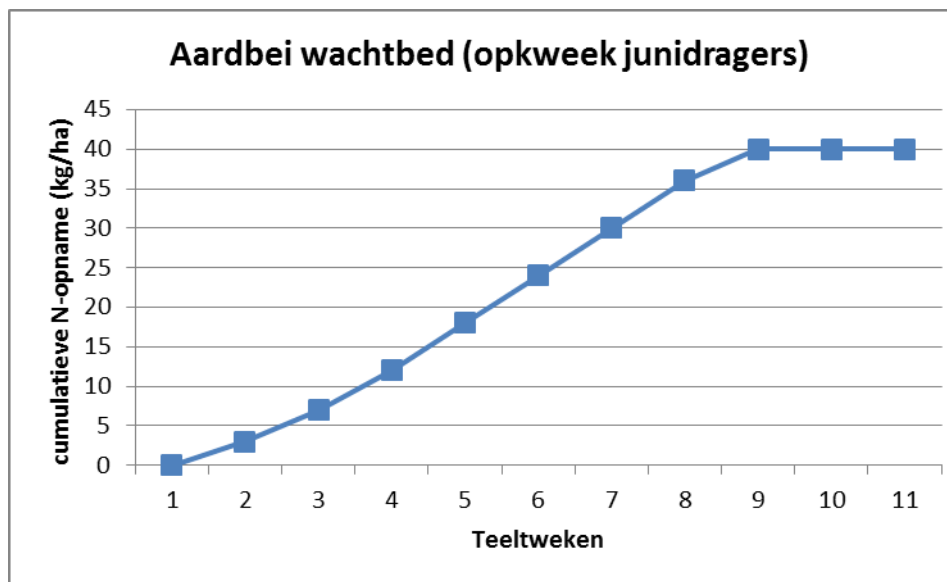
Aardbei vermeerdering (junidragers)



aardbei wachtbed (opkweek junidragers)

Plant/zaai: aug; Oogst: dec; Vermarktbaar productie (T/ha): 3; Totale productie (T/ha): 3

Weken na planten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N-opname teelt (kg/ha)	0	3	4	5	6	6	6	6	4	0	0
Cumulatieve N-opname (kg/ha)	0	3	7	12	18	24	30	36	40	40	40
Voorraad latente N (kg/ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bewortelingsdiepte (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Streefwaarde N-voorraad (0-30cm) (kg/ha)	70	70	67	63	68	62	56	50	44	40	40



3.3 Inlichtingsformulier

Een goed advies komt pas tot stand als de adviesverlener over voldoende informatie beschikt. Daarom is het van belang over bepaalde perceel specifieke informatie te beschikken. Via een inlichtingsformulier worden minstens volgende factoren bevraagd (voorbeeld Bijlage 3, Bijlage 4, Bijlage 5):

Teelt technisch

- Voorteelt:
 - Teelt
 - Oogstdatum
 - Oogstresten ondergewerkt op moment staalname: ja – nee
 - Datum inwerken oogstresten
 - Volume oogstresten (weinig, normaal, veel)
 - In geval van groenbedekker
 - Soort
 - Stand: slecht – matig – goed
 - Ondergewerkt op moment staalname : ja – nee
 - Datum inwerken groenbedekker

- Huidige teelt:
 - Teelt
 - Ras
 - Zaai/plantdatum
 - Verwachte oogstdatum
 - Te verwachten opbrengst

Bemesting

- Bemesting:
 - Organisch (huidig jaar en vorig jaar)
 - Type
 - Dosis
 - Samenstelling
 - Datum toediening
 - Anorganische (huidig jaar)
 - Type
 - Samenstelling
 - Dosis
 - Datum toediening

Perceel

- Perceel kenmerken
 - pH
 - koolstofpercentage

- textuur
- rotatie: akkerbouw - groenteteelt
- gebruik perceel: stalmest – groenbedekker
- toestand perceel: normaal - verdicht
- vroegere weide?
 - Jaar van scheuren

Via deze informatie is het mogelijk na te gaan of een bepaalde factor invloed heeft op de stikstofballans en hoe groot deze kan zijn. Zo zal de te verwachten stikstof uit mineralisatie afhankelijk zijn van pH, % koolstof, rotatie van het perceel, jaar van scheuren, gebruik van organische mest, teeltperiode, ...

Ook het gebruik van groenbedekkers en de voorteelt zal van invloed zijn naar het stikstof leverende vermogen van de bodem gedurende de teelt. De staalnemers van het labo zien erop toe dat de landbouwer al deze informatie meegeeft op het inlichtingsformulier.

3.4 Rapport bemestingsadvies

Het rapport met het bemestingsadvies voor groenteteelt wordt samengesteld op basis van minstens volgende factoren:

- N-behoefte van de betreffende teelt op basis van bruto-productie
- Resultaat van de stikstofanalyse, minstens volgens bewortelingsdiepte en uitgedrukt in kg NO₃-N/ha en in kg NH₄-N/ha
- Vrijstelling van stikstof via mineralisatie
 - uit bodem organische koolstof,
 - oogstresten,
 - groenbedekkers,
 - organische bemesting
- overige aanvoer of afvoerposten van N (depositie, verliezen) voor zover deze niet inherent deel uitmaken van de opbouw van een bepaald systeem*
- de voor de teelt in kwestie aanbevolen hoeveelheid werkzame stikstof, het eigenlijke bemestingsadvies

*de bijstelling van het KNS systeem is erop gericht om te werken met tussentijdse staalnames. Hierdoor worden de posten N-depositie en N-verlies meebepaald via de N-bepaling van de bodem.

3.5 Verklarende nota bij advies

(bron BDB en Inagro)

3.5.1 Ontledingsuitslagen, streefzone, beoordeling

De pH (KCl) geeft de zuurtegraad weer. Het organisch stofgehalte is uitgedrukt in % C (koolstof). De voor de plant opneembare gehalten aan voedingselementen (P, K, Mg, Ca en Na) en het totaal zwavel-gehalte (S) zijn uitgedrukt in mg zuiver element per 100 g luchtdroge grond. De ontledingsuitslagen worden vergeleken met de streefzone. Deze streefzone is specifiek voor elk perceel. Bij afwijkende cijfers kan de verhouding van de gehalten aan voedingselementen belangrijker zijn dan het niveau.

3.5.2 Bekalkingsadvies

Het bekalkingsadvies houdt rekening met de zuurheid van de grond en de pH-streef-zone voor de meeste teelten. Dit voorschrift geeft de totaal benodigde kalkdosis weer in zuurbindende waarde (zbw) per ha.

Daarnaast wordt per teelt in de gewasrotatie een specifiek bekalkingsadvies gegeven dat rekening houdt met de optimum-pH voor die teelt.

3.5.3 Omreken tabel voor meststoffen

Elke handelsmeststof bevat een zeker percentage van één of meerdere voedingselementen. De samenstelling wordt weergegeven door een formule met de volgorde $N + P_2O_5 + K_2O + (MgO) + \dots$. De cijfers die daarbij vermeld staan beduiden steeds het % aanwezige voedingsstoffen. De keuze van de meststof moet zo nauwkeurig mogelijk afgestemd worden op het bemestingsadvies om een goede en evenwichtige bemesting te garanderen.

Tabel 8. Omrekeningstabel voor kalk of meststoffen volgens hun inhoud

Inhoud meststof in % of in zbw voor kalksoort	zbw of eenheden voedingsstof te geven per ha volgens advies									
	40	60	100	150	250	800	1000	2000	3000	4000
	↓ kg kalksoort of kg meststof te geven per ha ↓									
8	500	750	1250	1875	3125	10000	12500	25000	37500	50000
12	333	500	833	1250	2083	6667	8333	16667	25000	33333
15	267	400	667	1000	1667	5333	6667	13333	20000	26667
27	148	222	370	556	926	2963	3704	7407	11111	14815
40	100	150	250	375	625	2000	2500	5000	7500	10000
50	80	120	200	300	500	1600	2000	4000	6000	8000
54	74	111	185	278	463	1481	1852	3704	5556	7407
60	67	100	167	250	417	1333	1667	3333	5000	6667

<p>Rekenvoorbeeld kalk:</p> <p>Wanneer men kalk van 54 zbw gebruikt en het bekalkingsvoorschrift is 2000 zbw per ha, dan moet de volgende hoeveelheid kalk per ha worden toegediend:</p> $\frac{\text{bekalkingsadvies (zbw / ha)}}{\text{zbw gebruikte kalksoort}} \times 100 = \frac{2000}{54} \times 100 = 3704 \text{ kg kalk/ha}$	<p>Rekenvoorbeeld enkelvoudige meststof :</p> <p>Wanneer ammoniumnitraat van 27 % N wordt gebruikt en het stikstofbemestingsadvies bedraagt 150 kg N/ha dan moet de volgende hoeveelheid meststof per ha worden toegediend:</p> $\frac{\text{bemestingsadvies (kg / ha)}}{\text{inhoud meststof in \%}} \times 100 = \frac{150}{27} \times 100 = 556 \text{ kg meststof/ha}$
---	---

3.5.4 Bemestingswaarde organische bemesting

Een gedeelte van de voedingsstoffen in organische mest is ingebouwd in de organische stof en komt slechts gedeeltelijk in de loop van het seizoen ter beschikking. De gewasbeschikbaarheid van de voedingsstoffen binnen het groeiseizoen volgend op de mesttoediening is daarom lager dan die van minerale meststoffen. Dit wordt aangegeven door de bemestingswaarde.

In onderstaande tabel is de gemiddelde bemestingswaarde van enkele organische mesten bij emissie-arme toediening in het voorjaar te berekenen via de opgenomen werkingspercentages. De tabel geeft dus niet de gemiddelde samenstelling, maar de gemiddelde hoeveelheid voedingsstoffen die effectief voor de teelt beschikbaar komen, uitgedrukt in percentage van de toegediende hoeveelheid. Alleen op basis van een mestanalyse kan de exacte bemestingswaarde van een partij mest berekend worden.

Tabel 9. Bij voorjaarstoediening van organische mest dient de minerale bemesting te worden verminderd met de volgende werkingspercentages

	Werking (%) van totale stikstof		Werking (%) mineralen				
	Kort groeiseizoen	Lang groeiseizoen	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	CaO
Vloeibare mest mengmest, effluent, gier, dunne fractie ...	48	60	90	90	90	90	90
Vaste mest	24	30	60	60	60	60	90
Compost	12	15	60	60	60	60	100
Champost	24	30	60	60	60	60	100

De werking van de totale stikstof wordt uitgedrukt in functie van de lengte van het groeiseizoen. Dit betekent voor een teelt met korte groeiduurtijd (bv zomerspinazie), dat niet alle stikstof uit organische mest direct ter beschikking komt voor deze teelt geleidelijk op het korte groeiseizoen. Er komt ook nog een deel van deze stikstof vrij op het moment dat de teelt het veld geruimd heeft, dus na de effectieve opname door het gewas. Voor teelten met een lang groeiseizoen wordt de stikstof uit organische bemesting vrijgesteld volgens de coëfficiënten zoals die zijn opgenomen in het mestdecreet 2006.

3.5.5 Samenstelling minerale meststoffen

In onderstaande tabel zijn de gehalten van een aantal handelsmeststoffen weergegeven.

Het vermelde zwavelgehalte (SO₃) geeft aan hoeveel direct opneembare zwavel (sulfaat) de meststof bevat.

Sommige meststoffen verzuren de grond, andere hebben een ontzurende werking. Dit wordt weergegeven door het basenequivalent (be). Een negatief (-) cijfer wijst op een verzurende, een positief (+) cijfer op een ontzurende werking en de 0-waarde op een neutrale werking. Bij de keuze van de meststofsoort kan het belangrijk zijn om hiermee rekening te houden.

Tabel 10. Gehalten aan N, P₂O₅, K₂O, MgO, Na₂O, SO₃ in meststoffen (in %) en basenequivalent

Hoofdelement	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SO ₃	be
N	Ammoniumnitraat 27 %	27					-16
	Ammoniumnitr. 27 % + 4 % MgO	27		4			-9.5
	Ammoniumsulfaat	21				60	-62
	Calciumnitraat	15.5					+12
	Kaliumnitraat	13		45			+9
	Chilinitraat	16				35	+17
	Kalkcyanamide (kalkstikstof)	20					+40
	Ureum	46					-46
	Vloeibare stikstof	30					-30
P₂O₅	Superfosfaat		18			23	-2
	Tripelsuperfosfaat		45			2-4	0
	MAP	12	52				-37
	DAP	18	46			3-4	-38
	Monokaliumfosfaat		52	34			0
K₂O	Chloorkali 40 %			40	15		0
	Chloorkali 40 % + 6 % MgO			40	6	4	+0.5
	Chloorkali 60 %			60		0-1	0
	Patentkali			30	10		42
	Kaliumsulfaat			50			45
	Magnesiumkainiet			11	5	27	10
MgO	Magnesiumsulfaat (bitterzout)				16	32	0
	Kieseriet				25-27	50-55	0
	Magnesiet				90		+126
Na₂O	Landbouwzout				50		0
<u>Spoorelementmeststoffen:</u>							
	Kobaltsulfaat 20 % Co	Borax	11 % B	Sommige samengestelde meststoffen zijn aangerijkt met spoorelementen.			
	Kopersulfaat 24 % Cu	Mangaansulfaat	20 % Mn				

3.5.6 Uitgewerkt voorbeeld voor een groenteteeltbedrijf met mestvarkens

Gegevens landbouwer	Jan Janssens
Datum staalname	16/04/2014
grondsoort %C Historiek dierlijke mest Grasland gescheurd (jaartal)	Zandleem 1,8 afwisselend varkensdrijfmest + stalrest Neen
Teelt Plantdatum Voorteelt + oogstdatum	Prei 8/05/2014 maïs 15/10/2013
Laatst geoogste teelt vorig jaar Oogstresten ingeploegd + datum Volume oogstresten Groenbedekker + datum vernietigen Gewasontwikkeling groenbedekker	Maïs Geen Geen
N bemesting mineraal + datum N bemesting organisch + datum Geplande bemesting	15 ton varkensdrijfmest 17/3/2014

Analyseresultaat		
	NO ₃ -N (kg /ha)	NH ₄ -N (kg/ha)
0-30 cm	69	2
30-60 cm	19	2
60-90 cm		
Totaal	88	4

Advies	
Beoogde bruto productie teelt:	72 T/ha
N-vrijstelling uit andere factoren:	40 E N uit mineralisatie voor de eerste zes weken (uit organische koolstof en organische mest)
Advies:	
0-30 cm laag aanvullen tot 159 kg N/ha (40 kg N/ha aftrekken voor mineralisatie).	
Bemesten met 50 kg N/ha.	
Nieuw staal nemen voor bijbemesting 6 weken na planten	

Gegevens landbouwer	Jan Janssens
Datum staalname	23/06/2014
grondsoort	zandleem
%C	1,8
Historiek dierlijke mest	afwisselend varkensdrijfmest + stalmest
Grasland gescheurd (jaartal)	neen
Teelt	prei
Plantdatum	8/05/2014
Voorteelt + oogstdatum	maïs 15/10/2013
Laatst geogste teelt vorig jaar	snijmaïs
Oogstresten ingeploegd + datum	geen
Volume oogstresten	
Groenbedekker + datum vernietigen	geen
Gewasontwikkeling groenbedekker	
N bemesting mineraal + datum	185 kg ammoniumnitraat 27% op 07/05/2014
N bemesting organisch + datum	15 ton varkensdrijfmest 17/3/2014
Geplande bemesting	

Analyseresultaat		
	NO ₃ -N (kg /ha)	NH ₄ -N (kg/ha)
0-30 cm	106	4
30-60 cm	38	6
60-90 cm		
Totaal	144	10

Advies	
Beoogde bruto productie teelt:	72 T/ha
N-vrijstelling uit andere factoren:	60 kg N/ha uit mineralisatie (uit organische koolstof en organische mest)
Advies:	
0-60 cm laag aanvullen tot 256 kg N/ha (60 kg N/ha aftrekken voor mineralisatie).	
Bemesten met 52 kg N/ha.	

3.5.7 Best passende bemestingstechnieken

Dierlijke mest

Dierlijke mest die makkelijk kan afspoelen of waarvan verliezen van ammoniakale stikstof mogelijk groot zijn dienen emissiearm toegediend te worden. Dit kan door het toepassen van volgende technieken:

- Grasland:
 - o Zode-injectie
 - o Sleepslang
 - o Sleufkouter
- Niet beteelde akker:
 - o Injectie
 - o Breedwerpig met inwerken binnen de 2 uur
- Beteelde akker:
 - o Injectie
 - o Sleepslang

Mestinjectie

Bij injectie wordt de mest dieper in de bodem gebracht. De vervluchtiging bij een goede uitvoering is dan ook gering. De mest wordt 12 tot 18 cm diep, via een ganzenvoet aan de injectietand, in sleuven in de grond gebracht, waarna de sleuf dichtgerold wordt. De onderlinge sleufafstand is 50 cm. Deze techniek is echter niet onder alle omstandigheden toepasbaar.

De techniek is vooral geschikt voor zandgrasland, omdat bij zwaardere grond, zoals kleigrond, zodebeschadiging optreedt. Bovendien dient mestinjectie vroeg in het voorjaar te worden toegepast om schade aan de graszode door verdroging en verbranding te beperken.

Zode-injectie

De zode-injectie kan vergeleken worden met de mestinjectie, met dit verschil dat mest minder diep wordt geïnjecteerd in de grond, namelijk in de graszode zelf. De mest wordt 5 tot 10 cm diep in sleuven in de grond gebracht, waarna de sleuf dichtgerold wordt. De sleuven worden 25 à 30 cm van elkaar getrokken.

Sleufkouter

Een sleufkouter bestaat uit elementen waarmee het gras wordt opgelicht of zijdelings wordt weggedrukt en de bodem wordt ingesneden om zo de mest in sleuven in de grond te brengen. De onderlinge afstand tussen de sleuven bedraagt ongeveer 20 cm. De diepte van de sleuf is afhankelijk van de hardheid van de bodem en de afstelling van de machine. Op zachte, vochtige grond kunnen de sleuven een diepte bereiken tot 5 cm zodat alle mest in de sleuven zit. Is de grond echter droger of is de machine niet goed afgesteld dan kunnen de sleuven beperkt blijven tot slechts 2 cm diepte. Bij zulke ondiepe sleuven wordt de mest slechts beperkt in de bodem gebracht en is het resultaat te vergelijken met een sleepslang-bemesting.

Sleepslangtechniek

De sleepslangenmachine bestaat uit een systeem met slangen die de mest in stroken op het gras leggen. De onderlinge afstand tussen de slangen bedraagt ongeveer 30 cm. De breedte van de meststroken is 5 tot 10 cm.

Inwerken

Bij het inwerken van mest wordt de mest na het uitspreiden door de grond bedekt, ofwel intensief met de grond vermengd, zodat de mest niet langer als zodanig op de grondoppervlakte ligt.

Kunstmest

Breedwerpig

Hierbij wordt de bemesting verdeeld over de volledige oppervlakte. Voor teelten die de volledige oppervlakte bedekken (gras, spinazie,...) is dit de techniek bij uitstek. Voor teelten met een grote rijenafstand kan breedwerpig toedienen van kunstmest leiden tot grote verliezen.

Rijenbemesting

Bij rijenbemesting wordt de meststof 5 à 10 cm in bodem ingewerkt. Dit kan zowel eenzijdig als tweezijdig gebeuren. Deze techniek kent voornamelijk zijn toepassing bij teelten met een kleine afstand in de rij en een grote afstand tussen de rijen.

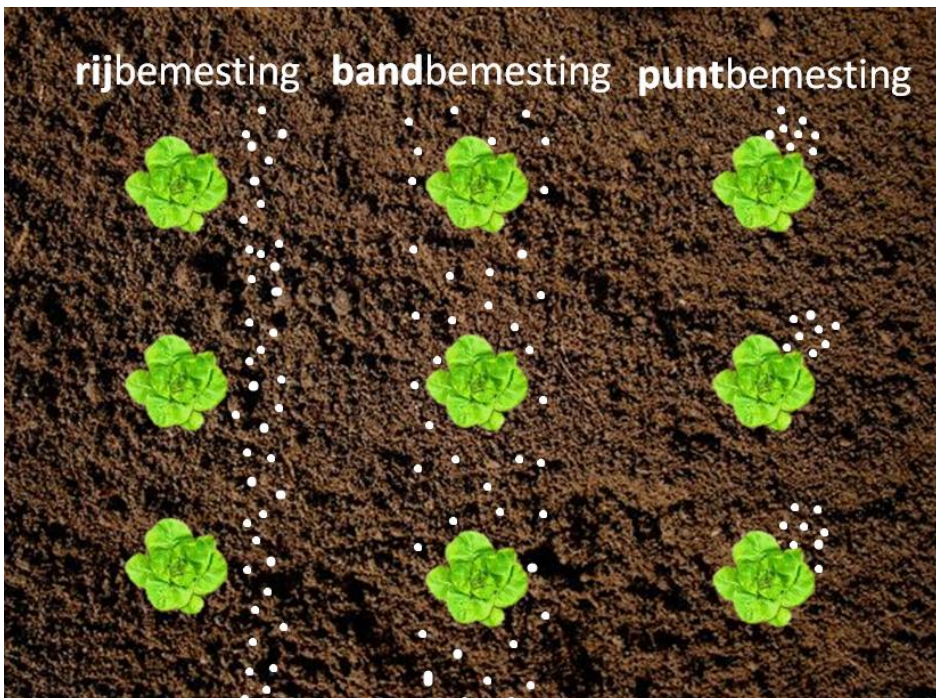
Bandbemesting

Bij bandbemesting wordt de meststof in een band van 5 tot 10 cm in de bodem ingewerkt waarna in deze stikstofrijke band gezaaid of geplant wordt. Deze techniek wordt voornamelijk toegepast voor gewassen die in de rij dicht bij elkaar staan maar met een grote tussenrijafstand. Zo wordt de hoeveelheid stikstof tussen de rijen beperkt met een betere benutting door het gewas tot gevolg.

Puntbemesting

Bij puntbemesting wordt de meststof slechts op 1 plaats toegediend, namelijk in het plantgat of vlak naast de plant. Er wordt geen volledige rij of band meer toegediend maar enkel bij de plant zelf. Deze techniek wordt vooral toegepast wanneer de planten op een grote afstand van elkaar staan.

Via deze techniek kunnen evenwel geen grote hoeveelheden worden gegeven. Enerzijds bestaat bij overdosering het gevaar op verbranding en anderzijds bestaat het gevaar op een te beperkte wortelontwikkeling waardoor de meststoffen verder in het bodemprofiel niet aangesproken worden.



Figuur 2. Verschillende mogelijkheden van plaats specifieke bemesting (bron: Inagro)

4 Het inventariseren van andere bruikbare adviessystemen voor groenteteelt in Vlaanderen

Het consortium opteert om in dit luik enerzijds de **N-INDEXmethode** en anderzijds het **KEMA**-adviesstelsel van de Bodemkundige Dienst van België te inventariseren. Via N-INDEXmethode en het KEMA-adviesstelsel formuleert de Bodemkundige Dienst al meer dan 30 jaar N-adviezen in de groenteteelt in Vlaanderen.

4.1 Expertsystemen als basis voor beredeneerde bemestingsadviezen

Aan de basis van oordeelkundige bemestingsadviezen ligt decennialang proefveld- en potproefonderzoek op alle bodemtypes die voorkomen in België. Het betreft zowel éénjarige als meerjarige proefvelden. Bij éénjarige proefvelden worden gedurende één jaar verschillende bemestingsdosissen getest op een veld. Bij de meerjarige proefvelden worden op één proefveldlocatie meerdere bemestingsdosissen aangelegd over meerdere jaren bij gangbare teeltrotaties. Dit heeft als voordeel dat 1) meerdere gewassen worden getest, 2) het lange-termijneffect van de verschillende bemestingsdosissen kan worden onderzocht, gaande van een nulbemesting, waarbij geen voedingselement(en) worden toegediend, tot een overmatige bemesting en 3) dat mineralisatie bij verschillende koolstofgehaltes, organische-stoftoedieningen en weersomstandigheden goed kan worden begroot. Zowel op de éénjarige als op de meerjarige proefvelden worden de bemestingsdosissen aangelegd in ten minste 3, maar beter nog 4 herhalingen.

Van 1938 tot op heden legde/legt de Bodemkundige Dienst van België meer dan 5.000 proefvelden aan, verspreid over alle bodemtypes van België. Het laatste decennium werden specifiek voor vollegrondsgroenten 56 bemestingsproeven aangelegd. De proefvelden werden/worden steeds aangelegd op praktijkpercelen. Door de lange periode (sinds 1938, waarbij vooral sinds 1970 het accent wordt gelegd op de stikstofbemesting en de verschillende vormen van organische-stoftoediening) waarin reeds bemestingsproeven worden aangelegd enerzijds en door te werken op praktijkpercelen anderzijds, wordt niet alleen kennis opgedaan om de bemestingsadviezen vast te leggen en te actualiseren, maar wordt ook de invloed van klimatologische omstandigheden en de invloed van de verschillende perceelshistorieken (bv. verschil in organische-stoftoedieningen, verschillen in organische-stofgehalte) in kaart gebracht en geïntegreerd in de expertsystemen.

De bemestingsproefvelden worden gedurende het hele jaar grondig opgevolgd met talrijke waarnemingen en metingen per bemestingsobject en per herhaling. Op de bemestingsproefvelden wordt niet alleen de gewasopbrengst, de gewassenstelling en de gewaskwaliteit opgevolgd maar wordt ook de voedingstoestand van de bodem bepaald voor de start van de proefvelden en wordt gedurende het hele groeiseizoen, bij oogst en desgevallend nog daarna het minerale N-gehalte tot ten minste 90 cm diep opgevolgd.

De wetenschappelijke kennis opgedaan in de talrijke proefvelden wordt geïntegreerd in expertsystemen voor het formuleren van bemestingsadviezen.

Wat is een expertstelsel?

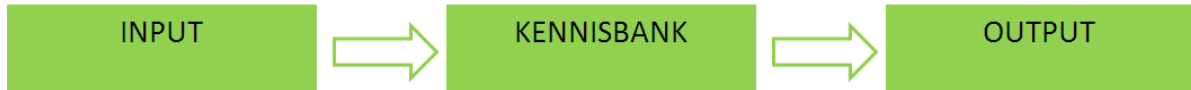
Een expertstelsel, ook wel kennisgebaseerd stelsel genoemd, is een computersysteem dat specifieke wetenschappelijke kennis en expertise bevat en dat gebruikt wordt om een probleem binnen een bepaald gebied op te lossen. Een expertstelsel omvat interactief gebruik van zowel objectieve data (dwz het expertstelsel leert bij uit zichzelf) als expert kennisregels. Expertsystemen zijn ontwikkeld in vele domeinen, zoals in de ruimtevaart, de financiële sector, maar ook binnen de landbouwsector. Een voorbeeld van een probleem dat opgelost moet worden, is het geven van een bemestingsadvies voor een specifieke teelt op een specifiek perceel. Het expertstelsel is een beslissingsondersteunend instrument omdat het de voorlichter en landbouwer ondersteunt bij de beslissing tot bemesten en bekalken.

Drie verschillende types van expertsystemen worden onderscheiden:

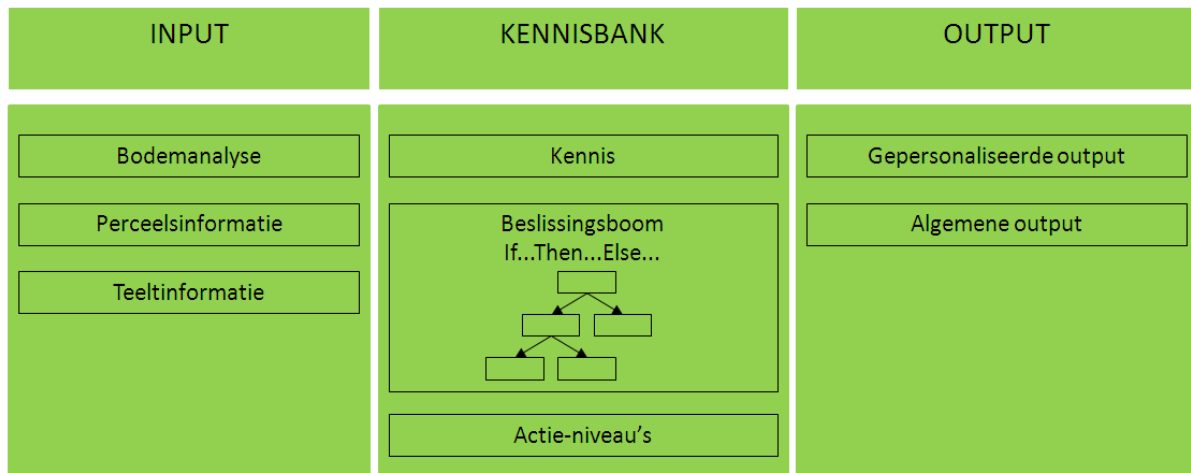
1. Heuristisch expertstelsel, gebaseerd op de kennis van de expert

2. Expertstelsysteem gebaseerd op een model, waarbij simulatiemodellen geïntegreerd worden in het expertstelsysteem
3. Expertdatabanken, waarbij databanken gelinkt wordt aan het expertstelsysteem (Jones, 1989; Vandendriessche, 1995)

Algemeen bestaat een expertstelsysteem uit 3 elementen: input, kennisbank en output. De input bevat de noodzakelijke informatie om de kennisbank te raadplegen en te sturen. De kennisbank bevat alle opgedane kennis en expertise. De output formuleert een advies op basis van de gegeven input en de beschikbare expertise in de kennisbank.



Expertstelsystemen voor bemestingsadviezen zijn op dezelfde manier opgebouwd.



Figuur 3. Algemeen schema van bemestingexpertstelsystemen van de Bodemkundige Dienst van België.

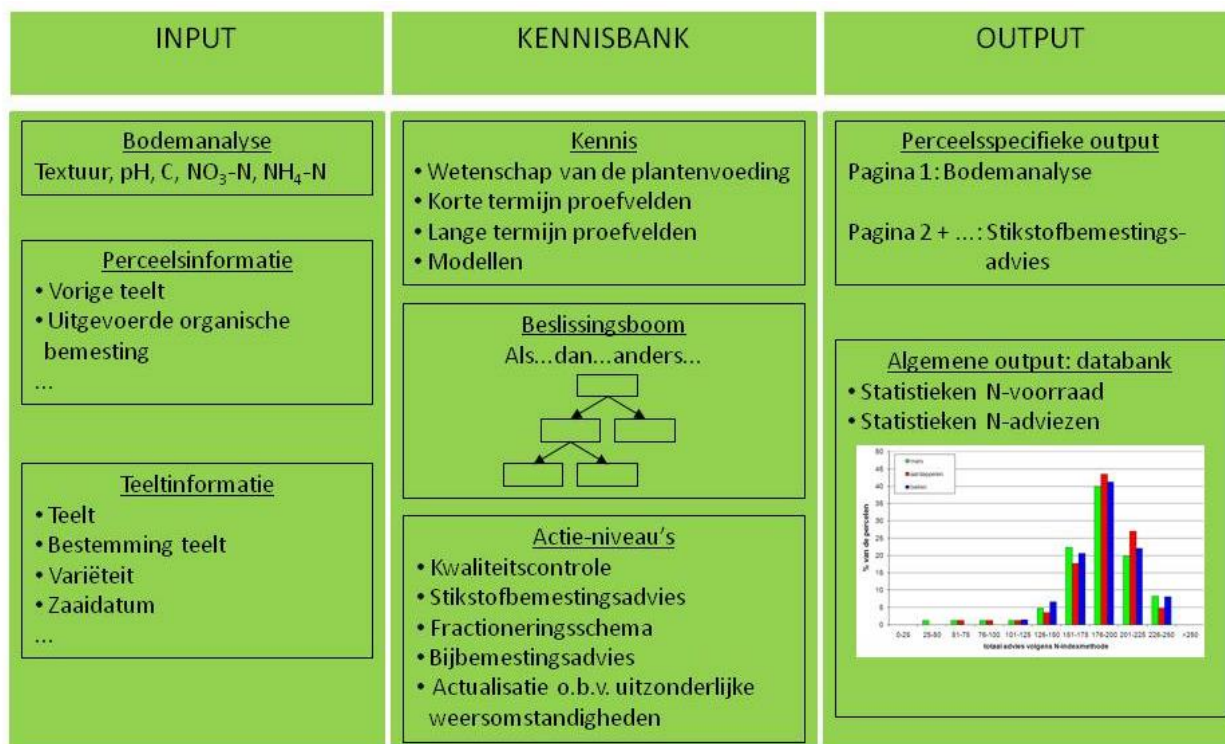
De noodzakelijke input wordt aangeleverd door de bodemanalyse en door de specifieke informatie over het perceel en de teelt. Deze informatie voedt de beslissingsboom, die gebaseerd is op wetenschappelijke en experimentele kennis en gestuurd wordt door de aangeleverde informatie. De uiteindelijke output van het expertstelsysteem is tweeledig. Enerzijds is er het gepersonaliseerde bemestingsadvies dat naar de landbouwer wordt verstuurd en dat hij ook on-line kan raadplegen. Anderzijds wordt er een databank gegenereerd met bodemanalyseresultaten die door de experts gebruikt kan worden om het expertstelsysteem verder te onderbouwen (bv. evolutie van de bodemvruchtbaarheid in Vlaanderen, de adaptatie van de bekalkingsadviezen aan de effecten van zure regen, etc.). Deze laatste eigenschap dat het bemestingexpertstelsysteem als het ware "leert uit zichzelf" is per definitie een voorwaarde om het systeem een echt expertstelsysteem te mogen noemen.

Door de Bodemkundige Dienst van België zijn een aantal belangrijke bemestingexpertstelsystemen ontwikkeld, onder andere BEMEX: BEMestingsEXpertstelsysteem voor de basisbemesting en bekalking, N-INDEX: het stikstofbemestingexpertstelsysteem voor de verfijnde stikstofbemesting en KEMA, Controle en Evolutie van de Mineralen en hun Accumulatie, speciaal ontwikkeld voor de glastuinbouw en bepaalde openluchtteelten (bv. aardbei, boomkwekerij).

De bemestingexpertstelsystemen BEMEX, N-INDEX en KEMA zijn een combinatie van de drie hogervermelde types. Alledrie bevatten ze interactief expertregels, eenvoudige simulatiemodellen (bv. het stikstofmineralisatiemodel) en een expertdatabank met objectieve data (bv. informatie over mineralisatie van organische mesten, responscurves, surpluscurves, proefveldonderzoek, ...). De N-INDEX en KEMA expertstelsystemen worden verder in detail besproken.

4.2 N-INDEX: gedetailleerd advies

De N-INDEX is een expertsysteem ontwikkeld door de Bodemkundige Dienst voor de berekening van perceelsspecifieke stikstofbestedingsadviezen voor akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten, fruitteelt en weiland, op basis van een minerale-stikstofanalyse (Figuur 4). De N-INDEX geeft aan hoeveel stikstof er in de loop van het groeiseizoen ter beschikking komt van de teelt. Omdat niet alleen rekening wordt gehouden met de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem op het moment van staalname, maar ook met de verwachte stikstofmineralisatie in de eerstvolgende maanden, kan een nauwkeurig stikstofbestedingsadvies gegeven worden.



Figuur 4. Algemeen schema van het N-INDEX-expertsysteem (Bodemkundige Dienst van België)

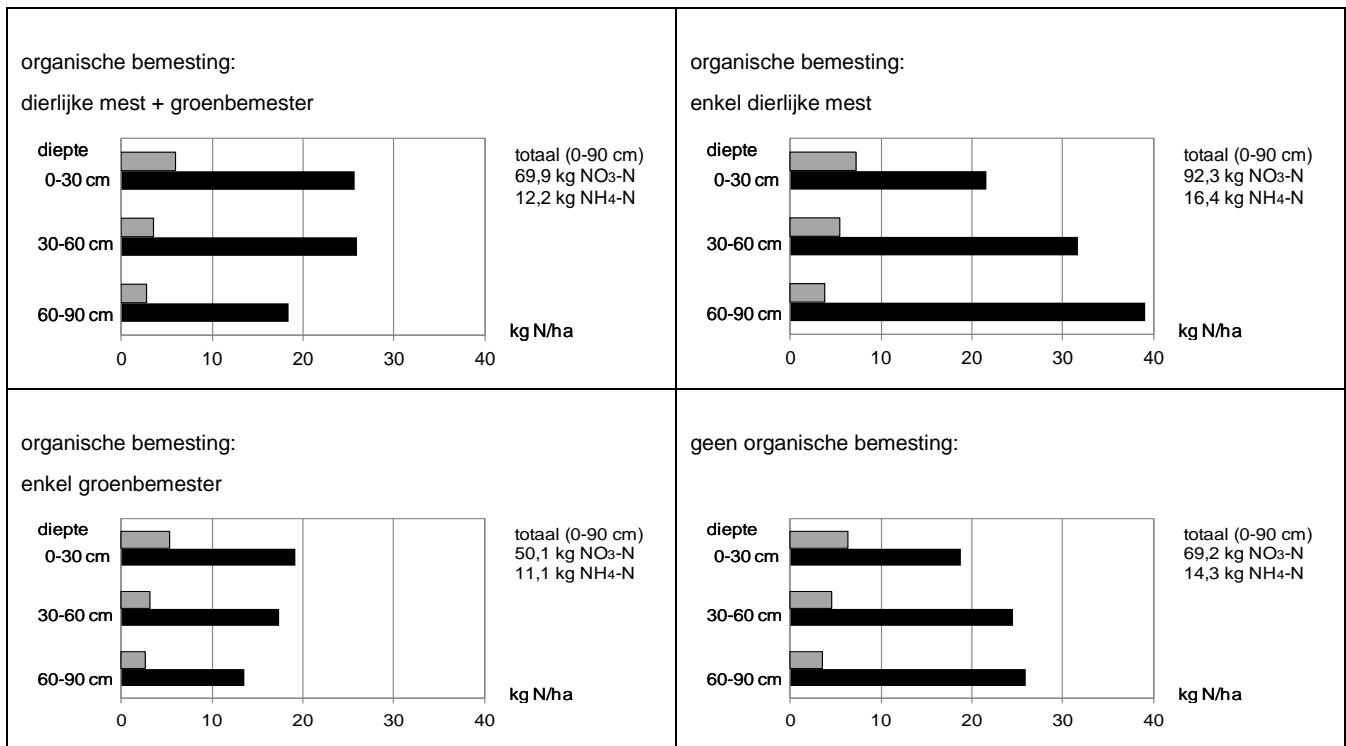
4.2.1 Inleiding

4.2.1.1 INPUT

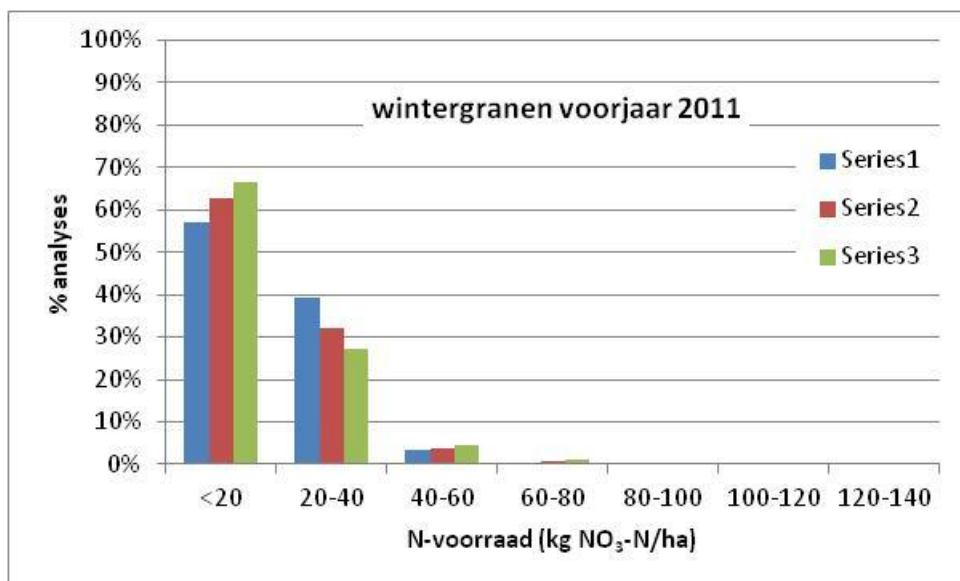
De nodige invoerdata voor het N-INDEX-expertsysteem kunnen in drie categorieën opgedeeld worden:

- **bodemanalysegegevens die de bodemvruchtbaarheid van het perceel weergeven:** via een bodemstaalname wordt in bodemlagen van 30 cm gemeten hoeveel minerale stikstof (nitraat- en ammoniakale stikstof) in de bodem aanwezig is.

De hoeveelheid nitraatstikstof kan, in functie van o.a. de voorgeschiedenis van het perceel (Figuur 5), sterk verschillen van perceel tot perceel alsook in de diepte. De bepaling van nitraatstikstof is dan ook een inputfactor in het N-INDEX-expertsysteem en kan zeer uiteenlopende waarden aannemen (Figuur 6).



Figuur 5. Effect van voorgeschiedenis (groenbemester en toediening dierlijke mest) op minerale-stikstofvoorraad (grijs = ammonium-stikstof, zwart = nitraatstikstof) in het voorjaar (1 januari - 15 maart 2010), vb. suikerbieten



Figuur 6. Frequentieverdeling van nitraatstikstofvoorraad in 0-30, 30-60 en 60-90 cm in januari-maart 2011 bij N-INDEX-staalname op percelen met wintergranen (serie1=0-30cm, serie2=30-60cm, serie3=60-90cm).

De bepaling van de ammoniakale stikstof in het bodemprofiel is een belangrijke factor voor de kwaliteitscontrole van o.a. de perceelsinformatie en de bewaring van de stalen. Zo kunnen hoge waarden voor ammoniakale stikstof wijzen op recente organische stikstofbemesting.

Afhankelijk van de teelt waarvoor advies wordt berekend, wordt de bodemstaalname uitgevoerd tot 30, 60 of 90 cm diepte (een overzicht van de staalname-diepte en optimaal staalname-tijdstip wordt weergegeven in Bijlage 6).

De grondsoort van elke bodemlaag wordt bepaald via palpatie. De kennis van de grondsoort is belangrijk voor meerdere aspecten van zowel de N-INDEX-berekening als de N-advisering. Zo is o.a.

de berekening van de hoeveelheid minerale stikstof per ha, de mineralisatie en de structuurfactor functie van de grondsoort. Ook de pH-KCl en het koolstofgehalte van de bovenste bodemlaag (0-30 cm) worden gemeten en zijn essentiële inputgegevens voor N-INDEX;

- **perceelsinformatie om de nutriëntendynamiek in de bodem te bepalen:** elk grondstaal wordt vergezeld van een inlichtingsformulier met de noodzakelijke informatie over het perceel en zijn voorgeschiedenis;
- **informatie over de teelt waarvoor een bemestingsadvies gewenst wordt:** belangrijke teeltinformatie is het teelttype en, afhankelijk van de teelt, de variëteit, de zaaidatum, de zaaidichtheid, de toepassing van groeiregulatoren, de bestemming van het oogstbare product (versmarkt, verwerkende industrie, ...), de oogstdatum, enz. Deze informatie wordt eveneens op het inlichtingsformulier vermeld (zie Bijlage 8) .

4.2.1.2 *KENNISBANK*

De meting van de minerale stikstof in de bodem via bodemanalyse is een momentopname die best zo kort mogelijk bij het bemestingstijdstip gebeurt. Om een beredeneerd stikstofbemestingsadvies te berekenen, wordt ook in rekening gebracht hoeveel stikstof gedurende het hele groeiseizoen beschikbaar zal komen voor de teelt. Dit wordt berekend door de N-INDEX-methode als de som van maximaal 18 factoren. Sommige van deze factoren kunnen voor bepaalde gewassen of in bepaalde omstandigheden gelijk zijn aan nul.

$$\text{N-INDEX} = \underbrace{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + x_{18}}_{\substack{(1) \quad (2) \quad (3)}}$$

Deze factoren kunnen ingedeeld worden in drie groepen:

(1) Factoren die de reeds beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de bodem op het moment van de staalname weergeven en de hoeveelheid stikstof die op het moment van de staalname al opgenomen is door het gewas. De hoeveelheid beschikbare minerale stikstof in de bodem wordt gemeten door de minerale-stikstofanalyse. De reeds opgenomen stikstof door het gewas op het ogenblik van staalname wordt hoofdzakelijk bepaald door de teelttechniek en door de ontwikkeling van het gewas.

(2) Factoren die bepalen hoeveel minerale stikstof er zal geleverd worden door de bodem gedurende het groeiseizoen. Dit is de stikstof die door mineralisatie vrijgesteld wordt uit bodemhumus, oogstresten, groenbemesters en reeds toegediende organische meststoffen. Het hele mineralisatieproces wordt geëvalueerd door de sommering van verschillende deelprocessen die bijdragen tot de totale mineralisatie. Elk deelproces komt overeen met een factor in de berekening van de N-INDEX.

(3) Factoren die resulteren in een verminderde beschikbaarheid van minerale stikstof gedurende het groeiseizoen: lage pH, uitspoeling, vervluchtiging, denitrificatie en afspoeling.

De 18 factoren, voor zover relevant voor de N-advisering in de groenteteelt, worden nu in detail toegelicht.

- Factoren x_1 - x_6

Uit proefveldonderzoek op de verschillende bodemtypes wordt een hoge significante correlatie vastgesteld tussen de optimale stikstofdosering en de hoeveelheid nitraatstikstof aanwezig in de bodem kort voor het zaaien of planten van de teelt.

Tabel 11. Nitraatstikstof en ammoniakale stikstof in 0-30-60-90 cm

x_1	NO ₃ -N in 0-30 cm (kg N/ha)
x_2	NO ₃ -N in 30-60 cm (kg N/ha)
x_3	NO ₃ -N in 60-90 cm (kg N/ha)
x_4	NH ₄ -N in 0-30 cm (kg N/ha)
x_5	NH ₄ -N in 30-60 cm (kg N/ha)
x_6	NH ₄ -N in 60-90 cm (kg N/ha)

De staalnamediepte is vooral afhankelijk van de bewortelingsdiepte van de gewassen. Voor graangewassen die diep wortelen worden bodemstalen genomen tot 90 cm diepte, terwijl voor aardappelen, maïs en de meeste groenten een staalname tot 60 cm voldoende is voor de berekening van het stikstofadvies. De staalnamediepte werd mee afgeleid door de opvolging van zowel het minerale stikstofgehalte in functie van de bodemdiepte gedurende het groeiseizoen op verschillende bodemtypes als de stikstofopname door het gewas bij de proef- en praktijkvelden. De kwaliteit van witloof en suikerbieten wordt nadelig beïnvloed door stikstofopname laat in het groeiseizoen. Deze stikstof kan afkomstig zijn van herfstmineralisatie of van stikstofreserves onderaan in het profiel. Voor witloof is bodembemonstering tot 90 cm dan ook essentieel, voor suikerbieten is dit zeer nuttig omdat er dan een uitspraak kan gedaan worden over de te verwachten kwaliteit. Bepaling van het minerale stikstofgehalte tot 90 cm diepte levert dus ook voor teelten die minerale stikstof uit de diepere lagen niet benutten voor de productie interessante informatie op. Immers, op basis van deze informatie kan de land- en tuinbouwer in de toekomst zijn teelttechniek eventueel verbeteren, een andere teelt verbouwen op het betrokken perceel of de nitraatuitspoeling beter inschatten en deze in de toekomst voorkomen.

- Factor x_7 , de koolstoffactor

De correlatie tussen de optimale stikstofdosering en de hoeveelheid nitraatstikstof in de bodem (x_1 - x_3) wordt nog beter wanneer het organische-stofgehalte van de bodem in rekening wordt gebracht. Dit wordt verklaard door de mineralisatie van de organische stof van de bodem en wordt in de N-INDEX vertaald als de koolstoffactor x_7 . Dankzij proefvelden op praktijkpercelen met verschillende bodemtypes, verschillende koolstofgehalten over meerdere decennia (klimaatinvloed) is deze koolstoffactor goed te begroten, wat zich uit in de voorgenoemde correlatieverhoging.

Voor de berekening van de koolstoffactor wordt rekening gehouden met het organische-stofgehalte van de bovenste 30 cm van de bodem, de voorgeschiedenis van het perceel en de teeltaspecten:

- Het koolstofgehalte is een maat voor het organische-stofgehalte. Organische stof is een belangrijk element in de bodemvruchtbaarheid omdat het invloed heeft op zowel de fysische en chemische eigenschappen van de bodem evenals op het microbiële leven van de microflora en -fauna. Organische stof is bepalend voor de bodemstructuur en daarmee samenhangend de drainage en doorlaatbaarheid. Voldoende organische stof zorgt voor een betere zuurstoftoestand in de bodem en is een wapen tegen erosie. Verder zorgt een hoog organische-stofgehalte ervoor dat het waterhoudend vermogen verhoogd wordt, wat in lichtere gronden van belang kan zijn. Het sorptiecomplex van organische stof zorgt ervoor dat meer nutriënten kunnen vastgehouden en nadien ook weer geleidelijk beschikbaar gesteld

worden voor de planten. Algemeen kan gesteld worden dat de organische stof in de bodem zeer nauw verbonden is met de algemene bodemvruchtbaarheid en een verandering van deze organische-stofvoorraad ook een verandering in bodemvruchtbaarheid met zich meebrengt. Niet het gehalte aan organische stof maar het organische-koolstofgehalte wordt bepaald op de stalen. Door dit percentage koolstof te vermenigvuldigen met het koolstofgetal zijnde 1.724 krijgt men het organische-stofgehalte. Dit getal is gebaseerd op de aanname dat organische stof in de bodem gemiddeld 58% koolstof bevat.

- Om rekening te houden met de verhoogde mineralisatie na het scheuren van een weide wordt dit ook apart opgenomen in het expertsysteem. Deze info wordt verkregen via het inlichtingsformulier en is een aspect van de voorgeschiedenis van het perceel. Bij een gescheurde weide wordt bij de hogere koolstofgehaltenes een hogere waarde voor x7 in rekening gebracht. Deze extra stikstofmineralisatie bedraagt al snel 15 à 20 kg N/ha.
- Het bewortelingspatroon en de lengte van het groeiseizoen bepalen in welke mate de vrijgezette minerale stikstof uit de organische stof in de bodem kan benut worden door het gewas en bepaalt als dusdanig mee de koolstoffactor. De factor x7 varieert naargelang de teelt en op deze wijze wordt er rekening gehouden met bewortelingsdiepte en teeltduur.

- Factor x_8 , de structuurfactor:

De structuur van de bodem heeft een effect op de mineralisatie, op de doorworteling en dus op de benutting van de minerale stikstof. Een goede kruimelige structuur wordt als de standaard beschouwd in de N-INDEX-berekening. Een te vaste structuur wordt verrekend in de structuurfactor als een negatieve waarde in de N-INDEX. De structuurfactor wordt te velde vastgesteld door de staalnemer en aangegeven op het inlichtingsformulier.

Tabel 12. Structuurfactor voor vollegrondsgroenten x_8 in functie van de structuuraanduiding op inlichtingsformulier

<i>structuur</i>	x_8
goed kruimelig	0
te vast	-10

- Factor x_9 , de textuurfactor

De mineralisatie is afhankelijk van de textuur van de bodem. Via proefveldonderzoek op de verschillende bodemtypes in België en op de kalkrijke gronden in Frankrijk is de textuurfactor x_9 opgenomen in de expertdatabank.

- Factor x_{10} , de pH-factor

De zuurtegraad van de bovenste bodemlaag (0-30 cm) heeft een effect op de mineralisatie en bepaalt mee de opnamecapaciteit van de voedingselementen door de plant. Een gunstige pH (afhankelijk van het bodemtype) wordt als de standaard beschouwd in de N-INDEX-berekening. Een te lage pH (zure grond) wordt verrekend in de pH-factor (x_{10}) als een negatieve waarde in de N-INDEX. De pH wordt vastgesteld in het laboratorium door analyse van de bovenste bodemlaag (0-30 cm) als pH-KCl. Echter op groentepercelen komt een te lage pH slechts sporadisch voor.

- Factor x_{11} , de bekalkingsfactor

De bekalking stimuleert de mineralisatie en sommige kalksoorten bevatten stikstof. De bekalkingsfactor is gebaseerd op de soort bekalking, het tijdstip van bekalken ten opzichte van de

staalnamedatum en de dosis. Aangezien het effect van de bekalking op de mineralisatie van lange duur is, wordt de bekalkingsfactor verrekend voor de groeiseizoenen tot 3 jaar na toediening van de bekalking.

- Factoren x_{12} en x_{17} , de voorteeltfactoren

Sommige voorteelten hebben een specifiek effect op de groei en ontwikkeling van het volggewas. Dit wordt verrekend in de factor x_{17} . Zo kunnen vlinderbloemige voorteelten stikstof fixeren en zullen nog stikstof vrijzetten, bepaalde voorteelten laten een hoeveelheid stikstof achter in de oogstresten (factor x_{12}) (bijvoorbeeld bietenbladeren of bloemkoolbladeren), die na mineralisatie vrijkomt voor de volgteelt. Het effect van een gescheurde weide op de mineralisatie wordt hier ook begroot. Bij de berekening van de voorteeltfactor wordt rekening gehouden met de periode tussen de oogst van de voorteelt en de staalnamedatum, de hoeveelheid oogstrest die achterblijft en het type oogstrest. Deze informatie wordt ingewonnen via de perceelsinformatie.

Tabel 13. Enkele voorbeelden voor de voorteeltfactor x_{12}

Voorteelt	verschil oogstdatum en staalnamedatum > 2 maand			verschil oogstdatum en staalnamedatum ≤ 2 maand		
	veel	normaal	weinig	veel	normaal	weinig
Erwten	20	20	20	70	60	50
Struikbonen	25	25	25	70	60	50
Spruitkool	40	30	20	65	55	45

- Factor x_{13} , de teelttechnische factor

Wanneer het gewas bij staalname reeds stikstof heeft opgenomen (bv. bij staalname ikv bijbemestingsadvies), wordt de reeds opgenomen stikstof in rekening gebracht. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van opnamecurves in functie van het gewas. Specifiek bij groenten wordt er nog verder onderscheid gemaakt tussen vroege en late teelten en teelten specifiek voor de bewaring. De opnamegegevens die gebruikt worden in de N-INDEX worden weergegeven in Bijlage 9.

- Factor x_{14} , de factor voor de reeds toegediende scheikundige stikstofbemesting

Wanneer een bodemstaal genomen wordt tot 8 weken na toediening van minerale bemesting, wordt via factor x_{14} 20 % van de toegediende hoeveelheid in rekening gebracht. Op basis van proefveldonderzoek werd vastgesteld dat gedurende deze periode dit aandeel van de toegediende minerale bemesting niet kan worden teruggevonden in het bodemprofiel wegens immobilisatie door de bodemorganismen.

- Factor x_{15} , de factor voor toegediende organische bemesting

Uit het proefveldonderzoek van de Bodemkundige Dienst van België op de verschillende bodemtypes en met een gamma aan organische bemestingen blijkt het belang van de organische bemesting voor de stikstofvoorziening van de planten. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de correlatie tussen de optimale stikstofdosering en de hoeveelheid nitraatstikstof in de bodem (x_1 - x_3) nog beter wordt wanneer de toegediende organische bemesting in rekening wordt gebracht. Deze factor voor organische bemesting is geïntegreerd als factor x_{15} in de N-INDEX.

Deze factor omvat de aard van de organische bemesting, de dosis en het toedieningstijdstip van de organische bemesting in relatie tot het staalnametijdstip. Standaard wordt in de N-INDEX-databank gerekend met de gemiddelde samenstelling van de organische bemesting. Echter wanneer de organische bemesting die werd toegediend vooraf geanalyseerd werd, bv. via BEMORGEX, wordt de

werkelijke samenstelling in rekening gebracht voor de berekening van de factor x_{15} in de N-INDEX. Deze informatie dient beschikbaar gesteld te worden via de perceelsinformatie.

- Factor x_{16} , de factor voor groenbedekking

Naast de voorteelt (zie factor x_{12}), kan ook een ondergewerkte groenbedekker stikstof vrijzetten. De aard en de ontwikkeling van de groenbedekker worden mee in rekening genomen om de hoeveelheid stikstof die zal worden vrijgezet in te schatten. De hier vermelde waarden gelden voor groenbedekkers ingezaaid na een hoofdteelt. Indien bijvoorbeeld een gans jaar klaver gestaan heeft op het perceel, zal de N-levering het volgende jaar op een hoger niveau liggen.

Tabel 14. Enkele voorbeelden van de factor voor groenbedekking x_{16} met vrijstelling in voorjaar

<i>Groenbedekker</i>	<i>ontwikkeling</i>		
	<i>slecht</i>	<i>normaal</i>	<i>goed</i>
mosterd	15	20	25
raaigras	15	20	25
rammenas	15	20	25
wikken	15	20	25
klavers	25	30	35
snijrogge	10	15	20
phacelia	15	20	20

- Factor x_{17}

Deze factor werd samen besproken met factor x_{12} .

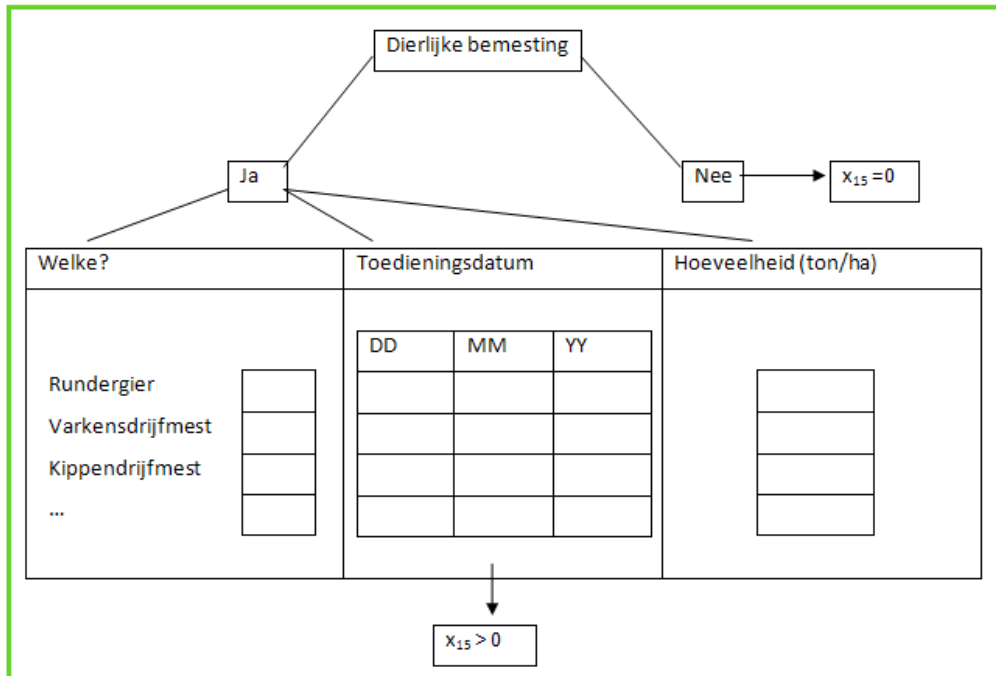
- Factor x_{18} , de factor voor de staalnamedatum

Deze factor bepaalt de mineralisatieduur. Het in rekening brengen van de staalnamedatum is gebaseerd op de resultaten van o.a. de aardappelproefvelden van de Bodemkundige Dienst van België. Algemeen wordt aangenomen dat voor stalen genomen vanaf 1 januari tot en met 4 februari er eerst uitspoeling in rekening moet worden gebracht, en daarna mineralisatie. De uitspoeling wordt begroot aan de hand van het BURNS-model (Burns, 1974). Via de factor x_{18} wordt voor vroeg genomen bodemstalen de mineralisatie in rekening gebracht voor de periode vanaf 5 februari tot en met 15 mei. De stikstofmineralisatie in de bodem wordt begroot aan de hand van eerste-orde vergelijkingen. Door decennialang bemestingsproeven aan te leggen op praktijkvelden kan de mineralisatie goed begroot worden voor verschillende bodemtypes en voor verschillende koolstofgehaltes.

Voor het berekenen van al deze factoren moet de voorgeschiedenis van het perceel goed gekend zijn. Hiervoor worden heel wat vragen gesteld bij de staalname en worden de antwoorden genoteerd op het inlichtingsformulier van het perceel. Aan de hand van deze gegevens, samen met de analyseresultaten uit het laboratorium, wordt de N-INDEX berekend.

De **N-INDEX** is een maat voor de hoeveelheid minerale stikstof die gedurende het hele groeiseizoen beschikbaar is voor de teelt waarvoor advies wordt berekend

De kennisbank maakt gebruik van meerdere types van rekenmodules, waaronder modellen, datamining en beslissingsbomen. Een voorbeeld van de beslissingsboom ALS-DAN-ANDERS bij de N-INDEX methode is weergegeven in Figuur 7 voor factor x_{15} (dierlijke bemesting). Wanneer er geen dierlijke bemesting is toegediend, wordt de factor x_{15} gelijkgesteld aan 0. Als er wel dierlijke bemesting is gegeven, zal het systeem nagaan welke soort, hoeveelheid en wanneer het is toegediend. In dit geval zal de factor x_{15} groter zijn dan 0 en wel zoals berekend uit de aanwezige proefveldinformatie in de databanken.



Figuur 7. Een voorbeeld van een beslissingsboom bij factor x_{15} van de N-INDEX methode (Bodemkundige Dienst van België)

Voor de berekening van het stikstofbemestingsadvies wordt de N-INDEX aangevuld tot de totale stikstofbehoefte van de teelt. Deze behoefte is echter op zich afhankelijk van een aantal parameters eigen aan de teelt. Voor de vollegrondsgroenten wordt rekening gehouden met raskenmerken (specifieke stikstofbehoefte van elk ras, bv. legergevoeligheid van spruitkool) en het groeiseizoen (vroeg groenten, zomer groenten, winter groenten, ...).

De berekening van het stikstofbemestingsadvies op basis van de N-INDEX wordt als volgt geformuleerd:

N-bemestingsadvies $Y = A - b * N\text{-INDEX}$

A is de totale stikstofbehoefte van de teelt, welke voor de meeste vollegrondsgroenten op een iets hoger niveau ligt dan de totale N-opname bij de oogst. De waarden A en b werden afgeleid uit veldproeven. Voor groenten is momenteel b steeds gelijk aan 1. Bijkomend proefveldonderzoek is nodig om na te gaan of tussen de vollegrondsgroenten hier een differentiatie kan gemaakt worden.

Voor sommige gewassen kan er ook een advies gegeven worden voor de fractionering van de stikstoftoediening. Deze fractionering wordt mee bepaald door de verdeling van de reeds aanwezige minerale stikstof in het bodemprofiel en het stikstofopnamepatroon van het gewas.

4.2.1.3 *OUTPUT*

Het N-INDEX expertsysteem berekent perceelsspecifieke stikstofbemestingsadviezen voor akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten, fruitteelt en weiland, op basis van een minerale stikstofanalyse, waarbij rekening gehouden wordt met de stikstofbeschikbaarheid van het perceel over het volledige groeiseizoen van de teelt waarvoor advies berekend wordt.

In tegenstelling tot de basisbemestingsadviezen opgesteld met BEMEX wordt het N-INDEX bemestingsadvies opgesteld voor één teelt in één groeiseizoen (Bijlage 7). De reden hiervoor is dat de minerale stikstof aanwezig in het bodemprofiel zeer snel wijzigt, in tegenstelling tot de voorraad aan de elementen P, K, Mg, Ca in de bouwlaag.

De procentuele verdeling van de stikstofbemestingsadviezen per gewas vertoont een grote spreiding, vooral in Vlaanderen. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan de grote verschillen in minerale stikstofvoorraad op perceelsniveau, onder andere als gevolg van de voorgeschiedenis van het perceel, de organische bemesting, het teeltschema, de perceelskenmerken, e.a.

Let op: het N-INDEX advies houdt geen rekening met beperkingen opgelegd door het Mestdecreet. De landbouwer kan zelf dit advies omzetten in een hoeveelheid meststoffen en moet ook voldoen aan het Mestdecreet

4.2.2 N-indexadviezen en de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEG)

In 1991 werd de Europese Nitraatrichtlijn (Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991) van kracht voor alle lidstaten van de Europese Unie. Het doel van deze richtlijn is om de waterverontreiniging veroorzaakt door nitraten en fosfaten uit agrarische bronnen te verminderen, en verdere verontreinigingen van die aard te voorkomen. Een toename van nitraten en fosfaten in waterlopen en rivieren, o.a. door bemesting leidt tot eutrofiëring.

Om de doelstellingen te bereiken werden aan de Europese lidstaten 5 eisen gesteld:

- Vaststellen welke wateren door verontreiniging beïnvloed worden;
- Gebieden die afwateren naar deze wateren als kwetsbare zone aanduiden;
- Actieprogramma's opstellen om de kwaliteit van de wateren te verbeteren;
- Code goede landbouwpraktijken opstellen;
- Controles op de nitraatconcentraties uitvoeren in grond- en oppervlaktewater

In Bijlage III van de Nitraatrichtlijn worden de maatregelen die in de actieprogramma's dienen opgenomen te worden, opgelijst. De maatregelen moeten o.a. voorschriften behelzen die het op of in de bodem brengen van meststoffen beperken overeenkomstig de goede landbouwpraktijken en rekening houden met de kenmerken van de betrokken kwetsbare zone (bodemgesteldheid, grondsoort, klimaat, neerslag, landgebruik en landbouwpraktijken).

In de N-INDEX-adviseringen wordt, zoals gesteld in bijlage III van de Nitraatrichtlijn, rekening gehouden met deze kenmerken, met name:

- Bodemgesteldheid, grondsoort: de structuurfactor x_8 en de textuurfactor x_9 in de N-INDEX
- Neerslag: de uitspoeling zoals verrekend in factor x_{18} van N-INDEX
- Landgebruik en landbouwpraktijk: In de N-INDEX wordt dit in rekening gebracht via verschillende factoren, nl. effect van pH in factor x_{10} , voortelt in factoren x_{12} en x_{17} , groenbemester in factor x_{16}

Daarenboven moeten deze maatregelen mbt bemesting gebaseerd zijn op een balans tussen de verwachte stikstofbehoefte van het gewas enerzijds en de stikstoftoevoer uit de bodem en de bemesting anderzijds (conform bijlage III van de Nitraatrichtlijn).

Bij de berekening van de N-INDEX wordt die stikstoftoevoer begroot in 3 stappen:

- 1) de reeds beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de bodem,
- 2) de hoeveelheid minerale stikstof die de bodem zal leveren gedurende het groeiseizoen
- 3) de verminderde beschikbaarheid van de minerale stikstof tijdens het groeiseizoen.

In het N-INDEX-expertsysteem wordt het stikstofbemestingsadvies Y berekend door de te verwachte gewasbehoefte te verminderen met de N-INDEX. De N-INDEX is, zoals hoger vermeld, een maat voor de hoeveelheid minerale stikstof die gedurende het hele groeiseizoen beschikbaar is voor de teelt waarvoor

advies wordt berekend. Zoals voorgeschreven in Bijlage III van de Nitraatrichtlijn, wordt in de N-INDEX volgende elementen in rekening gebracht:

- de hoeveelheid stikstof aanwezig in de bodem (factoren X_1 tot en met x_6),
- de toevoer van stikstof door nettomineralisatie in de bodem (factoren x_7 , x_{12} , x_{16} , x_{17} en x_{18})
- de toevoeging van stikstofverbindingen uit dierlijke mest (factor x_{15}) en de toevoeging van stikstof uit kunstmest en andere meststoffen (factor x_{14}) in rekening gebracht.

4.2.3 N-indexadviezen per teelt

In Tabel 15 worden per teelt steeds de factoren die in rekening worden gebracht voor de N-INDEX weergegeven.

Tabel 15. N-INDEX en bijhorende N-bemestingsadvisering voor de belangrijkste vollegrondsgroenten

Teelt	Opbouw N-INDEX																		A-waarde	Fractionering
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈		
Prei	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	325-365	basisbemesting + 2 bijgiften
Bloemkool	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	360-400 ¹	basisbemesting +1 bijgift (afh. planttijdstip)
Broccoli	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	370-410	basisbemesting + 2 bijgiften
Witte kool	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	335-375	basisbemesting + 1 bijgift
Rode kool en Savooikool	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	275-315	basisbemesting + 1 bijgift
Bleek- en Groene selder	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	355-395	basisbemesting + 2 bijgiften
Knolselder	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	335-365	basisbemesting + 2 bijgiften
Spinazie	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		280-330 ²	basisbemesting
Radicchio																				in opbouw
Chinese kool																				in opbouw
Courgette																				in opbouw
Andijvie	x			x			x	x	x		x	x	x	x	x	x			265-295	basisbemesting

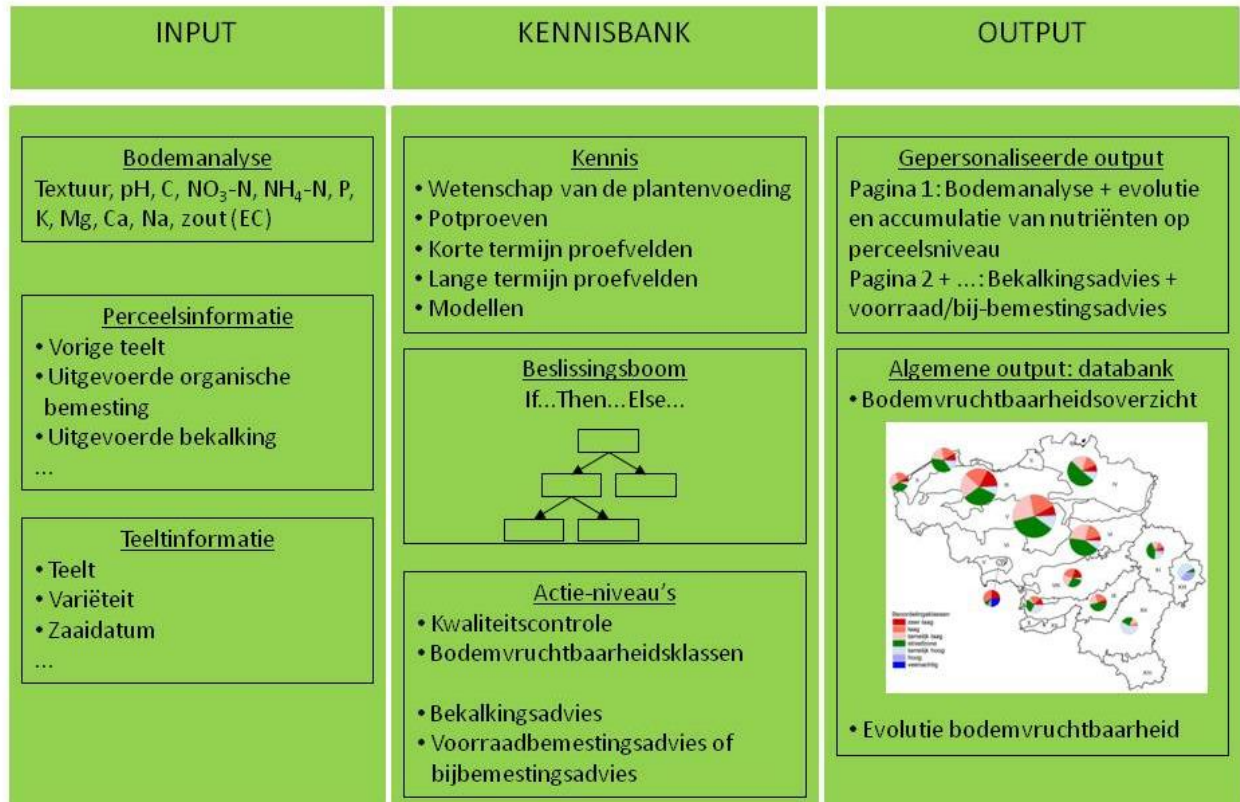
¹ Variëteitsafhankelijk

² Afhankelijk van planttijdstip: Spinazie geplant vóór 1 januari (winterspinazie)- spinazie geplant na 1 januari (voorjaarsspinazie)

Teelt	Opbouw N-INDEX																A-waarde	Fractionering	
Wortelen (grote)	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	190-220	basisbemesting
Wortelen (kleine)	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	160-190	basisbemesting
Sla (inclusief ijsbergsla)	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	190-260 ³	basisbemesting

³ Afhankelijk van planttijdstip: Sla geplant tussen 1 januari en 15 juni - sla geplant na 15 juni

4.3 KEMA-advies



Figuur 8. Algemeen schema van het KEMA-expertsysteem (Bodemkundige Dienst van België)

De Bodemkundige Dienst heeft voor bepaalde openluchtteelten (bv. aarbei, boomkwekerij) en grondteelten onder kap een wetenschappelijk onderbouwd adviessysteem nl. Het KEMA-systeem. KEMA staat voor: **K**ontrolen van de **E**volutie van de **M**ineralen en hun **A**ccumulatie. Een KEMA-analyse is een standaardgrondontleding met bijkomende bepaling van zout en minerale stikstof. Vóór het aanplanten of tijdens de teelt kunnen opgeleide staalnemers een bodemstaal nemen van het perceel. Tegelijkertijd worden de inlichtingen opgevraagd over voorteeft, recente bekalking, organische bemesting, etc. Tijdens de groei van de planten kunnen eveneens bodemstalen voor bijbemestingsadvies genomen worden.

Bij dit systeem is het mogelijk de evolutie van de verschillende voedingselementen in de bouwlaag van een bepaald perceel op te volgen in de loop van het groeiseizoen met als doel de bouwlaag in optimale voedingstoestand te brengen of te houden.

De N-adviesmodule van het KEMA-expertsysteem zal worden geïnventariseerd met de nadruk op aarbeiteelt (diverse types) en de sierteelt (potchrysanthen, begonia, boomkwekerij, etc.).

4.3.1 Inleiding

4.3.1.1 INPUT

De nodige input voor het KEMA-expertsysteem kunnen in drie categoriën, analoog aan de input nodig voor N-INDEX, worden ingedeeld:

- bodemanalysegegevens die de bodemvruchtbaarheid van het perceel weergeven: via een bodemstaalname worden in de bodemlaag 0-30 cm de grondsoort, het koolstofgehalte, EC, minerale N, P, K, Mg, Ca en Na bepaald.

- perceelsinformatie om de nutriëntendynamiek in de bodem te bepalen: elk grondstaal wordt vergezeld van een inlichtingsformulier met informatie omtrent het perceel en zijn voorgeschiedenis (bv. voorteelt, bemesting, bekalking, etc.)
- informatie over de teelt waarvoor een bemestingsadvies gewenst is: teelt, zaai- of plantdatum, eventuele berekening of bedruppeling, al dan niet uitvoeren van vloeibare bemesting.

De perceels- en teeltinformatie, alsook de nodige administratieve informatie worden opgevraagd door de erkend staalnemer bij staalname en worden genoteerd op het inlichtingsformulier (zie Bijlage 10).

4.3.1.2 *KENNISBANK*

1. Beoordeling

De stikstofreserve gemeten in de bodem (in kg N/ha) wordt beoordeeld voor de gewenste teelt. Wanneer de stikstofreserve in de bodem als normaal (= streefwaarde) geëvalueerd wordt, wil dit zeggen dat mits een normale N-bemesting een economisch optimaal rendement zal bekomen worden. Is de stikstofreserve in de bodem lager dan de streefwaarde dan zal een hogere N-bemesting geadviseerd worden om een economisch optimaal rendement te bekomen. Is de stikstofreserve hoger dan de streefwaarde, zal er op de N-bemesting bespaard kunnen worden.

2. Advisering

De analyseresultaten vormen de basis voor de bemestingsadviezen. Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen de voorraadbemesting (uitgedrukt in kg N/are) en de bijbemesting (uitgedrukt in kg N/are).

Voor de voorraadbemesting bedraagt de te adviseren hoeveelheid N:

$$\text{KEMA-advies (kg N/are)} = (A-B)/100 \quad \text{waarbij } A = \text{aanvulwaarde in kg N/ha, teeltafhankelijk}$$

$$B = \text{gehalte N in 0-30 cm, in kg N/ha}$$

Dit berekende advies wordt indien nodig nog verder verfijnd/aangepast door de expert-adviseur (bv. rekening houdend met de plant- of zaaidatum of met recente organische bemesting).

Voor de bijbemesting voor teelten in openlucht bedraagt de te adviseren hoeveelheid N minder dan bij de voorraadbemesting. De aanvulwaarde wordt verlaagd in functie van de hoeveelheid stikstof die het gewas reeds heeft opgenomen.

Voorbeeld van een N-bemestingsadvies met KEMA

Ontledingsuitslag en beoordeling

K . E . M . A . - O N T L E D I N G T U I N B O U W

Basisgeg.: - Humusgehalte (C in %) 473: 2.7 Normaal
 - Berekende volumedichtheid (ssg): 1.065 kg/liter
 - Grondsoort 458: 35 = Lichte leem
 - Bemonsteringsdiepte: 30 cm

Evolutie & accumulatie
van de nutriënten

Ontledingsuitslagen en beoordeling:

Bepaling	Streef- getal	2/ 1/12	16/ 7/12	29/ 1/13	4/ 7/13	1/ 9/13	Beoordeling (0)	
pH-KCl	089	7.0	6.8	6.9	7.0	6.9	Gunstig	
Zout	148	1300	1278	533	820	1502	Normaal	
Nitraat-N	478	240	218	20	42	224	Tamelijk laag	
Ammonium-N	478		23	23	23	23	6	
Fosfaat	376	1000	1195	1366	1195	1293	1317	Tamelijk hoog
Kali	376	500	451	464	412	438	438	Tamelijk laag
Magnesia	376	420	707	760	671	777	813	Zeer hoog
Kalk	376	5100	4102	4743	4102	4564	4594	Normaal
Natrium	376	75	65	43	46	121	69	Normaal

Bemestingsadvies voor sla

BEMESTINGSADVIES per are voor SLA

(6 / 9 / 2013)

Bekalking: 4.0 z.b.w. of 8.0 kg van een kalksoort aan 50 %.**Stikstof :** 0.33 kg , bv. 1.22 kg à 27 % of 2.20 kg à 15 %**Fosfaat :** 0.20 kg fosfaat of bv. 0.40 kg à 50 %**Kali :** 2.50 kg kali of bv. 5.00 kg van een kalimeststof à 50 %.**Magnesia:** 0.0 kg magnesia**SPECIFIEKE BEMERKINGEN**

De stikstofbemesting bij voorkeur deels onder vorm van calciumnitraat toedienen.

4.3.2 KEMA-adviezen per teelt

4.3.2.1 Aardbeien

Voor aardbeien wordt een onderscheid gemaakt tussen de verschillende types van aardbeiteelt in open lucht, omwille van hun verschillende stikstofbehoefte. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Aardbeien - doordragers
- Aardbeien - verlate teelt
- Aardbeien - junidragers
- Aardbeien - vermeerdering
- Aardbeien - wachtbed in open lucht

Voor deze verschillende type aarbeiteelt varieert de aanvulwaarde tussen 80 en 180 kg N/ha.

Zowel PCH als pcfruit maken gebruik van de KEMA-ontleding en bijhorend advies. Zij vertalen dit echter nog verder naar de teler toe. Hieronder worden enkele voorbeelden uit de praktijk gegeven.

1. pcfruit

DOORDRAGERS

In 2012 werden de doordragers op ruggen (90 cm breed en een onderlinge afstand van 60 cm) bedekt met zwarte PE folie (d=0.02 mm; gelegd op 22 maart 2012) geplant op 2 april 2012. Dit gebeurde aan een plantdichtheid van 3 planten per m².

Half maart 2012 werd er een bodemstaal genomen tot 30 cm (25 steken verspreid over het volledige aardbeiperceel). Dit werd geanalyseerd door de Bodemkundige Dienst van België (BDB) en resulteerde in onderstaande Kema-ontleding:

Basisgeg.: - Humusgehalte (C in %) : 1.0 Tamelijk laag - Berekende volumedichtheid (ssg) : 1.284 kg/liter - Grondsoort 40 : Leem							
Ontledingsuitslagen en beoordeling :							
Bepaling	Streefgetal	13/ 3/12					Beoordeling
pH-KCl	7.3	6.7					Gunstig
Zout (*)	450	244					Tamelijk laag
Stikstof (**)	100	21					Zeer laag
Fosfaat (*)	430	382					Normaal
Kali (*)	260	310					Normaal
Magnesia (*)	240	192					Normaal
Kalk (*)	4600	3792					Normaal
Natrium (*)	75	31					Laag
BEMESTINGSADVIES per are voor AARDBEIEN DOORDRAGERS (20/ 3/2012)							
Bekalking: 14.0 z.b.w. of 28.0 kg van een kalksoort aan 50 %.							
Stikstof : 1.39 kg , bv. 5.15 kg à 27 % of 9.27 kg à 15 %							
Fosfaat : 1.50 kg fosfaat of bv. 3.00 kg à 50 %							
Kali : 1.20 kg kali of bv. 2.40 kg van een kalimeststof à 50 %.							
Magnesia: 0.50 magnesia of 3.13 kg à 16 %							

Behoefte:

139 E N wordt ingevuld met KNO₃, Mg(NO₃)₂, Ca(NO₃)₂ en ammoniumnitraat

150 E P₂O₅ wordt ingevuld met MKP (monokaliumfosfaat)

120 E K₂O wordt ingevuld met KNO₃

50 E MgO wordt ingevuld met Mg(NO₃)₂ magnesiumsulfaat

Invullen van de behoefte:

- **1 ha aardbeien = 6666 lm rug**
- Seizoen doordragers waarin bemesting nodig is loopt van week 17 (na inwortelen planten, start groei) tem week 38 (bijna einde van het plukseizoen)
- **De volledige behoefte wordt gespreid over het seizoen. Elke week wordt er via fertigatie bemesting meegegeven**
- N is vooral op het begin van het seizoen nodig, naar het einde van het seizoen toe is het beter om N te minderen omdat anders de aardbeien inboeten aan stevigheid en bewaarbaarheid.
Ammoniumnitraat wordt de eerste 10 weken gegeven aan een dosis van 1 g/lm/week
- **K is vooral nodig vanaf de bloei, opbouw celwand: stevigheid vruchten**
KNO₃ wordt gegeven vanaf bloei (week 25) tot het einde van het plukseizoen aan een dosis van 0,5 g/lm/week
- **Ook Ca speelt een rol bij de opbouw van de celwand (vanaf bloei)**
Ca(NO₃)₂ wordt gegeven vanaf bloei (week 25) tot het einde van het plukseizoen aan een dosis van 3,5 g/lm/week
- **Mg is een belangrijk element voor de fotosynthese van de plant (het hele seizoen, in het begin zeker belangrijk voor de groei/strekking van de plant)**
Mg(NO₃)₂ wordt het hele seizoen gegeven. Op het begin (week 17 tem week 27) aan een dosis van 3,8 ml/lm/week. Meer naar het einde van het seizoen (week 28 tem week 38) aan een dosis van 1,2 ml/lm/week
- **P is belangrijk bij de celdeling, wortelontwikkeling, fotosynthese**
MKP wordt het hele seizoen door gegeven. Op het begin (week 17 tem 23) aan een dosis van 2 g/lm/week. Daarna (week 24 tem week 38) aan een dosis van 1,8 g/lm/week

VERLATE TEELT JUNIDRAGERS

Voor een verlate teelt gebeurt de berekening van de meststoffen op exact dezelfde manier als voor de doordragers. Er wordt dan bij de aanvraag van de KEMA-analyse aangegeven dat het om een verlate teelt gaat. Het bemestingsadvies houdt dan reeds rekening met het feit dat het om een kortere teelt gaat. De aangegeven behoefte wordt dan dus over een kortere periode gespreid maar er wordt wel met dezelfde factoren rekening gehouden zoals in het deel DOORDRAGERS in het groen weergegeven wordt.

JUNIDRAGERS

Voor de teelt van junidragers (normale teelt) in de volle grond gebeurt de planting reeds half tot eind augustus van het voorgaande jaar. Vlak voor de planting wordt er een bodemstaal genomen voor een KEMA-analyse door de BDB. Op basis van deze KEMA-analyse wordt er beslist of er een voorraad bemesting onder de ruggen meegegeven wordt of niet. Hiervoor wordt er van uit gegaan dat een aardbeiplant in het najaar nog maximaal 40 E stikstof zal opnemen. Indien hier reeds aan voldaan is door middel van de bodemvoorraad (en rekening houdende met de mineralisatiecapaciteit van de bodem) dan wordt er geen voorraadbemesting meegegeven onder de rug. In het geval van een dreigend N gebrek in het najaar wordt de nodige stikstof onder de vorm van voorraadbemesting meegegeven voor het trekken van de ruggen).

In het voorjaar, wanneer de planten terug beginnen groeien, wordt er opnieuw een bodemstaal (25 stekken onder de plastic) genomen waarop opnieuw een KEMA-analyse wordt uitgevoerd. Op het inlichtingenformulier wordt aangegeven dat het om een augustusplanting van junidragers (of

een normale teelt aardbeien) gaat. Op basis van het resulterende bemestingsadvies (dat reeds rekening houdt met de lengte van de teelt) geformuleerd door BDB wordt een bemestingschema per week opgemaakt rekening houdend met dezelfde factoren zoals in het groen weergegeven in het deel DOORDRAGERS.

2. PCH

Hieronder worden nog enkele praktijkvoorbeelden weergegeven waarbij het KEMA-advies door PCH verder vertaald wordt naar de teler.

DOORDRAGERS

K . E . M . A . - O N T L E D I N G T U I N B O U W

Basisgeg.: - Humusgehalte (C in %) : 1.8 Tamelijk hoog
 - Berekende volumedichtheid (ssg) : 1.208 kg/liter
 - Grondsoort 40 : Leem

Ontledingsuitslagen en beoordeling :

Bepaling	Streefgetal	9/ 4/13				Beoordeling
pH-KCl	7.2	6.1				Tamelijk laag
Zout (*)	450	483				Normaal
Stikstof (**)	100	161				Zeer hoog
Fosfaat (*)	430	857				Tamelijk hoog
Kali (*)	260	453				Tamelijk hoog
Magnesia (*)	240	360				Tamelijk hoog
Kalk (*)	4600	3838				Normaal
Natrium (*)	75	32				Laag

BEMESTINGSADVIES per are voor AARDBEIEN DOORDRAGERS (10/ 4/2013)

Bekalking: 30.3 z.b.w. of 60.6 kg van een kalksoort aan 50 %.

Stikstof : 0.00 kg

Fosfaat : 0.60 kg fosfaat of bv. 1.20 kg à 50 %

Kali : 0.60 kg kali of bv. 1.20 kg van een kalimeststof à 50 %.

Magnesia: 0.20 magnesia of 1.25 kg à 16 %

(*) : Zout, fosfaat (P₂O₅), kali (K₂O), magnesia (MgO), kalk (CaO) en natrium (Na₂O) zijn berekende cijfers en betekenen het aantal mg/l grond.

(**) : De streefwaarde voor stikstof geeft de gewenste waarde weer bij de start van de teelt. Stikstof is een berekend cijfer, uitgedrukt in kg N/ha op de bovenste 30 cm. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden verstrekt op voorwaarde dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkstelling.

Bemestingsadvies

Datum: 19/04/2013 Teler: Grommen Roel

Op basis van ontleding bodemkundige dienst.

Volgnummer B.D.: K0131270

Perceel: Doordragers p 40

Bekalking

60,6 kg/are van een kalksoort aan 50% na de huidige teelt.

Voorraadbemesting (per ha): te geven vóór de teelt

Humuscijfer 1,8 = tamelijk hoog. Belangrijk om de organische bemesting jaarlijks op niveau te houden door bijvoorbeeld het toedienen van (groen)compost (20-30 ton per ha), 2-3 maanden voor het planten en goed inwerken.

Tijdens de teelt (per are):

- 1,15 kg/are Monokaliumfosfaat
- 0,46 kg/are Kaliumnitraat (potasnitraat)
- 1,25 kg/are Magnesiumsulfaat (Bitterzout)

Opm.

- Nooit geen bitterzout of monokaliumfosfaat met kalknitraat mengen! Dit geeft gipsvorming.
- Tijdens de teelt gefractioneerd toedienen in enkele beurten met een maximum van 1 kg per are.
- Alle meststoffen moeten gegeven zijn voor de pluk.

Opmerking : de laatste regel 'alle meststoffen moeten gegeven zijn voor de pluk' is niet correct en moet geschrapt worden.

Ook bij de 2 volgende voorbeelden is dit het geval

VERLATE TEELT

K . E . M . A . - O N T L E D I N G T U I N B O U W

Basisgeg.: - Humusgehalte (C in %) : 2.0 Normaal
- Berekende volumedichtheid (asg) : 1.292 kg/liter
- Grondsoort 10 : Grof zand

Ontledingsuitslagen en beoordeling :

Bepaling	Streefgetal	15/ 4/13					Beoordeling
pH-KCl	5.6	4.7					Tamelijk laag
Zout (*)	450	413					Normaal
Stikstof (**)	80	60					Normaal
Fosfaat (*)	430	887					Tamelijk hoog
Kali (*)	230	219					Normaal
Magnesia (*)	170	171					Normaal
Kalk (*)	1900	778					Tamelijk laag
Natrium (*)	75	27					Laag

BEMESTINGSADVIES per are voor AARDBEEN VERLATE TEELT (1/ 5/2013)

Bekalking: 19.8 z.b.w. of 39.6 kg van een kalksoort aan 50 %.

Stikstof : 0.60 kg , bv. 2.22 kg à 27 % of 4.00 kg à 15 %

Fosfaat : 0.60 kg fosfaat of bv. 1.20 kg à 50 %

Kali : 1.60 kg kali of bv. 3.20 kg van een kalimeststof à 50 %.

Magnesia: 0.40 magnesia of 2.50 kg à 16 %

Bemestingsadvies

Datum: 19/04/2013 Teler: Herreijgers Viszers LV

Op basis van ontleding bodemkundige dienst.

Volgnummer B.D.: K0131361

Perceel: EVT 1 2013_19

Bekalking

39,6 kg/are van een kalksoort aan 50% na de huidige teelt.

Voorsaadbemesting (per ha): te geven vóór de teelt

Humuscijfer 2,0 = normaal. Belangrijk om de organische bemesting jaarlijks op niveau te houden door bijvoorbeeld het toedienen van (groen)compost (20-30 ton per ha), 2-3 maanden voor het planten en goed inwerken.

Tijdens de teelt (per are):

- 1,15 kg/are monokaliumfosfaat
- 2,68 kg/are Kaliumnitraat (potasnitraat)
- 1,61 kg/are Calciumnitraat (kalknitraat)
- 3,00 kg/are Magnesiumsulfaat (Bitterzout)

Bemestig in kg/are	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
Monokaliumfosfaat	0,575	0,575		
kaliumnitraat		0,89	0,89	0,89
Calciumnitraat	0,80	0,80		
Bitterzout		1	1	1

Opm.

- Nooit geen bitterzout of monokaliumfosfaat met kalknitraat mengen! Dit geeft gipsvorming.
- Tijdens de teelt gefractioneerd toedienen in enkele beurten met een maximum van 1 kg per are.
- Alle meststoffen moeten gegeven zijn voor de pluk.

VERMEERDERING

K . E . M . A . - O N T L E D I N G T U I N B O U W

Basisgegevens: - Humusgehalte (C in %) : 2.3 Normaal
- Berekende volumedichtheid (aag) : 1.251 kg/liter
- Grondsoort 10 : Grof zand

Ontledingsuitslagen en beoordeling :

Bepaling	Streefgetal	2/ 4/13					Beoordeling
pH-KCl	5.6	5.1					Tamelijk laag
Zout (*)	450	350					Normaal
Stikstof (**)	120	34					Zeer laag
Fosfaat (*)	430	1461					Hoog
Kali (*)	230	257					Normaal
Magnesia (*)	170	228					Tamelijk hoog
Kalk (*)	1900	1577					Normaal
Natrium (*)	75	128					Tamelijk hoog

BEMESTINGSADVIES per are voor AARDBEIEN VERMEERDERING (15/ 4/2013)

Bekalking: 11.5 z.b.w. of 23.0 kg van een kalksoort aan 50 %.

Stikstof : 1.46 kg , bv. 5.41 kg à 27 % of 9.73 kg à 15 %

Fosfaat : 0.30 kg fosfaat of bv. 0.60 kg à 50 %

Kali : 1.30 kg kali of bv. 2.60 kg van een kalimeststof à 50 %.

Magnesia: 0.30 magnesia of 1.88 kg à 16 %

Bemestingsadvies

Datum: 14/06/2013 Teler: Vermeiren Jos

Op basis van ontleding bodemkundige dienst.

Volgnummer B.D.: K0131163

Perceel: Los GPS 306 (vermeerdering)

Rekalking

23,0 kg/are van een kalksoort aan 50% na de huidige teelt.

Voorraadbemesting (per ha): te geven vóór de teelt

Humuscijfer 2,3 = normaal. Belangrijk om de organische bemesting jaarlijks op niveau te houden door bijvoorbeeld het toedienen van (groen)compost (20-30 ton per ha), 2-3 maanden voor het planten en goed inwerken.

Tijdens de teelt (per are):

Best wordt gewerkt met Blaukorn premium (15-3-20 (+3+25)); dus blauwe korrel premium.

Dosering 10 kg/are; best te verdelen in 1-2 kg/are per week.

Met deze N-P-K samenstelling benaderen we zo kort mogelijk het gewenste bemestingsniveau.

Opm.

- Nooit geen bitterzout of monokaliumfosfaat met kalknitraat mengen! Dit geeft gipsvorming.
- Tijdens de teelt gefractioneerd toedienen in enkele beurten met een maximum van 1 kg per are.
- Alle meststoffen moeten gegeven zijn voor de pluk.

Voor de sierteelt in open lucht wordt een onderscheid gemaakt tussen grotere subgroepen. Omwille van de grote verscheidenheid aan planten en bomen is het niet mogelijk om dit verder uit te diepen. De subgroepen werden ingedeeld op basis van hun stikstofbehoefte:

- Boomkwekerij loofhout
- Boomkwekerij naaldhout
- Boomkwekerij bosbouw
- Sierteelt
- Buxus
- Taxus
- Rozenkwekerij

Voor deze verschillende subgroepen varieert de aanvulwaarde tussen 80 en 160 kg N/ha.

Ondanks het feit dat de sierteeltsector niet thuishoort onder de 'Groenten groep II' (cfr. Consensusnota Bemesting vollegrond sierteelt & MAP) is men er zich wel van bewust dat het nuttig is om in bepaalde teeltfasen bodemanalyses uit te voeren om zo een idee te krijgen wat de voedingstoestand van de bodem is. De sector engageert zich om nuttige stalen, zoals bouwvoor- (KEMA) en opvolgingstaalnames (N-index) te nemen. Bij de aanplant van een nieuwe teelt gaat de voorkeur naar een standaardanalyse of KEMA-analyse omdat enkel de bepaling van nitraat- en ammoniumstikstof als minder zinvol geëvalueerd worden. Er is ook kennis nodig omtrent de pH, % C, hoofd- en eventueel sporenelementen omdat er na de aanplant weinig of geen mogelijkheden zijn om bv. het organische stofgehalte of de zuurtegraad van de bodem aan te pakken. Tijdens het teeltseizoen kan het in sommige gevallen nuttig zijn om een opvolgstaal te nemen om een eventuele bijsturing naar bv. stikstof toe in te schatten.

Voor de vollegrond sierteelt in open lucht is het KNS-bemestingsstelsel, zoals beschreven in luik 1, niet voorhanden. De sierteeltsector is zo divers dat er op dit moment onvoldoende cijfers over de stikstofbehoeften van de verschillende teelten beschikbaar zijn. De diversiteit bevindt zich enerzijds tussen de eenjarige en meerjarige teelten maar binnen deze groepen is er verder nog een grote verscheidenheid aan teeltmethoden, zoals bv. laanbomen en bosbomen. De weinige cijfers die momenteel voorhanden zijn, geven een beeld over de totale stikstofbehoefte en dus niet van het globale stikstofopnameverloop doorheen het groeiseizoen zoals dit voor bepaalde groenten wel het geval is. Om in de toekomst meer inzicht te krijgen op dit stikstofopnameverloop is verder onderzoek nodig.

Naast het gebrek aan de eerder genoemde cijfers wijkt de teelttechniek van de vollegrond sierteeltgewassen heel sterk af van de groentegewassen waardoor het bemestingsstelsel dat in de groenten toegepast wordt te weinig rekening houdt met sierteeltspecifieke situaties (bv. het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid, langer teeltseizoen, meerjarige teelten, groeifases).

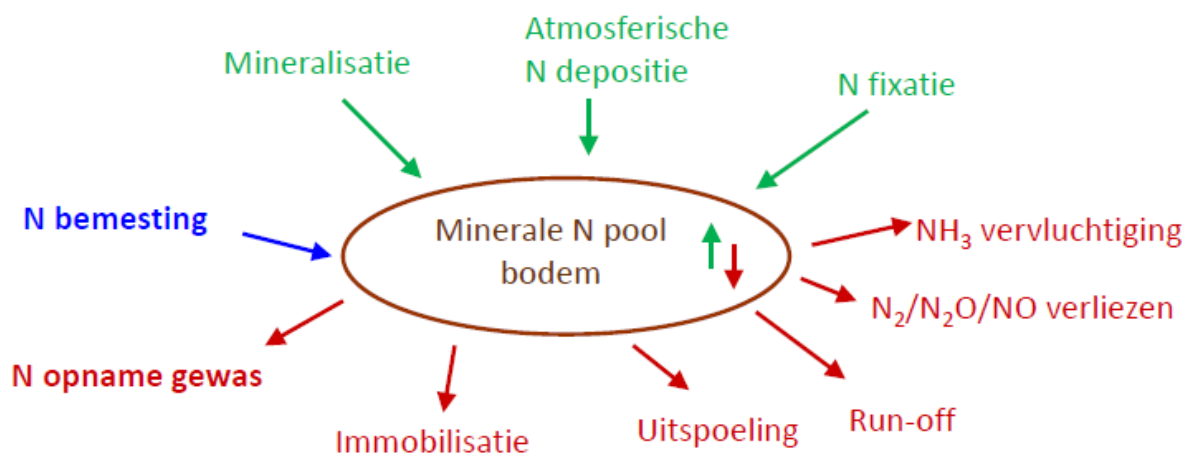
5 Het vergelijken van alle geïnventariseerde adviessystemen voor groenteteelt in Vlaanderen

De wijze waarop het via luik 1 bijgestelde KNS-systeem functioneert om tot een advies te komen wordt vergeleken met de werkwijze van de geïnventariseerde systemen in luik 2. Het duiden van sterktes en zwaktes voor de verschillende systemen zal binnen luik 3 enkel conceptueel gebeuren. Zo zullen de belangrijkste onderdelen van de stikstofcyclus en hun belang binnen de verschillende adviessystemen besproken worden. In luik 4 zal dit ook worden getoetst aan onderzoeksresultaten.

De N-balans werd in voorgaande luiken nog niet besproken. Daarom wordt voor dit systeem eerst een korte beschrijving gegeven. Het hier beschreven N balanssysteem is gebaseerd op de minerale N balansmethode ontwikkeld aan de vakgroep Bodembeheer van de UGent (Hofman et al. 1981; Van Cleemput et al. 1981; Hofman 1983). De N-balansmethode bestaat in verschillende varianten en wordt in de praktijk in Vlaanderen bv. gebruikt door de vakgroep Bodembeheer van de UGent, door Inagro.

Het N-advies volgens de N balansmethode is steeds gebaseerd op een analyse van de minerale stikstof in de bodem. Daarnaast worden een aantal teelttechnische, bodemkundige en historische gegevens van het perceel opgevraagd.

Aan de aanvoerzijde van de balans worden alle componenten begroot die voor de plant beschikbaar zijn of beschikbaar komen tijdens het groeiseizoen. Aan de afvoerzijde bevinden zich de benodigde stikstofhoeveelheden voor een vooropgestelde opbrengst, het latent mineraal N relikwaat in de bewortelbare zone (in feite geen echte afvoer) en de mogelijke N verliezen tijdens het groeiseizoen. Deze N verliezen moeten uiteraard zo minimaal mogelijk gehouden worden, bv. door een gepaste keuze van het type meststof en de toedieningswijze in functie van het bodemtype en het gewas. De verschillende componenten in de balans worden schematisch voorgesteld in onderstaande figuur.



Aanvoerszijde:

- Nmin-reserve in de bodem, bepaald door bodemstaalname in de laag 0-30 cm, 0-60 cm of 0-90 cm afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het te telen gewas.
- Nmin-levering uit oogstresten;
- Nmin-levering uit groenbedekker;
- Nmin-levering uit organische stikstofmeststoffen toegediend tijdens het vorige teeltjaar;
- Nmin-levering uit organische stikstofmeststoffen toegediend tijdens het huidige teeltjaar;
- Nmin-levering uit organisch bodemmateriaal;
- Atmosferische N depositie wordt meestal niet in rekening gebracht, maar kan gemakkelijk in het systeem ingevoerd worden.

Afvoerszijde:

- N-behoefte van het gewas (N-opname);
- latente minerale Nmin-reserve (of N-buffer), d.i. de hoeveelheid minerale N die over de bewortelingsdiepte aanwezig moet zijn bovenop de maximale N opname door het gewas om een optimale stikstofopname door het gewas te garanderen;
- N-verliezen tijdens het groeiseizoen

De (minerale) N-bemesting is de resultante van deze balans.. Wanneer de N-balans negatief is moet er dus bijkomend bemest worden met een minerale N meststof. Bij het N-advies kan afhankelijk van de teelt ook een voorstel voor gefractioneerde toediening worden geformuleerd. De verhouding tussen de fracties is teeltafhankelijk en kan tevens variëren naargelang de verdeling van het beschikbaar stikstof in het bodemprofiel (tussen de lagen 0-30 cm en 30-60 cm diepte).

Het N-balanssysteem levert een toe te dienen stikstofhoeveelheid voor de volledige teeltperiode als resultaat. Afhankelijk van het gewas wordt een fractionering van de totale N-gift geadviseerd. Ook adviesberekening na een tussentijdse staalname is mogelijk.

5.1 Stikstofopname gewas

Op basis van de nutriëntenbehoefte, uitgedrukt in kg werkzame stikstof per hectare, en de droge stof opbrengst van de teelt in kwestie.

5.1.1 KNS-systeem

De stikstofopname wordt binnen het KNS systeem weergegeven onder de vorm van tabellen. Op basis hiervan kan de verwachte N-opname tussen 2 meettijdstippen afgelezen worden. Nadeel van dit systeem is de ouderdom van cijfers waardoor deze vaak niet meer voldoen door de vernieuwde productieomstandigheden en productieniveaus.

5.1.2 N-index

Het N-adviesberekening op basis van de N-index kan worden voorgesteld met de volgende regressierechte:

$$\text{N-advies} = A - b \times \text{N-index}$$

De N-index beschrijft het totale beschikbare stikstofaanbod voor het gewas tijdens de teeltperiode. De stikstofopname van het gewas en de totale stikstofbehoefte tijdens de groeiperiode zitten dus vervat in de gewasspecifieke coëfficiënten A en b. De coëfficiënt b heeft een specifieke waarde voor elke gewassoort in een bepaalde regio, gerelateerd aan het bodemtype. De waarde van A is afhankelijk van teelttechnische eigenschappen van het teelttype of ras, het opbrengstniveau en het doel van het oogstproduct (Geypens & Vandriessche, 1996). A is de totale stikstofbehoefte van de teelt, welke voor de meeste vollegrondsgroenten op een iets hoger niveau ligt dan de totale N-opname bij de oogst.

De waarden van A en b worden berekend op basis van experimenten waarbij zowel de N-index als de optimale stikstofgift worden bepaald. Voor elk teelttype wordt met de onderzoeksresultaten de regressierechte met de hoogste correlatie berekend (Boon, 1981). Er wordt dus gezocht naar de rechte die het best de experimentele resultaten beschrijft. Deze regressierechte wordt gebruikt voor het bepalen van het N-advies.

De stikstof die door het gewas reeds werd opgenomen vóór het moment van staalname wordt begroot in de eerste categorie factoren van de N-index. De reeds opgenomen stikstof is afhankelijk van de gewasontwikkeling, teelttechniek (zaaidatum, zaai- of standdichtheid) en het bodemtype. Deze factor is voornamelijk van toepassing voor gewassen die net voor de winter worden ingezaaid, zoals wintergraangewassen.

5.1.3 N-balans

De stikstofopname van het gewas wordt in de N-balansmethode begroot op de afvoerszijde van de balans, via een totale N-behoefte voor de komende groeiperiode tot aan de oogst. Samen met de latente minerale N-buffer vormt dit de totale hoeveelheid minerale N die in de doorwortelbare bodemlagen moet voorzien worden. Er wordt uitgegaan van een zo optimaal mogelijke bemesting (type, toedieningswijze en -tijdstip) zodat de efficiëntie maximaal is en de verliezen minimaal. Uit het verschil tussen totale opname en N beschikbaar wordt de theoretische N bemesting berekend waarna nog een zeker % van deze gift (begrepen tussen 0-20%) wordt bijgeteld om te compenseren voor de mogelijke verliezen. Als geen atmosferische depositie wordt meegeteld, dan worden ook geen mogelijke verliezen in rekening gebracht.

De streefwaarden voor de minerale N-behoefte worden opgesteld op basis van literatuurgegevens en praktijkervaring. Via fractionering van de bemestingsgift wordt rekening gehouden met het opnamepatronen van bepaalde gewassen doorheen het groeiseizoen. Hierbij wordt aangeraden om te fractioneren na tussentijdse monsternamen. Bij een gefractioneerde bemesting met tussentijdse monsternamen leunt de N balansmethode nauw aan bij de KNS methode, maar zal in principe nog nauwkeuriger werken omdat rekening wordt gehouden met nog te verwachten mineralisatie tot het einde van het groeiseizoen.

Het N-balanssysteem is bruikbaar voor alle akkerbouw- en vollegrondsgroenteteelten.

Bij aardappel, spruitkool, bloemkool, prei, wintertarwe en wintergerst wordt rekening gehouden met de specifieke stikstofbehoefte van elk ras. Deze lijst wordt in de nabije toekomst uitgebreid. Bij bepaalde gewassen wordt eveneens onderscheid gemaakt in teeltperiode en afzetmarkt (bv prei en selder).

5.2 Stikstofreserve in de bodem

De stikstofreserve wordt verminderd van de nutriëntenbehoefte en wordt uitgedrukt in kg nitraat en kg ammonium per hectare.

5.2.1 KNS-systeem

In het KNS-systeem wordt de beschikbare minerale stikstofvoorraad bepaald via een analyse van de N_{min}-voorraad in de doorwortelbare lagen van de bodem. De bodemvoorraad wordt gemeten net voor het begin van de teelt en tevens op één of meerdere tijdstippen gedurende de teelt, in functie van het tijdstip van (bij)bemesting. De diepte van de stikstofmeting bedraagt algemeen 0-30 cm, 0-60 cm of 0-90 cm afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het gewas gedurende de periode waarvoor zal worden bemest. De staalnamediepte kan dus variëren naargelang het groeistadium van de teelt. (Gröninger & Soorsma, 1991)

Door het meten van de minerale stikstofvoorraad vlak voor de stikstofgift kan via bemesting worden ingespeeld op de werkelijk aanwezige stikstof in de bodem. Moeilijk in te schatten factoren zoals de uitspoeling en de mineralisatie voorafgaand aan de staalname, worden op die manier correct in het bemestingsstelsel geïntegreerd.

5.2.2 N-index

De berekening van de N-index is steeds gebaseerd op een bodemstaalname en -analyse. Hierbij wordt de minerale stikstofreserve (NO₃-N en eventueel NH₄-N) bepaald die aanwezig is in de bodem tot op 30, 60 of 90 cm diepte. De diepte van de staalname is afhankelijk van de maximale bewortelingsdiepte van het gewas. Het staalnametijdstip ligt in de meeste gevallen aan het begin van de teelt. Staalname en adviesformulering tijdens de teelt is echter ook mogelijk. De factor minerale N-reserve zit vevat in de eerste categorie factoren. (Vandendriessche *et al.*, 1992)

5.2.3 N-balans

Het bemestingsadviesstelsel is gebaseerd op een analyse van de minerale stikstofreserve (NO₃-N en eventueel NH₄-N) in de bodem. De staalname gebeurt steeds tot op bewortelingsdiepte, opgedeeld in 3 bodemlagen van 30 cm. Voor het advies wordt rekening gehouden met de stikstofinhoud van de bodemlagen die door het gewas kunnen worden doorworteld. De verdeling van de minerale stikstof in de verschillende bodemlagen wordt in rekening gebracht voor de eventuele opsplitsing van de stikstofgift in fracties. De staalname gebeurt bij voorkeur vóór de teelt maar het adviesstelsel wordt ook toegepast voor bijbemesting in de loop van het groeiseizoen.

5.3 N-vrijstelling door mineralisatie uit organische bemesting, gewasresten, groenbemesters en organisch bodemmateriaal

Dit is de te verwachten werkzame stikstof, in kg stikstof per hectare, afkomstig uit de mineralisatie van bodemhumus, oogstresten afkomstig van het huidig jaar en eerder toegediende organische bemesting.

5.3.1 KNS-systeem

Volgens het principe van het KNS-systeem wordt de exacte stikstoflevering uit de mineralisatie met terugwerkende kracht verrekend via de stikstofbepaling in de bodem. De stikstoflevering door mineralisatie vanaf de laatste stikstofmeting tot de oogst wordt op die manier echter niet meer bepaald. Deze stikstoflevering wordt slechts in beperkte mate in rekening gebracht. Er wordt namelijk aangenomen dat via de buffer een gemiddelde bodemmineralisatie is verrekend. Het KNS brengt dus geen mineralisatie uit oogstresten, organisch bodemmateriaal, groenbemesters of organische stikstoftoedieningen in rekening bij het advies.

Door Lorenz et al (1989) (KNS-systeem) wordt een tabel gegeven met gemiddelde waarden van wekelijkse stikstofmineralisatie uit gewasresten van alle behandelde teelten. Daarnaast worden dergelijke waarden weergegeven voor Phacelia (60 cm hoog), zonnebloemen (1m hoog), raagrass (50 cm hoog), vroege aardappel en suikerbieten als voorteelt, stalmest en bodemhumus (opgedeeld volgens humusgehalte van 2, 5 of 15%). Hieruit kan de voorziene N-levering worden berekend voor de betreffende periode. De N-levering dient te worden afgetrokken van de N-streefwaarde. De voorgestelde gegevens zijn geldig van april tot oktober (Lorenz et al., 1989). Net zoals in het NBS wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen periodes met sterkere of met beperkte mineralisatie.

Bij de vernieuwde KNS-data van Feller et al. (2001) wordt naar analogie met Lorenz et al. (1989) een tabel gegeven met de gemiddelde N-levering uit gewasresten van alle behandelde gewassen. Groenbemesters worden hierin niet vermeld. Daarnaast wordt voor elke teelt een gemiddelde nettomineralisatie weergegeven. Deze waarden werden berekend op basis van bemestingsonderzoeken over 15 jaar uitgevoerd door het 'Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover'. In de N-balans van de onderzoeksresultaten wordt de nettomineralisatie bepaald door het verschil tussen het N-aanbod bij het begin van de teelt (N_{min} in de bodem + N-gift) en het teruggevonden N op het einde van de teelt (N_{min} in de bodem + N in het plantmateriaal). Bij gewassen met hoge stikstofbehoefte is vaak niet het volledige theoretische N-aanbod terug te vinden in de bodem en het plantmateriaal op het einde van de teelt. In dergelijke gevallen wordt een negatieve nettomineralisatie verrekend (Feller et al., 2001). De geschatte nettomineralisatie is enkel afhankelijk van de teelt waarvoor de stikstof beschikbaar komt. Eventuele gewasresten van groenbemesters, organische stikstofgiften, bodemeigenschappen worden hierbij niet in rekening gebracht. De mineralisatieperiode en klimaatomstandigheden worden in beperkte mate geïntegreerd door de keuze van de teeltperiode voor bepaalde gewassen.

5.3.2 N-index

De stikstofvrijstelling door mineralisatie zit in de N-index verrekend onder de tweede categorie factoren. Deze categorie bevat de factoren die minerale stikstof aanleveren vanaf de stalname tot de oogst van de teelt.

De koolstoffactor berekent de N-mineralisatie uit organische bodemmateriaal. De factor is afhankelijk van het percentage organische koolstof in de bovenste bodemlaag, het bodemtype, eventuele voorgeschiedenis van een gescheurde weide, het bewortelingspatroon van het gewas en de teeltduur.

De bekalkingsfactor is gebaseerd op de dosis, het tijdstip en de soort bekalking. De bekalking stimuleert de mineralisatie. Bovendien bevatten sommige kalkmeststoffen stikstof die eveneens ter beschikking komt van het gewas.

Voorteeltfactoren bepalen de N-levering uit achtergebleven of ingewerkte oogstresten van de voorteelt.

De factor voor de toegediende organische bemesting berekent de N-nalevering uit organische stikstofmeststoffen. De N-nalevering is afhankelijk van de toegediende hoeveelheid, het tijdstip van toediening en de soort en eigenschappen van de organische meststof.

De factor voor groenbemesting begroot de stikstoflevering op basis van de soort en de ontwikkeling van de groenbemester.

De duur van de mineralisatie wordt berekend aan de hand van de factor staalnamedatum.

Naast de hierboven beschreven stikstofleverende factoren zijn nog een structuurfactor, een pH-factor en een textuurfactor opgenomen in de N-index. Deze factoren hebben een negatieve invloed op de stikstofmineralisatie en behoren tot de derde categorie factoren.

Een te vaste bodemstructuur beïnvloedt de stikstofmineralisatie en de wortelontwikkeling negatief. Een lage pH kan de stikstofmineralisatie afremmen door de negatieve invloed op het microbieel bodemleven en de bodemstructuur. Ten slotte wordt ook rekening gehouden met de bodemtextuur. De mineralisatie op lichte gronden is algemeen hoger dan de mineralisatie op zwaardere gronden. (Vandendriessche *et al.*, 1992).

5.3.3 N-balans

De stikstofvrijstelling uit bodem organische stof, organische mest, oogstresten en groenbedekkers worden afzonderlijk berekend op de positieve balanszijde.

Op basis van experimentele data uit de literatuur en eigen onderzoek wordt afhankelijk van de voorteelt of groenbedekker een gemiddelde stikstofnalevering berekend. Daarbij wordt rekening gehouden met het moment waarop de oogstresten of groenbedekkers worden ingewerkt.

Voor de stikstofaanvoer uit organische meststoffen wordt zowel de stikstoftoediening in het huidige als de toediening in het vorige teeltjaar in rekening gebracht. De N-levering wordt berekend op basis van de totale stikstofinhoud, het percentage werkzame stikstof in het betreffende teeltjaar en de verhouding tussen de relevante en de totale mineralisatieperiode. Het totale aantal mineralisatiedagen per jaar wordt als constant beschouwd. De relevante mineralisatieperiode is het aantal dagen tussen de datum van staalname en de einddatum van de sterke stikstofbehoefte van het betreffende gewas. Wanneer het gewas ook tijdens het najaar doorgroeit zal de relevante mineralisatieperiode stoppen op het moment waarop bij gemiddelde klimaatomstandigheden geen mineralisatie meer wordt verwacht.

Wanneer de bodemstaalname plaatsvindt vier of meer weken na toediening van organische mest zit de onmiddellijk beschikbare minerale stikstof reeds vervat in de bepaling van de N-reserve in de bodem. Bij staalname net vóór de toediening van de organische mest wordt ook het percentage rechtstreeks beschikbare minerale stikstof in de balans verrekend.

In het oorspronkelijk systeem (nog altijd toegepast op de vakgroep Bodembeheer, Universiteit Gent) worden voor bodems met een normaal OC gehalte waarden voor de mineralisatie uit BOS gegeven op jaarbasis en dit in functie van de bodemtextuur. De in rekening te brengen mineralisatie wordt dan bepaald door de vegetatieperiode van het gewas en door het tijdstip van de vegetatieperiode. Bij hoge of lage OC gehalten wordt de mineralisatie op jaarbasis verhoogd of verlaagd. Bij regelmatige organische bemestingen op een perceel wordt de mineralisatie op jaarbasis ook verhoogd.

5.4 Minerale N-verliezen, N-depositie en N-fixatie

Dit betreft de te verwachten minerale stikstofverliezen, de stikstof afkomstig uit depositie en de fixatie van stikstof uitgedrukt in kg/ha.

5.4.1 KNS-systeem

In het KNS-systeem zijn geen specifieke correctiewaarden voorzien voor atmosferische N-depositie en biologische N-fixatie. Ook potentiële N-verliezen door nitraatuitspoeling, ammoniakale vervluchtiging, denitrificatie, runoff en erosie, worden niet afzonderlijk in rekening gebracht. Bij de adviesberekening voor de startbemesting wordt verondersteld dat de verwachte aan- en afvoer door deze factoren zitten vervat in de buffer en de streefwaarden. De effectieve invloeden worden vervolgens rechtstreeks in het systeem geïncorporeerd door staalname tijdens de teelt. De minerale N-verliezen, N-depositie en N-fixatie in de periode vanaf de laatste staalname tot de oogst, zitten enkel vervat in de gewasafhankelijke buffer en streefwaarden bij het bijmestadvies. In Feller et al. (2001) zijn deze factoren verrekend via de experimenteel bepaalde nettomineralisatie.

5.4.2 N-index

Bij de N-indexmethode worden volgende factoren berekend indien relevant:

- N-uitspoelingsfactor;
- factor die rekening houdt met ammoniakale vervluchtiging;
- factor die rekening houdt met denitrificatie;
- en een factor voor N-verliezen door runoff en erosie.

5.4.3 N-balans

Dit is zeker niet juist voor het oorspronkelijke systeem. Zoals reeds eerder aangegeven wordt een correctiefactor gebruikt om te gaan van een theoretische naar een praktische N bemesting. Voor lemige bodems wordt meestal een 10% stijging van de theoretisch berekende N bemesting aangerekend, voor zand (mogelijkst meer uitloging) en voor kleibodems (meer denitrificatie) kan dit oplopen tot 20%.

5.5 Vergelijking van de geïnventariseerde adviessystemen op eenzelfde beginsituatie

5.5.1 Methode

Vergelijking adviezen

Door de verschillende adviessystemen werd een advies gegeven op een bepaalde beginsituatie, nl. de stikstofvoorraad in de bodem bij de start van de teelt of op het moment van bijbemesting. De voorgeschiedenis van het perceel is gekend aan de hand van de gegevens gevraagd op het inlichtingsformulier (perceel kenmerken, voortteelt, bemestingshistoriek, ...).

De manier waarop advies gegeven werd hangt af van het adviessysteem.

N-balans berekende bij de start van de teelt een advies voor de volledige teelt tot aan de oogst. Hier werd niet gewerkt met een bijbemesting hoewel het adviessysteem dit wel toelaat.

Het KNS-systeem geeft advies voor een bepaalde periode op basis van de staalname bij de start van de teelt. Dit kan afhankelijk van de teelt een aantal weken zijn ofwel tot de oogst. De dosis van de bijbemesting na X-aantal weken is terug gebaseerd op een staalname en analyse (d.i. een nieuwe beginsituatie).

N-index berekent bij de start van de teelt een al dan niet gefractioneerd advies voor de volledige teeltperiode. Op basis van een staalname tijdens de teelt (d.i. een nieuwe beginsituatie) wordt door N-index opnieuw een advies geformuleerd. Dit kan dienen om het advies voor de tweede fractie op basis van de staalname bij de start van de teelt bij te sturen. Op die manier werden voor bepaalde teelten in deze oefening twee verschillende adviezen geformuleerd door N-index. In de praktijk is het aan de staalnemer om in overleg met de teler het meest geschikte staalnametijdstip te bepalen. Voor teelten met een langere groeiperiode (vb. prei) is dit meestal een staalname tijdens het groeiseizoen.

Door de verschillende adviessystemen werd aangegeven in welke mate de mineralisatie in rekening gebracht werd.

Evaluatie adviezen

De beginsituatie waarop de adviezen gegeven werden, komt overeen met de beginsituatie van N-trappenproeven van de praktijkcentra in 2012-2013. Van deze trappenproeven werd voor deze oefening de bodemanalyse van het optimaal bemeste object weerhouden voor de berekening van de adviezen tijdens de teelt. Per bemestingsdosis is de opbrengst (totale, vermarktbare of % hoogste kwaliteit) en residuele stikstof na de oogst (over de bewortelingsdiepte) gekend (zie grafieken).

Door adviezen geformuleerd in deze oefening voor te stellen ten opzichte van de toegediende stikstoftrappen, kan een inschatting (in grootteorde) gemaakt worden van de te verwachten opbrengst en stikstofresidu indien een bepaald advies zou gevolgd worden. Wegens te weinig gegevens per proef was het niet mogelijk regressie uit te voeren op de gegevens. Bijgevolg is de uitkomst van deze oefening eerder een inschatting of een bepaald advies zou kunnen leiden tot opbrengstderving of een overmaat aan residuele stikstof eerder dan een voorspelling van wat de opbrengst en de residuele stikstof dan wel zouden geweest zijn.

Voor de teelten waar een bijbemestingsadvies geformuleerd werd op basis van een tweede staalname is de oefening moeilijker. Hier kan het totaaladvies enkel vergeleken worden tussen N-balans en N-index. De basis- en bijbemesting die geformuleerd worden door het KNS-systeem kunnen niet opgeteld en geïnterpreteerd worden als totaal advies omdat het basisbemestingsadvies geformuleerd op de beginsituatie niet noodzakelijk overeen komt met de

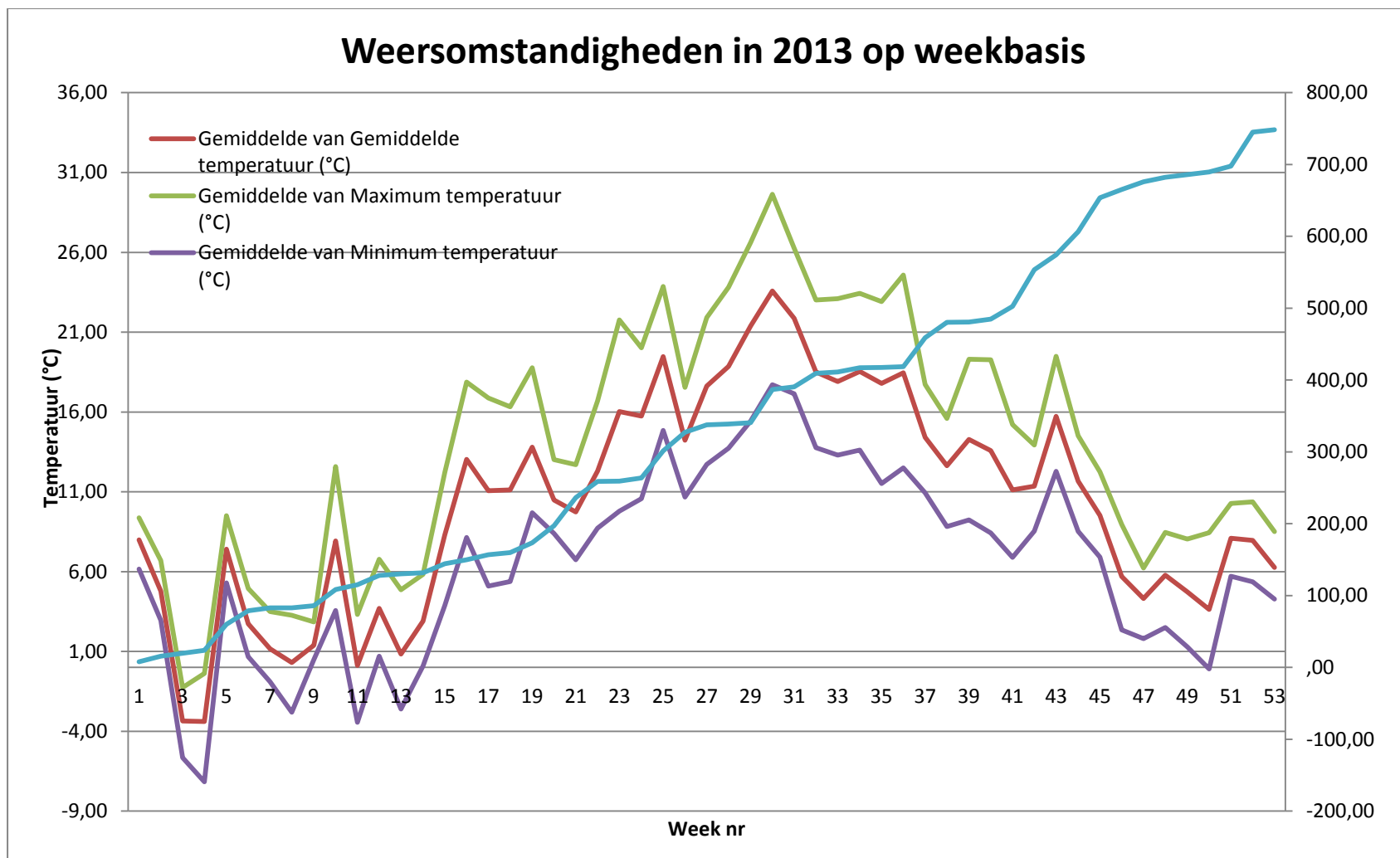
werkelijk toegediende basisbemesting in de proeven. Zo kan het zijn dat het bijbemestingsadvies geformuleerd in deze oefening overschat of onderschat wordt naargelang de werkelijk uitgevoerde basisbemesting lager of hoger was dan het advies dat hier voorzien wordt.

Wel kunnen de bijbemestadviezen van het KNS-systeem en van N-Index vergeleken worden omdat ze uitgaan van dezelfde beginsituatie (dezelfde staalname en dezelfde voorgeschiedenis in de proef). Het bijbemestingsadvies van N-Index op basis van de tweede staalname mag niet gezien worden als een correctie van het advies voor de tweede fractie bij de start van de teelt. Dit terug om dezelfde reden als bij het KNS-systeem, nl. dat de werkelijk toegediende eerste fractie in de proef niet overeen komt met de geadviseerde eerste fractie.

5.5.2 Resultaten

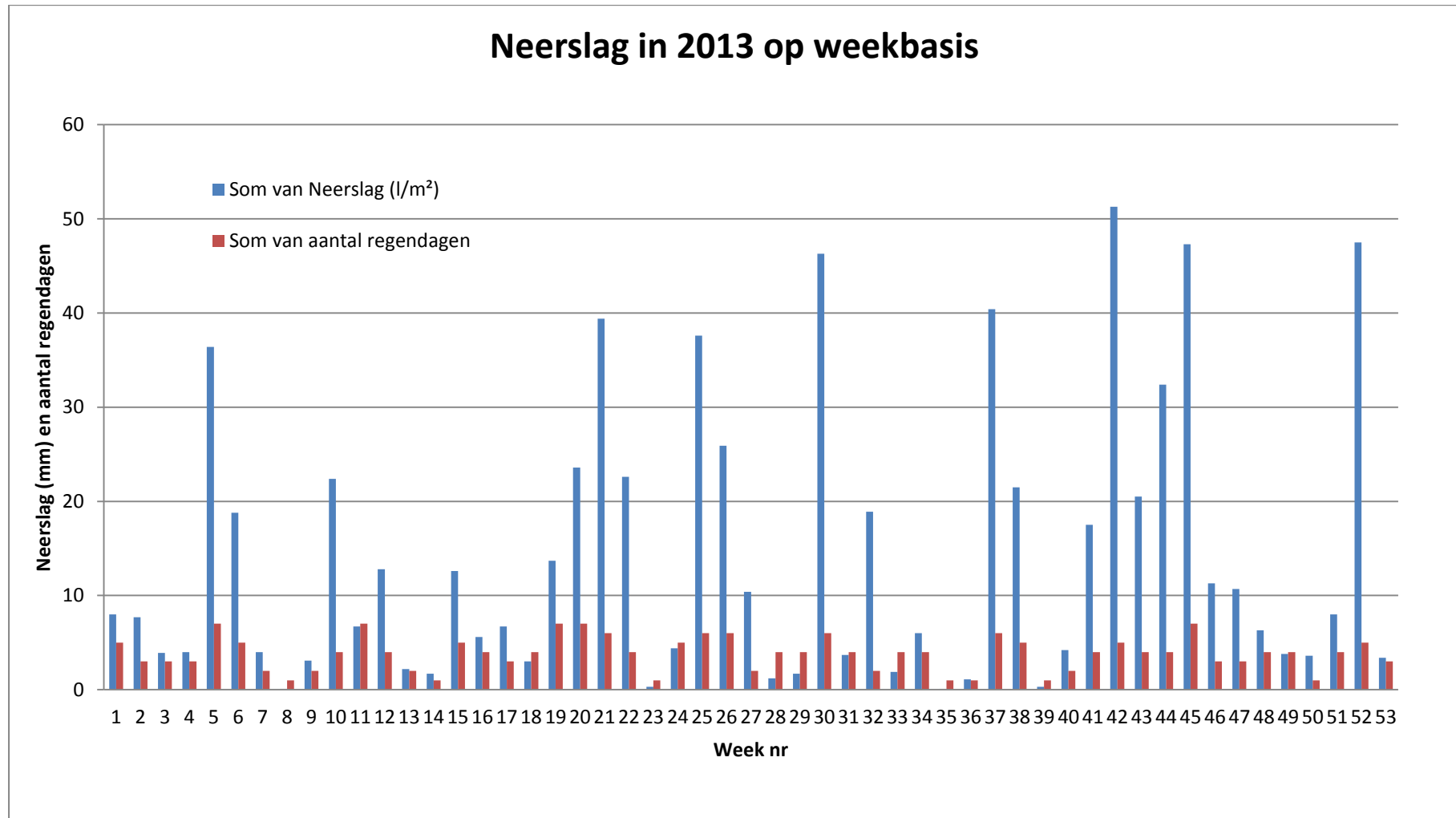
Gezien weersomstandigheden een verklarende rol kunnen spelen bij de verklaring van volgende figuren, worden deze eerst weergegeven.

Weersomstandigheden in 2013 op weekbasis



Grafiek 5. Weersomstandigheden in 2013 op weekbasis

Neerslag in 2013 op weekbasis



Grafiek 6. Neerslag in 2013 op weekbasis

Bij onderstaande grafieken: Op de x-as: de voorstelling van de verschillende adviezen (KNS: blauw, N-Balans: oranje en N-Index: groen) ten opzichte van de N-trappen aangelegd op het perceel. Op de y-as: de resultaten van de trappenproef, nl. opbrengst (totaal, vermarktbaar of kwaliteit) en residuele stikstof, op het einde van de teelt.

Andijvie: an13bnvr

Plantdatum: 19/3/13

Staalname: 15/3/13

Nmin (30-60 cm): 14-23 kg N/ha

% C: 1,61

KNS

Streefwaarde 0-60 cm: 265 kg N/ha

N mineralisatie: 7 weken aan 1,2 kg N/ha.dag = 59 kg N/ha

Advies: 265 – 37 – 59 = 169kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 6/6/13

Mineralisatie 15/3/13 tot 6/6/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 100 kg N/ha

Totale N opname: 210 kg N/ha

Latent mineraal N: 55 kg N/ha

Advies: 210 + 55 – 37 – 100 = 128 kg N/ha

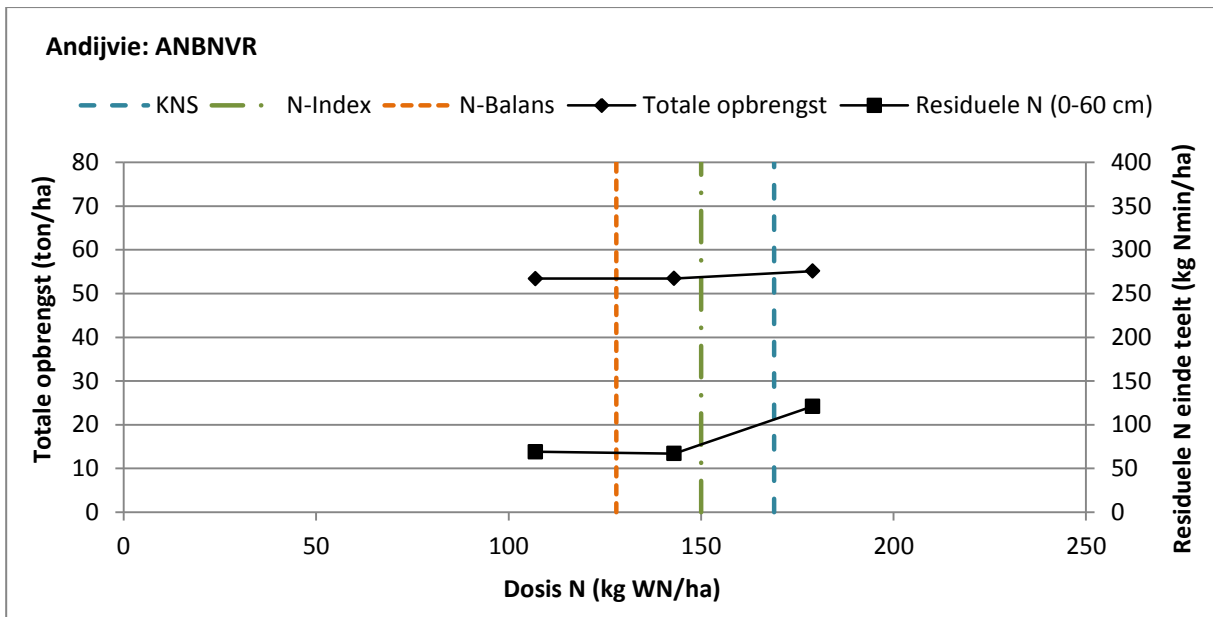
N-index

A-waarde: 295

N mineralisatie: 62 kg N/ha

Advies: 150 kg N/ha

Conclusie: Redelijke verschillen tussen de adviezen. Mineralisatie KNS en N-index gelijkaardig. Bij N-balans werd een hogere mineralisatie gerekend omdat de oogstdatum gekend was en later plaatsvond dan voorspeld volgens KNS.



Andijvie: PCGAN01-vroeg

Plantdatum: 27/4/13

Staalname: 23/4/13

Nmin (30-60 cm): 29-37 kg N/ha

% C: 1,70

KNS

Streefwaarde 0-60 cm: 265 kg N/ha

N mineralisatie: 7 weken aan 1,2 kg N/ha dag = 59 kg N/ha

Advies: 265 – 67 – 59 = 139kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 1/7/13

Mineralisatie 23/4/13 tot 1/7/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 83 kg N/ha

Totale N opname: 210 kg N/ha

Latent mineraal N: 55 kg N/ha

Advies: 210 + 55 – 67 - 83= 115 kg N/ha

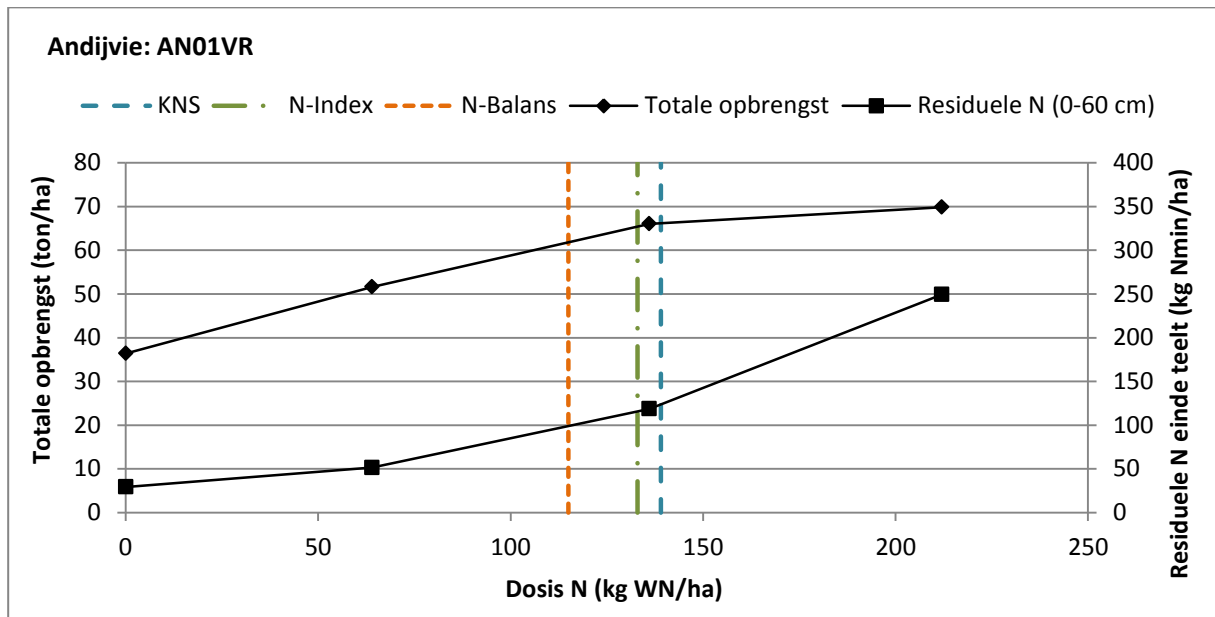
N-Index

A-waarde: 295

N mineralisatie: 65 kg N/ha

Advies: 133 kg N/ha

Conclusie: Slechts kleine verschillen tussen de adviezen van KNS en N-index. Advies N-balans lager door de hogere inschatting van de mineralisatie. Dit omwille van het in rekening brengen van de oogstdatum die later plaatsvond dan voorspeld volgens het KNS systeem.



Alternatieve sla: ro13ecoll-la

Plantdatum: 19/8/13

Staalname: 20/8/13

Nmin (30 cm): 80 kg N/ha

% C: 1,61

KNS

Streefwaarde 0-30 cm: 175 kg N/ha

N mineralisatie: 8 weken aan 1,2 kg N/ha.dag = 67 kg N/ha

Advies: 175 – 80 – 67 = 28 kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 28/10/2013

N mineralisatie 20/8/13 tot 28/10/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 83 kg N/ha

Totale N opname: 120 kg N/ha

Latent mineraal N: 55 kg N/ha

Advies: 120+55-80-83 = 12 kg N/ha

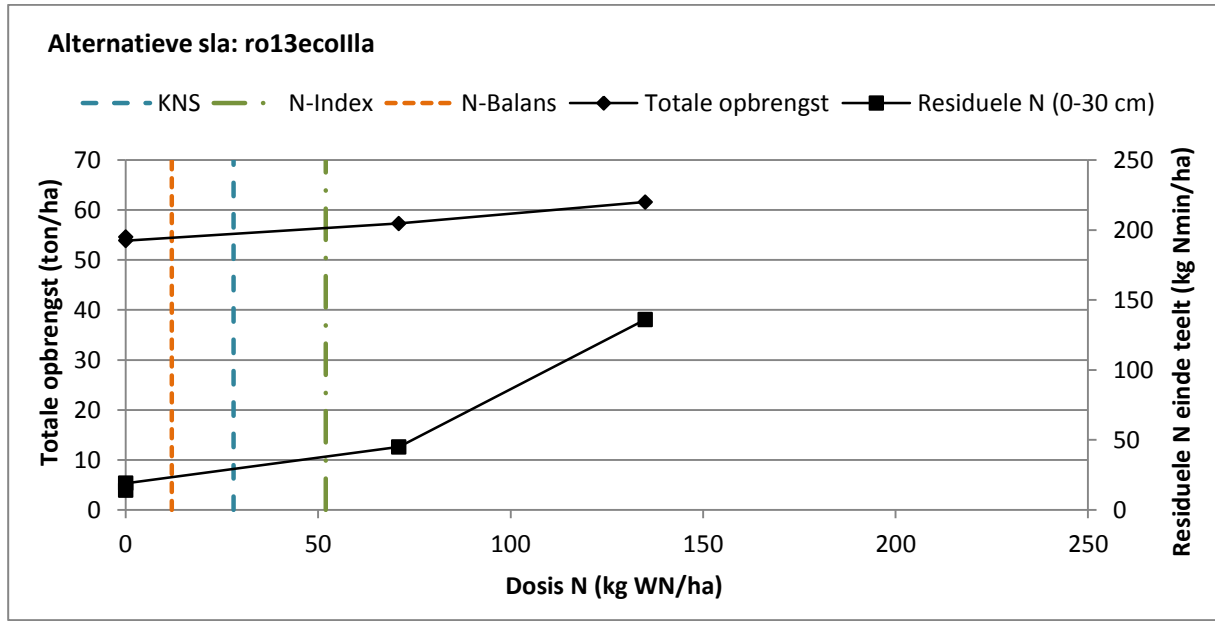
N-Index

A-waarde: 190

N mineralisatie: 64 kg N/ha

Advies: 52 kg N/ha

Conclusie: Redelijke verschillen in advies ondanks de gelijkaardige inschatting voor mineralisatie tussen N-index en KNS. Advies N-balans lager door de hogere inschatting van de mineralisatie. Dit omwille van het in rekening brengen van de oogstdatum die later plaatsvond dan voorspeld volgens het KNS systeem.



Alternatieve sla: PCGASO1-vroeg

Plantdatum: 26/4/13

Staalname: 23/4/13

Nmin(30 cm): 25 kg N/ha

% C: 1,7

KNS

Streefwaarde 0-30 cm: 175 kg N/ha

N mineralisatie: 8 weken aan 1,2 kg N/ha.dag = 67,2 kg N/ha

Advies: 175 – 25 – 67 = 83 kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 19/6/2013

N mineralisatie 23/4/13 tot 19/6/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 68 kg N/ha

Totale N opname: 120 kg N/ha

Latent mineraal N: 55 kg N/ha

Advies: 120 + 55 – 25 – 68 = 82 kg N/ha

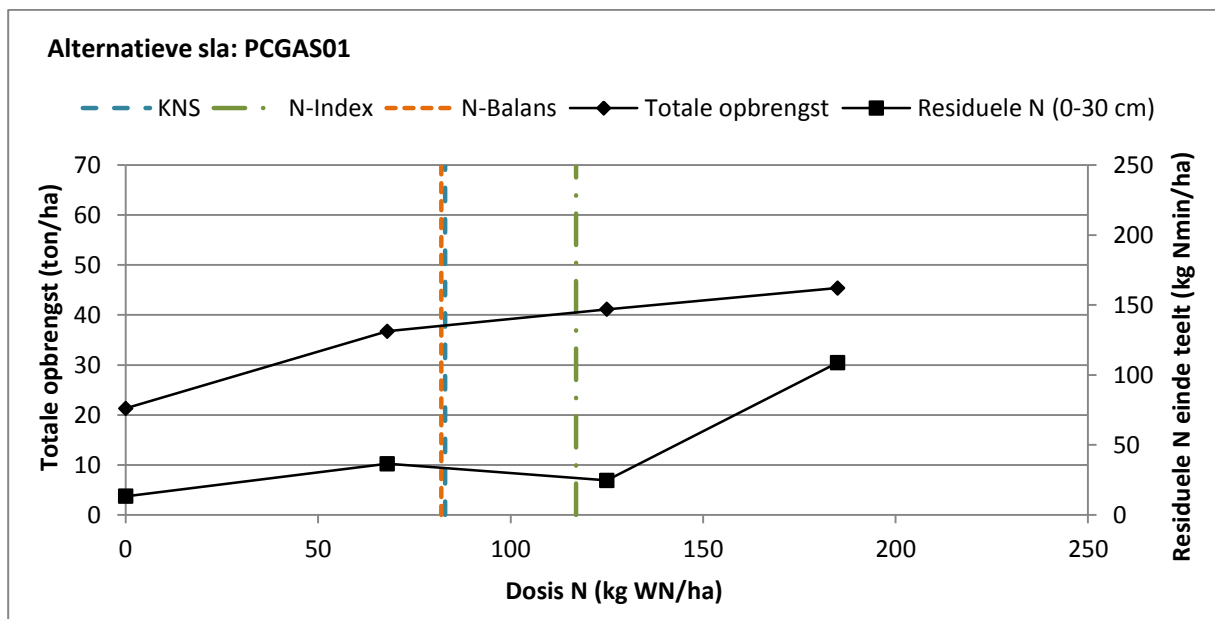
N-Index

A-waarde: 190

N mineralisatie: 65 kg N/ha

Advies: 117 kg N/ha

Conclusie: Advies N-balans en KNS is gelijkaardig. Wel is er een groot verschil met het advies van N-Index ondanks de gelijkaardige inschatting voor mineralisatie tussen N-index en KNS.



Chinese kool: ch13bnvr

Plantdatum: 18/3/13

Staalname: 13/3/13

Nmin(30-60 cm): 36-24 kg N/ha

% C: 1,90

KNS

Streefwaarde 0-30 cm: 305 kg N/ha

N mineralisatie: 8 weken aan 1,2 kg N/ha.dag = 67 kg N/ha

Advies: 305 – 36 – 67 = 202 kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname

Oogstdatum: 21/5/13

N mineralisatie: 13/3/13 tot 21/5/13 aan 1,2 kg N/ha = 82 kg N/ha

Totale N opname: 225 kg N/ha

Latent mineraal N: 80 kg N/ha

Advies: $225 + 80 - 36 - 82 = 187$ kg N/ha

N-Index

A-waarde: 275

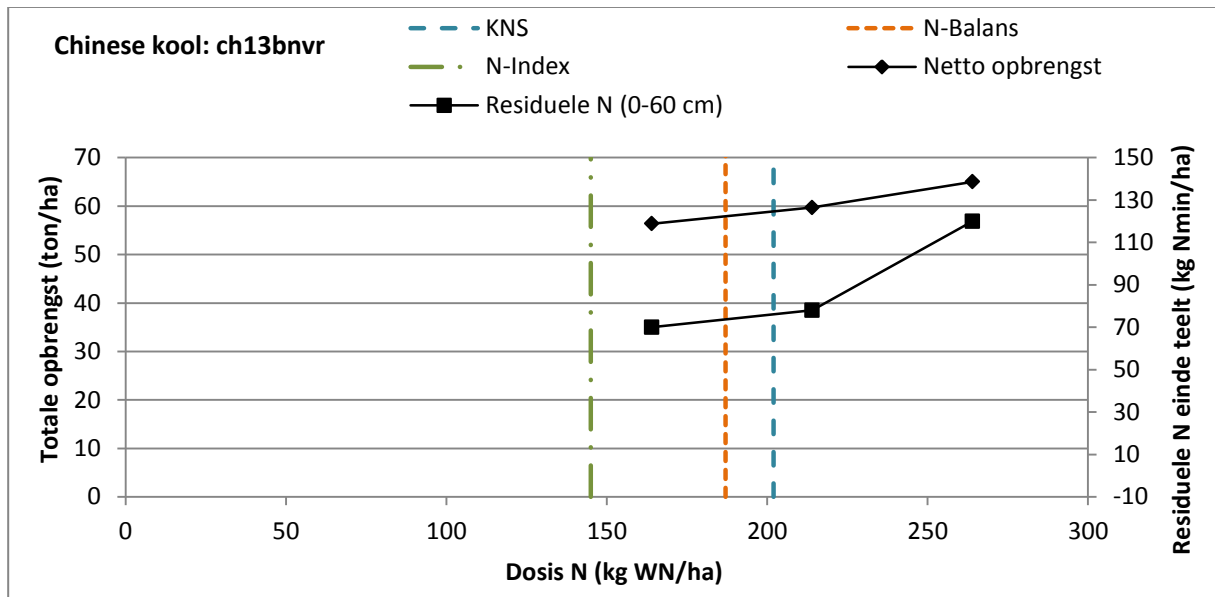
N mineralisatie: 70 kg N/ha

Advies eerste fractie: 105 kg N/ha

Advies tweede fractie: 40 kg N/ha

Totaal advies eerste en tweede fractie: 145 kg N/ha

Conclusie: Redelijke verschillen in advies ondanks de gelijkaardige inschatting voor mineralisatie tussen N-index en KNS. Advies N-balans lager door de hogere inschatting van de mineralisatie. Dit omwille van het in rekening brengen van de oogstdatum die later plaatsvond dan voorspeld volgens het KNS systeem.



Radicchio: ra13bnvr

Plantdatum: 19/3/13

Staalname: 15/3/13

Nmin (30-60 cm): 14-23 kg N/ha

% C: 1,61

KNS

Streefwaarde 0-60 cm: 190 kg N/ha

N mineralisatie: 11 weken aan 0,8 kg N/ha.dag = 62 kg N/ha

Advies: $190 - 37 - 62 = 91$ kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 20/06/13

N mineralisatie: 15/3/13 tot 30/7/13 aan 0,8 kg N/ha dag = 78 kg N/ha

Totale N opname: 135 kg N/ha

Latent mineraal N: 55 kg N/ha

Advies: $135 + 55 - 37 - 78 = 75$ kg N/ha

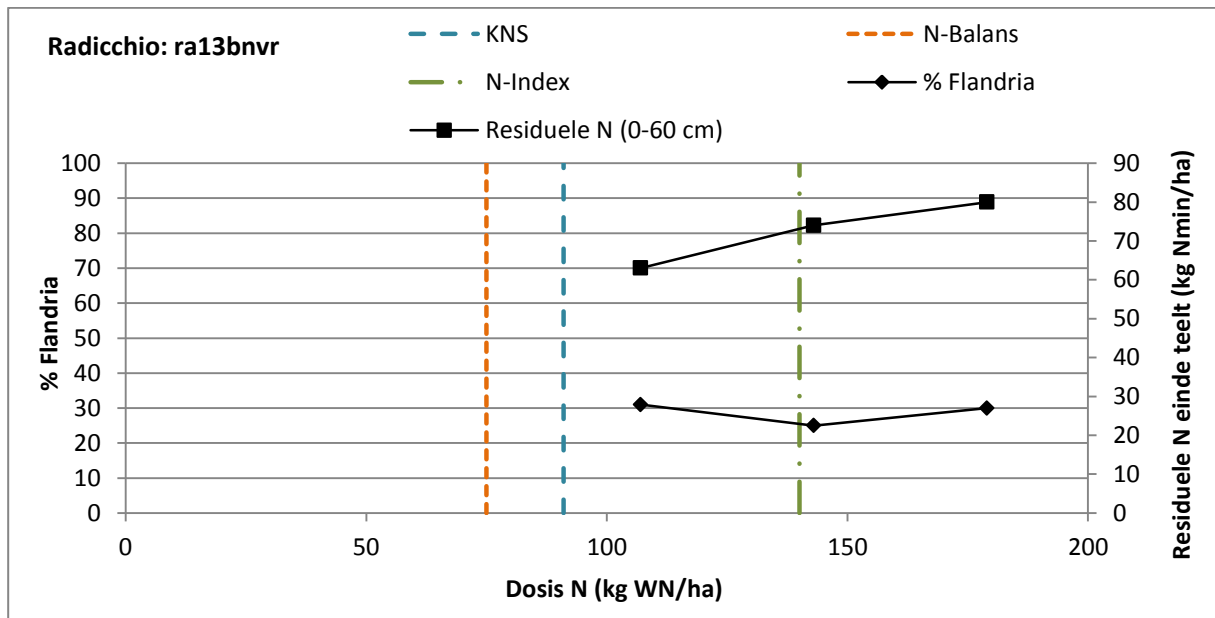
N-Index

A-waarde: 220

N mineralisatie: 64 kg N/ha

Advies: 140 kg N/ha

Conclusie: Het verschil in advies tussen KNS en N-balans valt te verklaren door de hogere inschatting van de mineralisatie bij N-balans omwille van de latere oogstdatum dan voorspeld werd bij KNS. Het verschil met het advies van N-index kan niet verklaard worden door de mineralisatie.



Spinazie: sp13bnvr

Plantdatum: 6/3/13

Staalname: 27/2/13

Nmin(30 cm): 12 kg N/ha

% C: 1,90

KNS

Streefwaarde 0-30 cm: 235 kg N/ha

N mineralisatie: 9 weken aan 0,5 kg N/ha dag = 31 kg N/ha

Advies: $235 - 12 - 31 = 192$ kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 02/05/13

N mineralisatie: 27/2/13 tot 2/5/13 aan 0,5 kg N/ha dag = 31 kg N/ha

Totale N opname: 160 kg N/ha

Latent mineraal N: 75 kg N/ha

Advies: $160 + 75 - 12 - 31 = 192$ kg N/ha

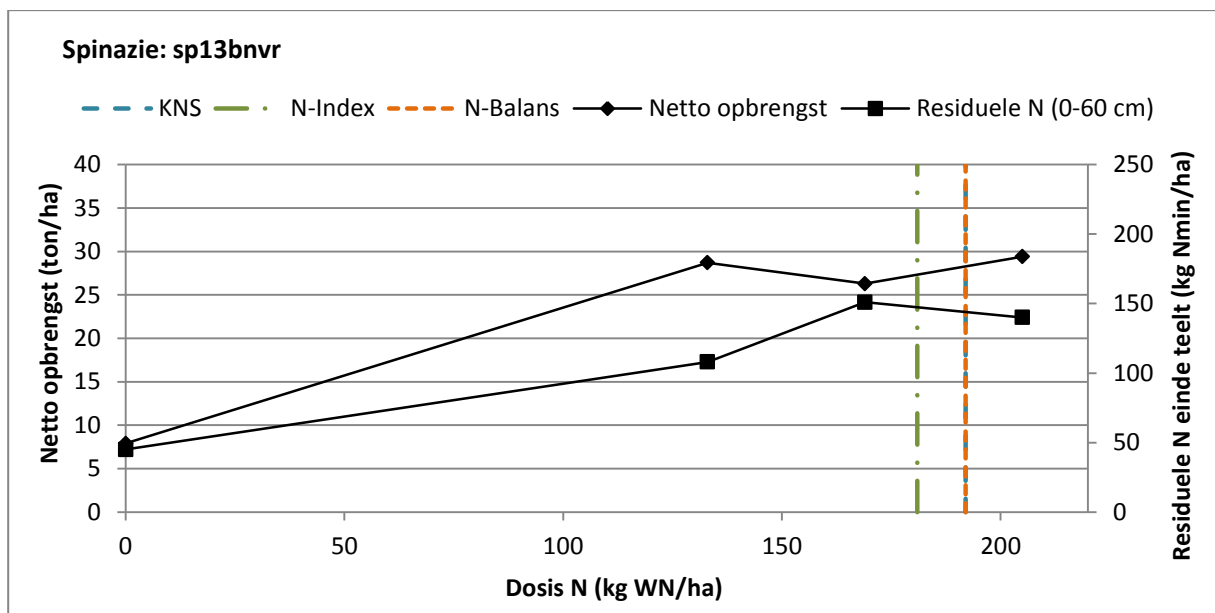
N-Index

A-waarde: 280

N mineralisatie: 38 kg N/ha

Advies: 181 kg N/ha

Conclusie: Zeer gelijkaardige adviezen en een gelijkaardige inschatting van de mineralisatie.



PCGobit12sp

Plantdatum: 26/5/12

Staalname: 20/5/12

Nmin(30 cm): 28 kg N/ha

% C: 0,8

KNS

Streefwaarde 0-30 cm: 235 kg N/ha

N mineralisatie: 6 weken aan 1,2 kg N/ha dag = 50 kg N/ha

Advies: $235 - 28 - 50 = 157$ kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 27/6/2013

N mineralisatie van 20/5/12 tot 27/6/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 46 kg N/ha

Totale N opname: 160 kg N/ha

Latent mineraal N: 75 kg N/ha

Advies: $160 + 75 - 28 - 46 = 161$ kg N/ha

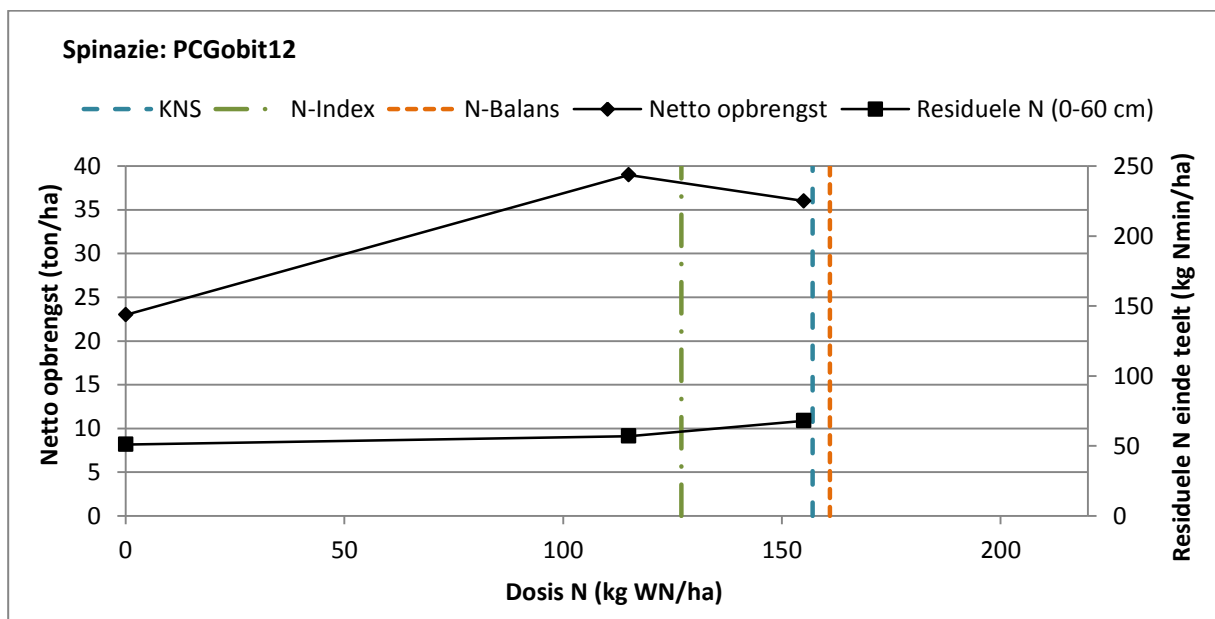
N-Index

A-waarde: 280

N mineralisatie: 40 kg N/ha

Advies: 127 kg N/ha

Conclusie: Het advies van KNS is gelijkaardig aan dat van N-balans door de gelijkaardige inschatting van de mineralisatie. Het verschil met de N-index kan niet verklaard worden a.d.h.v. mineralisatie.



Venkel: ve13bnvr

Plantdatum: 19/3/13

Staalname: 15/3/13

Nmin (30-60 cm): 14-23 kg N/ha

% C: 1,9

KNS

Streefwaarde 0-60 cm: 250 kg N/ha

N mineralisatie: 12 weken aan 0,8 kg N/ha dag = 67 kg N/ha

Advies: $250 - 37 - 67 = 146$ kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 16/6/13

N mineralisatie van 15/3/13 tot 16/6/13 aan 0,8 kg N/ha dag = 74 kg N/ha

Totale N opname: 175 kg N/ha

Latent mineraal N: 75 kg N/ha

Advies: $175 + 75 - 37 - 74 = 139$ kg N/ha

N-Index

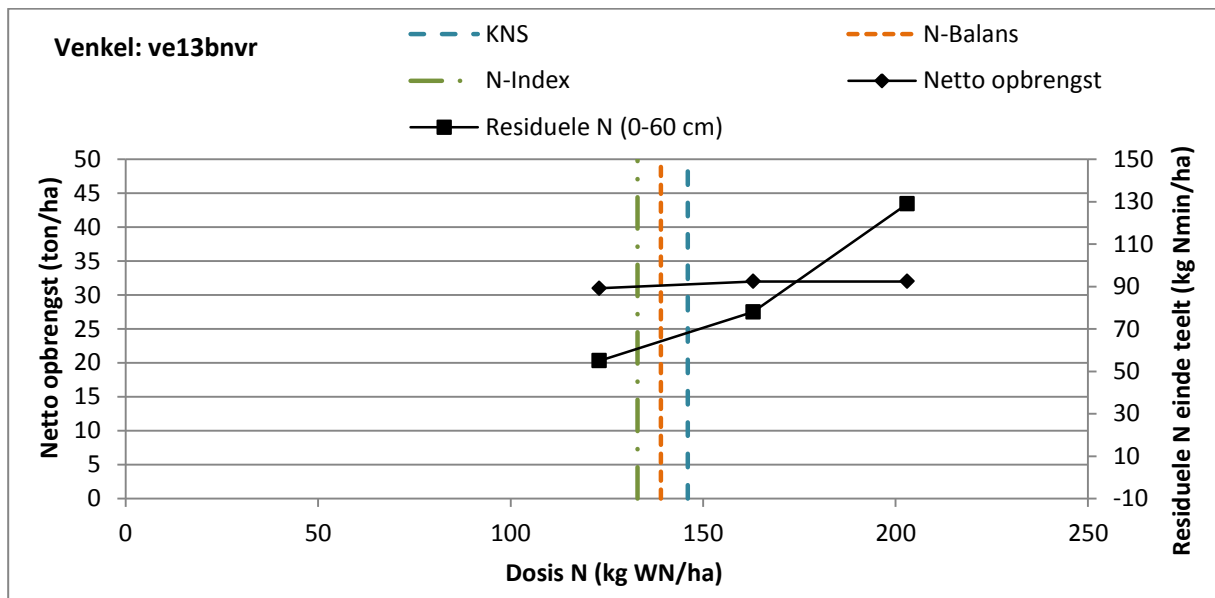
A-waarde: 240

N mineralisatie: 70 kg N/ha

Advies eerste fractie: 103 kg N/ha

Advies tweede fractie: 30 kg N/ha

Conclusie: De adviezen liggen dicht bij elkaar, de inschatting van mineralisatie is gelijkaardig.



Bloemkool vroeg: B13bnwe-abeni 10cm

Plantdatum: 4/3/13

Staalname: 20/2/13

Nmin (30-60 cm): 19-21 kg N/ha

% C: 1,9

KNS

Streefwaarde 0-60 cm: 320 kg N/ha

N mineralisatie: 10 weken aan 0,5 kg N/ha dag = 35 kg N/ha

Advies: $320 - 40 - 35 = 245$ kg N/ha

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum 27/5/2013

N mineralisatie: van 20/2/13 tot 27/5/13 aan 0,5 kg N/ha dag = 48 kg N/ha

Totale N opname: 240

Latent mineraal N: 80 kg N/ha

Advies: $240 + 80 - 40 - 48 = 232$ kg N/ha

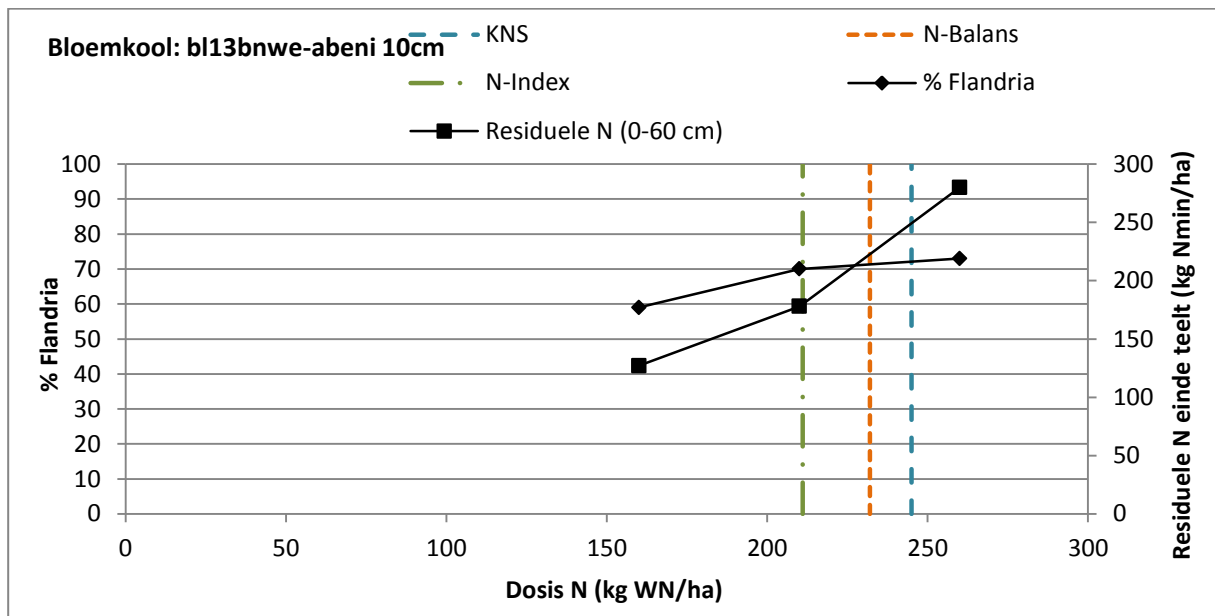
N-Index

A-waarde: 340

N mineralisatie: 90 kg N/ha

Advies: 211 kg N/ha

Conclusie: Gelijkaardige adviezen. Wel een groot verschil in de inschatting van de mineralisatie tussen N-index enerzijds en N-balans en KNS anderzijds.



Bloemkool: bl13ecolla

Plantdatum: 17/7/13

Staalname: 31/7/13

Nmin(30-60 cm): 73-26 = 99 kgN/ha

Totaal advies bij de start van de teelt

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 3/10/2013

N mineralisatie 31/7/13 tot 3/10/13 aan 1,2 kg N/ha dag = 77 kg N/ha

Totale N opname: 240 kg N/ha

Latent N residu(60 cm): 80 kg N/ha

Advies: $240 + 80 - 99 - 77 = 144$ kg N/ha

N-Index

A-waarde: 340

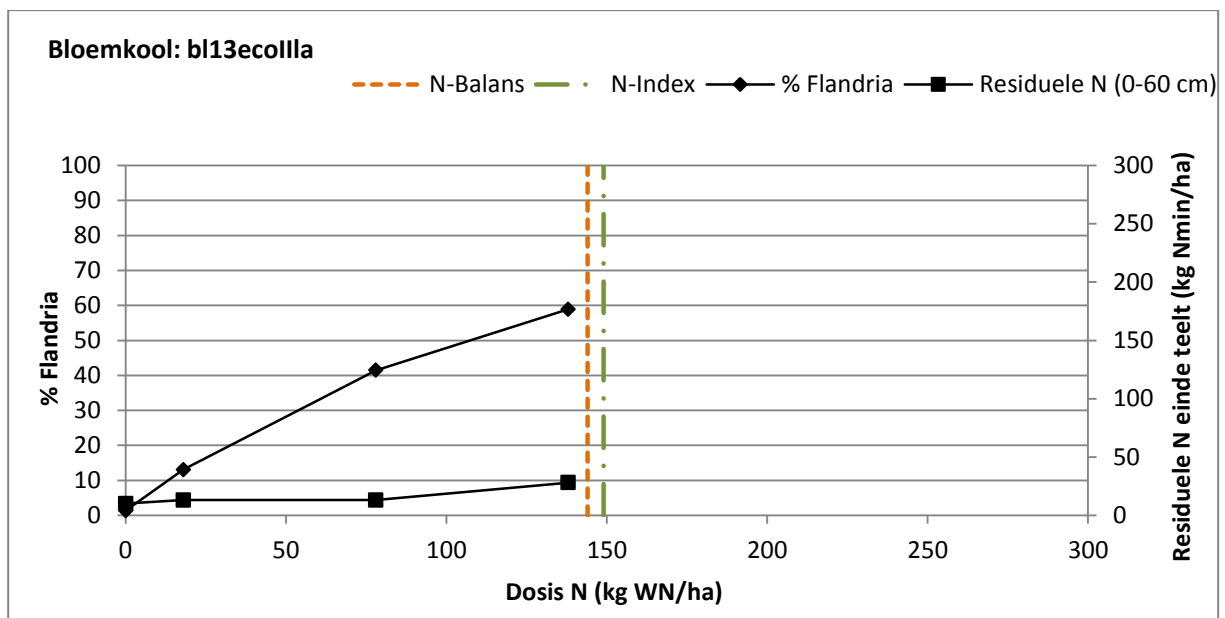
N mineralisatie: 90 kg N/ha

Advies eerste fractie: 106 kg N/ha

Advies tweede fractie: 43 kg N/ha

Totaal eerste en tweede fractie: 149 kg N/ha

Conclusie: Bijna geen verschil tussen het advies van N-index en N-balans bij de start van de teelt.



Bijbemestingsadvies bij tweede staalname

Staalname: 20/08/13

Nmin (30-60 cm): $177 - 58 = 235$

KNS

Streefwaarde bijbemesting 0-60 cm: 308 kg N/ha

N mineralisatie: 6 weken aan 1,2 kg N/ha dag = 50 kg N/ha

Advies bijbemesting: $308 - 235 - 50 = 23$ kg N/ha

N-Index

Advies bijbemesting: 0 kg N/ha

Prei: PCGpr01

Plantdatum: 9/7/13

Staalname: 3/7/13

Nmin (30-60 cm): 23-13 kg N/ha

% C: 2,00

Totaal advies bij de start van de teelt

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 17/2/2014

N mineralisatie: 86 kg N/ha

Totale N opname: 215 kg N/ha

Latent N residu (60 cm): 60 kg N/ha

Advies: $215 + 60 - 36 - 86 = 153$ kg N/ha

N-index

A-waarde: 325

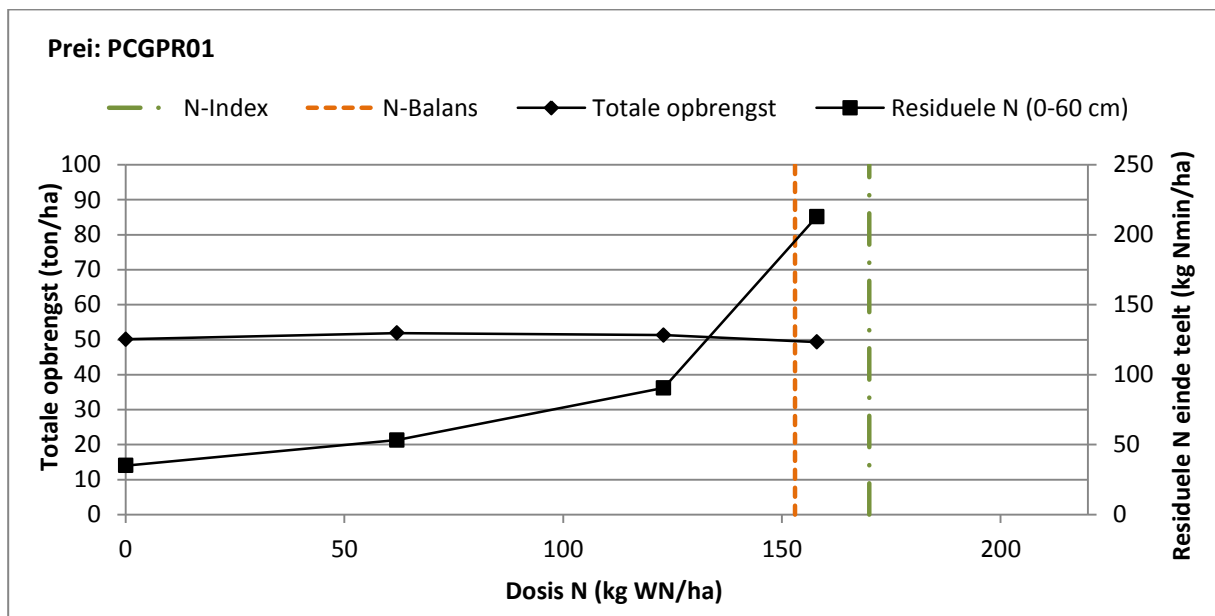
N mineralisatie: 70 kg N/ha

Advies eerste fractie: 110 kg N/ha

Advies tweede fractie: 60 kg N/ha

Totaal eerste en tweede fractie: 170 kg N/ha

Conclusie: Het verschil in het advies tussen de twee systemen is deels toe te schrijven aan het verschil in inschatting van mineralisatie.



Bijbemestingsadvies bij tweede staalname

Staalname: 23/08/13

Nmin (30-60 cm): 181-89 kg N/ha

KNS

Streefwaarde bijbemesting 0-60 cm: 256 kg N/ha

N mineralisatie: 9 weken aan 1,2 kg N/ha dag = 76 kg N/ha

Advies bijbemesting: $256 - 270 - 76 = - 90$ kg N/ha

N-Index

Advies bijbemesting: 0 kg N/ha

Prei: Pr13ecoll

Plantdatum: 27/03/13

Staalname: 25/03/13

Nmin(30-60 cm): 14-20 kg N/ha

% C: 1,90

Totaal advies bij de start van de teelt

N-Balans

Bij N-balans werd de mineralisatie berekend, rekening houdend met de oogstdatum en de datum van staalname.

Oogstdatum: 17/07/2013

N mineralisatie: 25/03/13 tot 17/07/13 aan 0,8 kg N/ha dag = 91 kg N/ha

Totale N opname: 215 kg N/ha

Latent N residu(60 cm): 60 kg N/ha

Advies: $215 + 60 - 34 - 91 = 150$ kg N/ha

N-index

A-waarde: 325

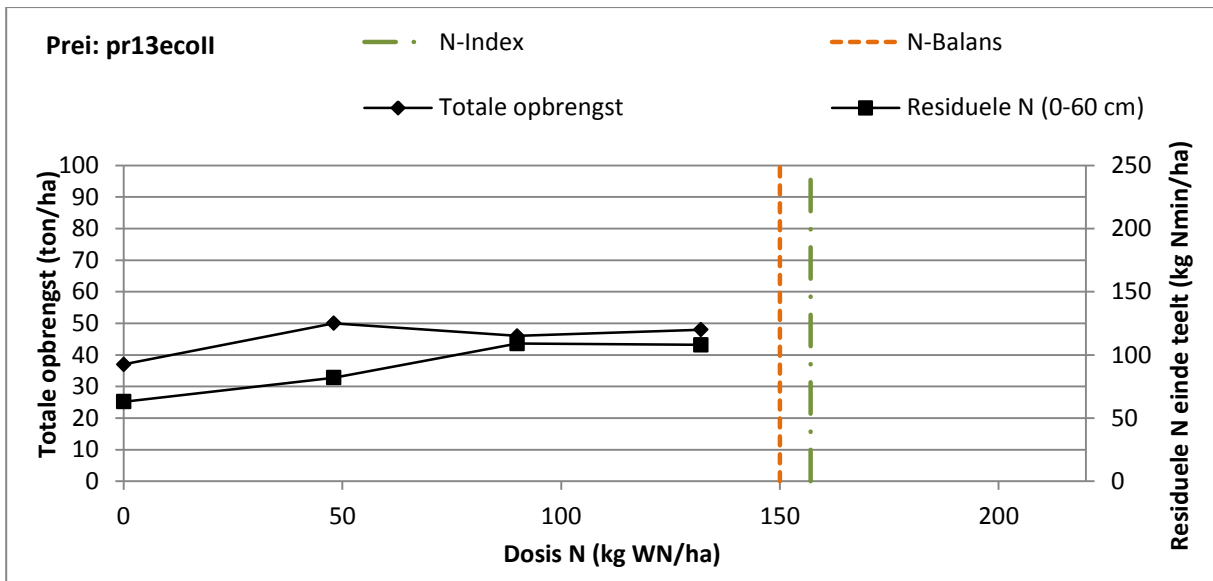
N mineralisatie: 103 kg N/ha

Advies eerste fractie: 110 kg N/ha

Advies tweede fractie: 47 kg N/ha

Totaal eerste en tweede fractie: 157 kg N/ha

Conclusie: Bijna geen verschil tussen de adviezen van de twee systemen. Ondanks de hogere inschatting van de mineralisatie ligt het N-index advies een beetje hoger.



Bijbemestingsadvies bij tweede staalname

Staalname: 31/05/13

Nmin (30-60 cm): 102-90 kg N/ha

KNS

Streefwaarde bijbemesting 0-60 cm 9 wap: 241 kg N/ha

N mineralisatie: 5 weken aan 0,8 kg N/ha dag = 28 kg N/ha

Advies bijbemesting: 241 – 192 – 28 = 21 kg N/ha

N-Index

Advies bijbemesting: 0 kg N/ha

5.5.3 Conclusies

De verschillen tussen de adviezen komen voornamelijk tot stand door de manier waarop het advies opgesteld werd. Bij het KNS-systeem en bij N-Index kunnen staalnames tijdens de teelt het advies voor bijbemesting bijsturen op basis van de groeiomstandigheden. Dit zorgt in veel gevallen voor een lager totaal advies.

N-balans werkt niet via staalnames voor bijbemesting en heeft de mogelijkheid niet om het advies bij te sturen tijdens de teelt.

Voor de behandelde proefvelden 2012-2013 is duidelijk dat er meerdere situaties zijn, waarbij N-Index een tweede staalname tijdens de teelt een lagere bijbemesting adviseerde dan deze voorzien bij een staalname voor de teelt. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat mineralisatie op de percelen vlotter verliep vlotter dan initieel berekend. Deze mineralisatie is uiteraard jaarsafhankelijk omdat de vochtvoorziening tijdens het groeiseizoen hierin een belangrijke rol speelt.

6 Het valideren en documenteren van alle geïnventariseerde adviessystemen voor groenteteelt in Vlaanderen

6.1 Monte Carlo simulaties

6.1.1 Inleiding

Tijdens het berekenen van de N-adviezen volgens de N-balans en het KNS-systeem, wordt er aan elke parameter een vaste waarde toegekend. Een bepaalde input zal dan ook steeds resulteren in een identieke output. Er is echter een onzekerheid op een aantal parameters die gebruikt worden in deze N-adviesystemen en daarom kan een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd worden. Op deze manier gaat men na hoe sterk de modeloutput zal variëren wanneer bepaalde parameters op systematische wijze gewijzigd worden binnen een bepaald bereik. Een nadeel van gevoeligheidsanalyse is echter wel dat er enorm veel scenario's mogelijk zijn wanneer het aantal parameters groot is. Bovendien houdt een gevoeligheidsanalyse geen rekening met het feit dat bepaalde parameterwaarden een veel grotere kans hebben om voor te komen dan andere waarden. Een kwantitatieve onzekerheidsanalyse via Monte Carlo (MC) simulaties houdt hier echter wel rekening mee.

Binnen een MC simulatie worden een reeks "what if?" scenario's gegenereerd, maar de MC simulatie gaat hierin verder, door de gekozen scenario's (of parametercombinaties) te kiezen op basis van de waarschijnlijkheid van het effectief voorkomen van dergelijke combinaties. Dit gebeurt door elke onzekere variabele of parameter in het model te modelleren via zijn waarschijnlijkheidsdichtheidsfunctie ("probability density function", pdf). Het is in dit opzicht dat een MC simulatie verschilt van een gewone simulatie door het feit dat variabelen niet weergegeven worden door één enkele vaste waarde, maar door een pdf. De doelstelling van een MC analyse is het berekenen van de gezamenlijke impact van de verschillende modelonzekerheden om de onzekerheden op de modeloutput te bepalen. De modeloutput is dan niet langer een vaste waarde of een set van vaste waarden overeenkomend met een bepaalde set van parameterwaarden, maar wel een pdf, resultaat van de modelberekeningen op basis van de pdf's van de verschillende onzekere parameters.

Een MC simulatie bemonstert at random de verschillende pdf's van de onzekere parameters om op die manier honderden, duizenden, ... scenario's te genereren. Elke pdf wordt echter bemonsterd op een manier die representatief is voor zijn statistische verdeling. De statistische verdeling van de outputwaarden reflecteert dan ook de waarschijnlijkheid van voorkomen van die waarden. MC simulatie heeft tal van voordelen boven andere technieken om modelonzekerheid te begroten:

- De distributies van de modelvariabelen moeten op geen enkele manier benaderd worden
- Correlaties en onderlinge afhankelijkheid van modelvariabelen kunnen gemodelleerd worden

Voor dit luik zullen we de @risk software gebruiken.

6.1.2 MC simulatie voor N-adviesystemen

Binnen de N-adviesystemen zijn een aantal parameters onzeker. Wanneer men het N-bemestingsadvies deterministisch berekent, kan men met deze onzekerheden geen rekening houden. Daarom is het gepast om deze onzekerheden mee te nemen in de output. In dit luik zullen twee N-adviesystemen vergeleken worden, met name het N-balans en KNS adviesstelsel. De basis voor deze vergelijking is de residuele N-concentratie na de teelt (N-latent, luik 3). Deze parameter bepaalt namelijk hoeveel N er zal uitspoelen naar diepere lagen en uiteindelijk naar grond- en oppervlaktewater.

Het N-balans adviesstelsel is gebaseerd op één meting van de N-concentratie in de bodem, met name de minerale N-voorraad bij de start van de teelt, terwijl de N-mineralisatiesnelheid gedurende de volledige simulatieperiode meegenomen wordt. In het KNS systeem is er nog een tussentijdse meting van de N-concentratie in de bodem mogelijk, aan de ene kant verkleint hierdoor de periode waarbij gerekend moet worden met een onzekere N-mineralisatiesnelheid. Zo worden alle onzekere factoren van voor deze tussentijdse meting weggenomen, maar aan de andere kant vergroot echter wel de onzekerheid door een extra meetfout op de N-concentratiemeting. Een volgend belangrijk verschil is dat het N-balansstelsel een advies geeft voor de volledige teelt tot aan de oogst, terwijl het KNS systeem rekent met een arbitrair aantal weken (staalname tijdens de teelt).

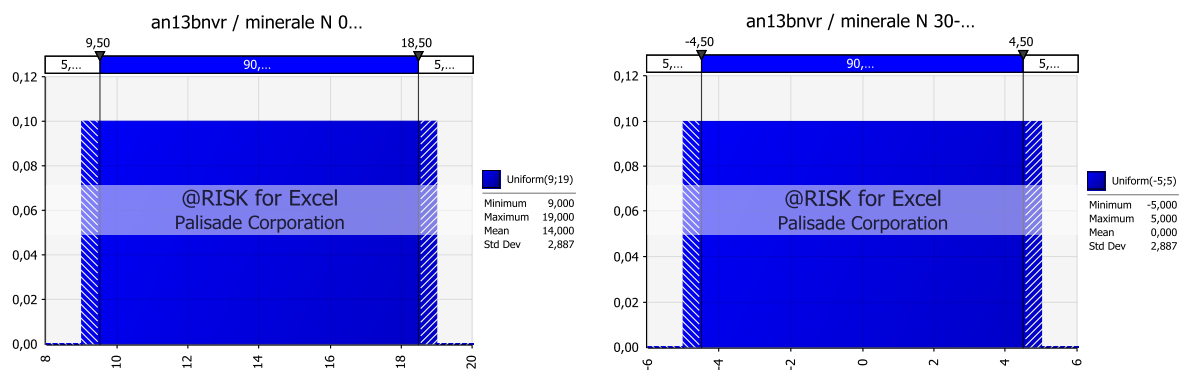
In deze simulatie brengen we de onzekerheden op alle inputparameters in rekening. De metingen van N-concentraties voor en tijdens (voor het KNS systeem) de teelt, de N-mineralisatiesnelheid, de vooropgestelde N-opname door het gewas en de uiteindelijke N-gift volgens beide adviesystemen werden beschouwd als inputparameters. Een eerste variabele inputparameter is de minerale N-concentratie beschikbaar in het profiel tussen 0-30 en 30-60 cm. Voor ondiep wortelende gewassen (zoals sla) werd slechts de N-concentratie tussen 0 en 30 cm in rekening gebracht. Tijdens de staalname en de N-concentratie bepalingen in het labo kunnen meetfouten optreden, daarom wordt de minerale N-concentratie uniform met een standaard afwijking van 5 kg N ha⁻¹ (zie voorbeeld voor an13bnvr in Figuur 9). De N-mineralisatiesnelheid wordt gesimuleerd door een lognormale verdeling (voorbeeld voor an13bnvr in Figuur 10). De lognormale verdeling heeft een gemiddelde van de vooropgestelde mineralisatiesnelheid (zie luik 3), een standaard afwijking van 0.2 kg N ha⁻¹, minimum 0 kg N ha⁻¹ en maximum 2.5 kg N ha⁻¹. Aangezien de N-opname afhankelijk is van de N-concentratie in het gewas en de oogstopbrengsten, werd deze parameter aangenomen normaal verdeeld te zijn met een gemiddelde van de geadviseerde waarde en een standaard afwijking van 10% van deze waarde (Figuur 11 voor an13bnvr). De geadviseerde N-dosis volgens het N-balans en KNS-adviesstelsel wordt weergegeven door een normale verdeling met gemiddeld de geadviseerde dosis en een standaard afwijking van 10 kg N ha⁻¹ (Figuur 12 voor an13bnvr), aangezien het praktisch zeer moeilijk is om tot op een kg

nauwkeurig te bemesten. Wanneer bijbemest werd in het KNS systeem, wordt deze onzekerheid dus twee maal in rekening gebracht. Als uiteindelijke output van deze simulaties wordt de residuele N-concentratie in de bodem genomen, die berekend wordt volgens de volgende vergelijking: residuele N = N-gift + N mineralisatiesnelheid*aantal dagen + N in profiel voor teelt – N-opname.

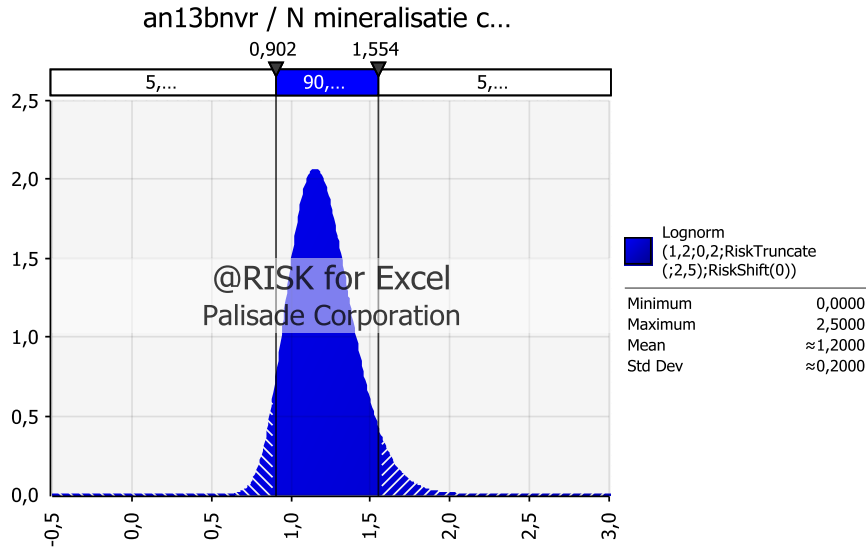
We zullen dus onderzoeken hoeveel residuele N achterblijft na de teelt tot op bewortelingsdiepte bij een bepaalde N-gift volgens beide N-adviesystemen, rekening houdende met de onzekerheden op de inputparameters. Als bemonsteringsmethode wordt de latin hypercube sampling (LHS) techniek genomen met 100 runs.

Resultaten

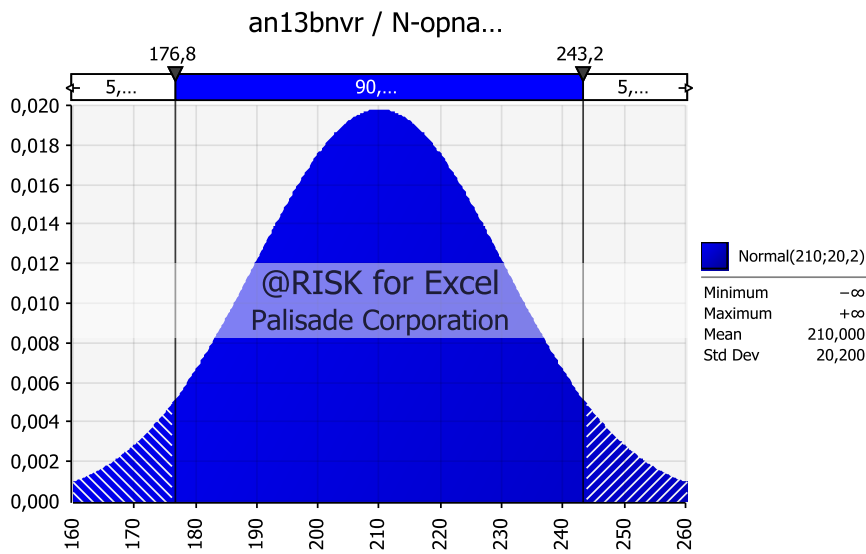
In de volgende figuren worden onzekerheden op de input parameters (Figuur 9 – Figuur 12) en de resultaten (Figuur 13 – Figuur 25) van de onzekerheidsanalyse volgens de MC simulatie met LHS weergegeven voor het a) N-balans adviesstelsel en b) het KNS adviesstelsel voor de verschillende scenario's.



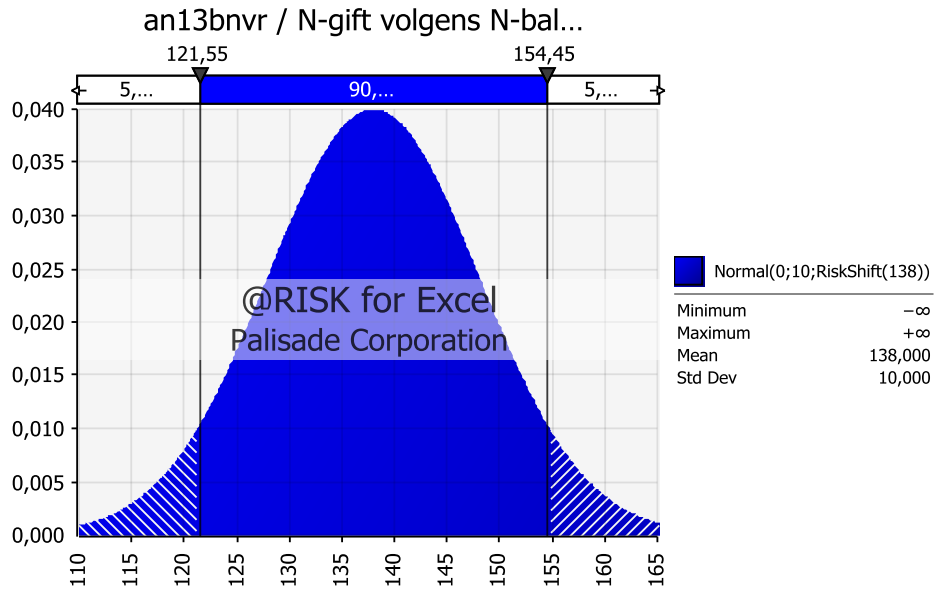
Figuur 9. Voorbeeld van een uniforme verdeling van de bepaling van de N-voorraad in de bodem voor de teelt van andijvie (an13bnvr) in de laag 0-30 cm (links) en in de laag 30-60 cm (rechts), voor de andere scenario's werd eveneens een uniforme verdeling genomen.



Figuur 10. Lognormale verdeling van de N-mineralisatiesnelheid (an13bnvr), voor de andere teelten werd ook een lognormale verdeling aangenomen. X-as stelt de N-mineralisatiesnelheid voor uitgedrukt in $\text{kg N ha}^{-1} \text{dag}^{-1}$, de y-as stelt de probabieliteit voor

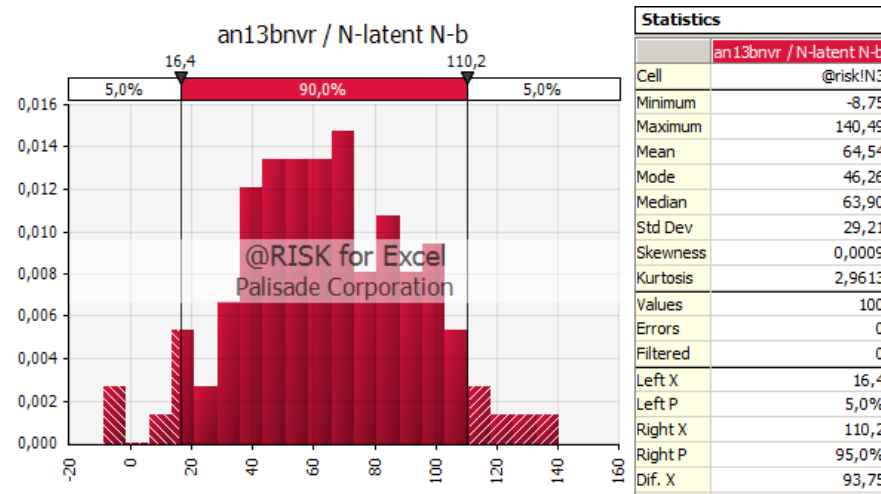


Figuur 11. Normale verdeling van de N-opname voor andijvie (an13bnvr), voor de andere scenario's werd een gelijkaardige verdeling aangenomen. X-as stelt de N-opname voor uitgedrukt in kg N ha^{-1} , de y-as stelt de probabieliteit voor.

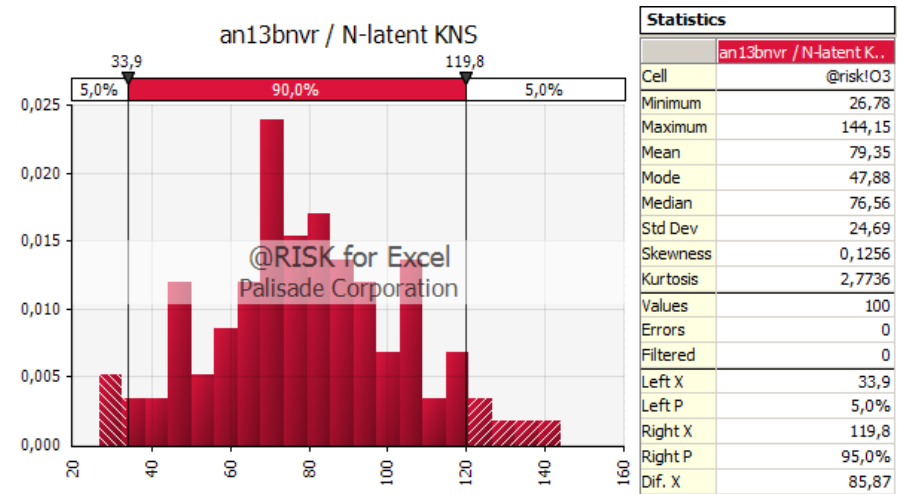


Figuur 12. Normale verdeling van de N-gift volgens het N-balanssysteem voor andijvie (an13bnvr). X-as stelt de N-gift volgens het N-balanssysteem voor uitgedrukt in kg N ha^{-1} , de y-as stelt de probabiteit voor.

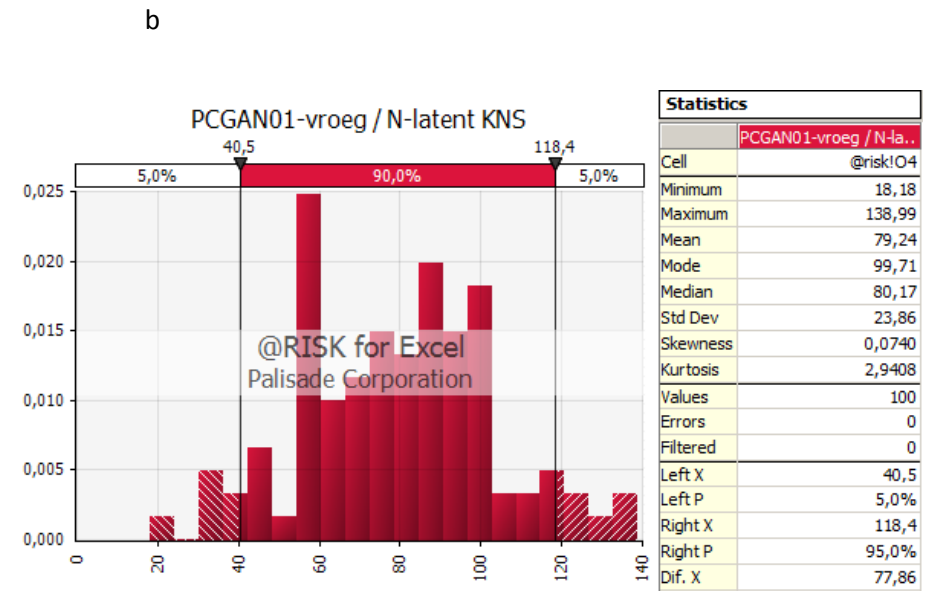
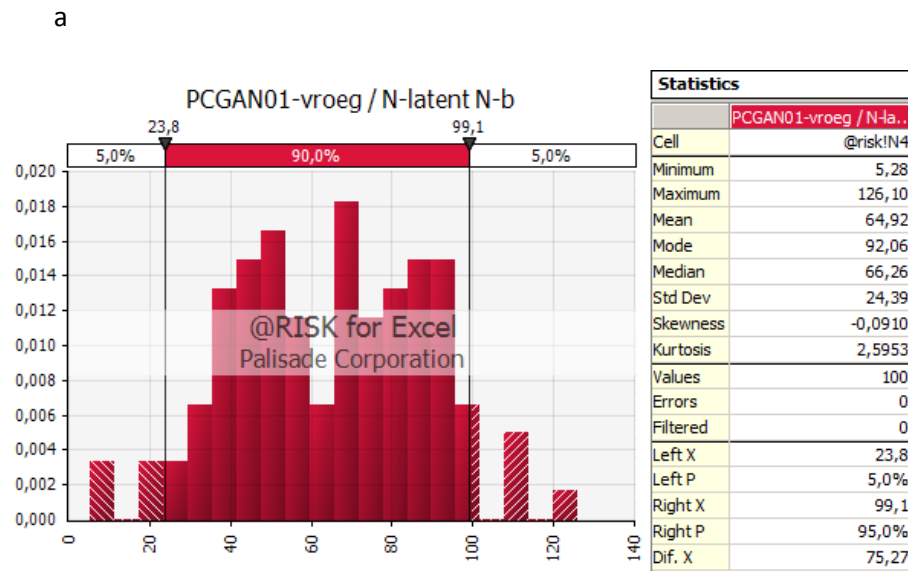
a



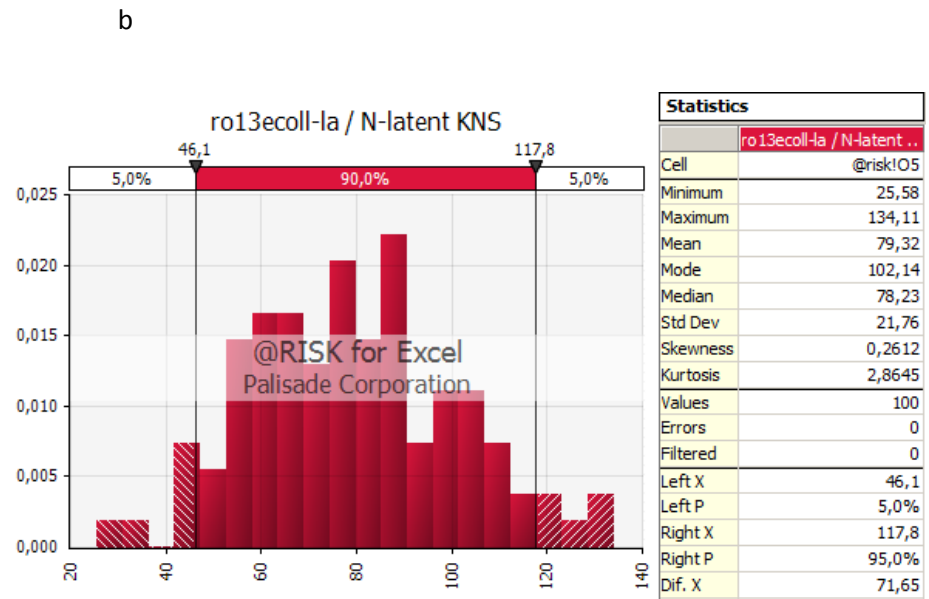
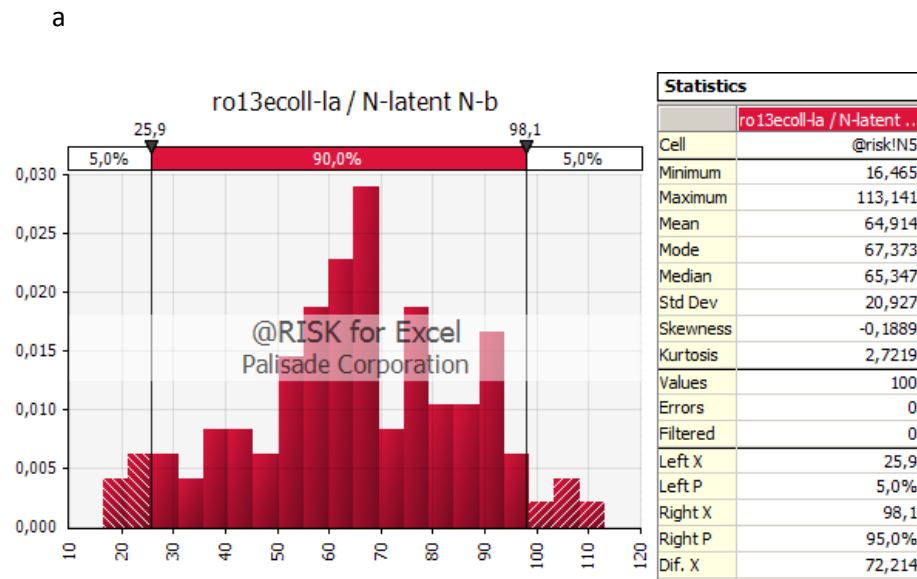
b



Figuur 13. PDFs van de residuele N-concentratie na andijvie (an13bnvr) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha^{-1} wordt voorgesteld op de x-as

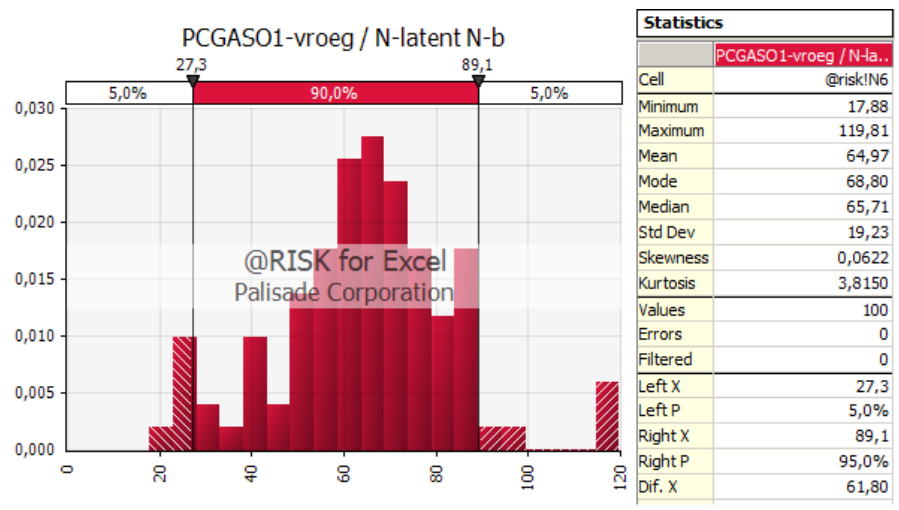


Figuur 14. PDFs van de residuele N-concentratie na andijvie (PCGAN01-vroeg) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha^{-1} wordt voorgesteld op de x-as

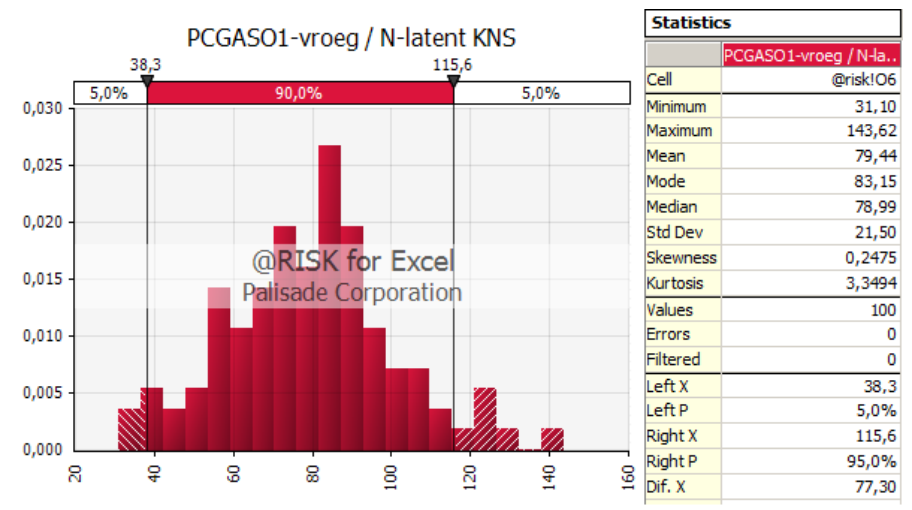


Figuur 15. PDFs van de residuele N-concentratie na alternatieve sla (ro13ecoll-la) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha^{-1} wordt voorgesteld op de x-as

a

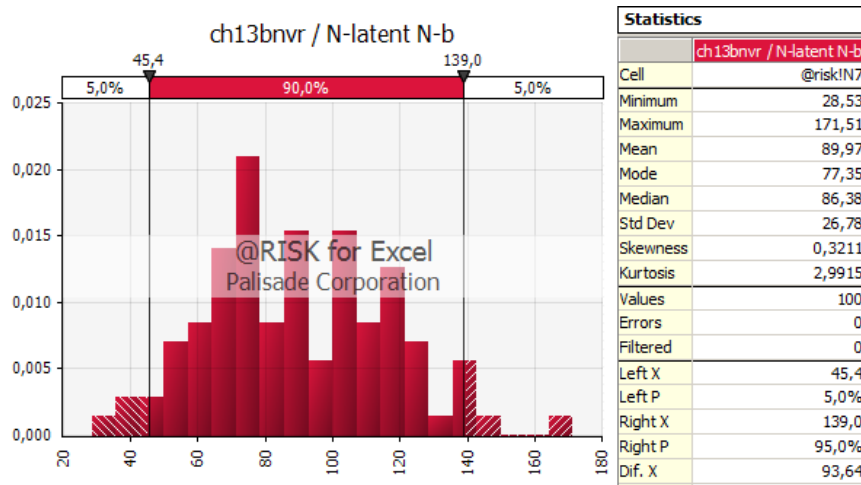


b

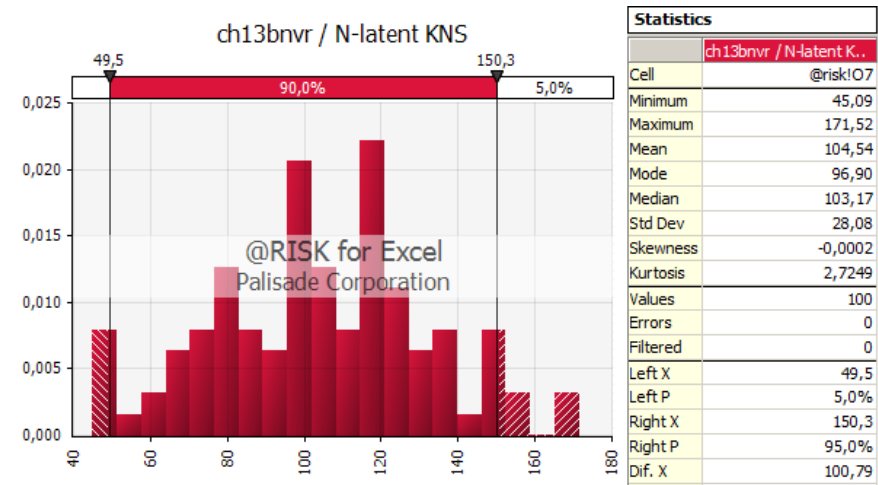


Figuur 16. PDFs van de residuele N-concentratie na alternatieve sla (PCGASO1-vroeg) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

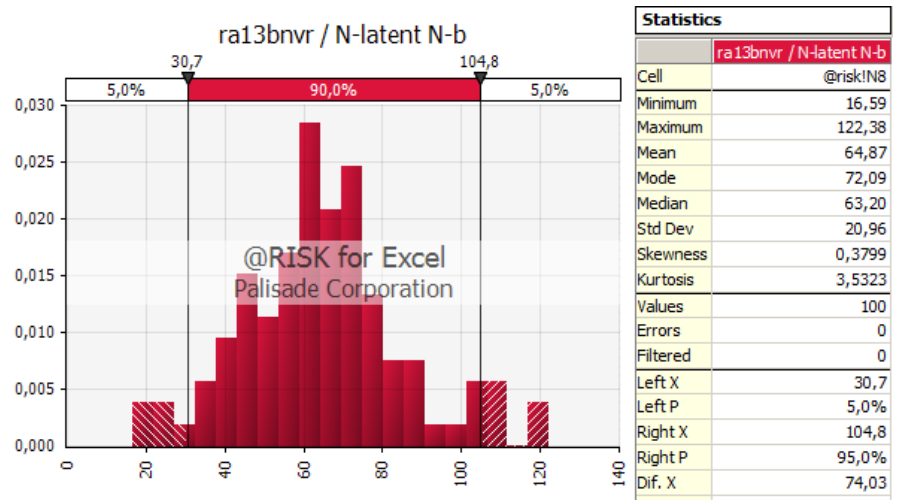


b

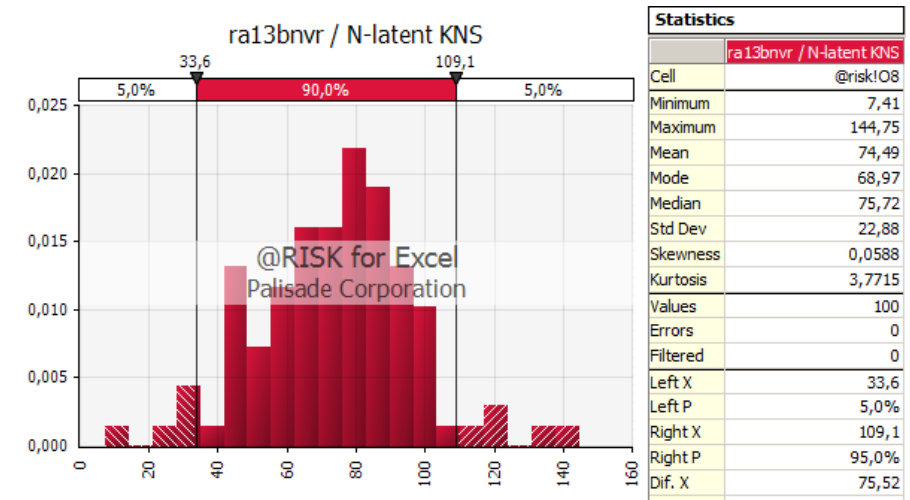


Figuur 17. PDFs van de residuele N-concentratie na Chinese kool (ch13bnvr) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

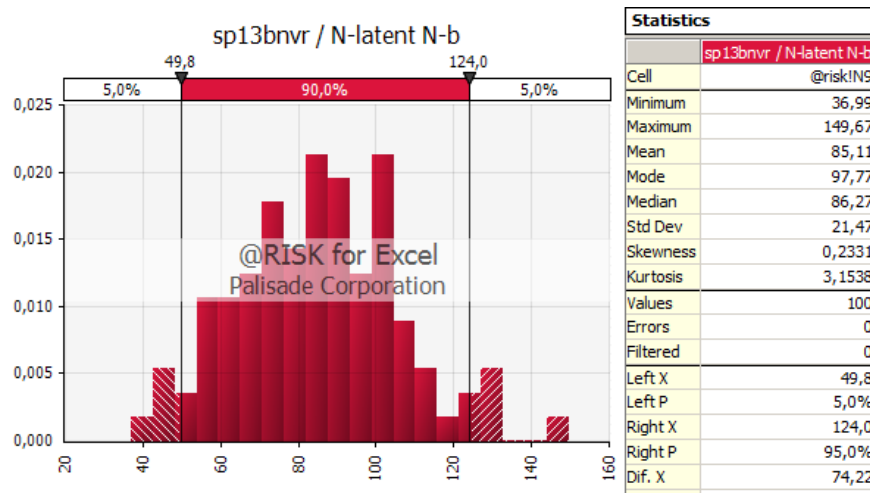


b

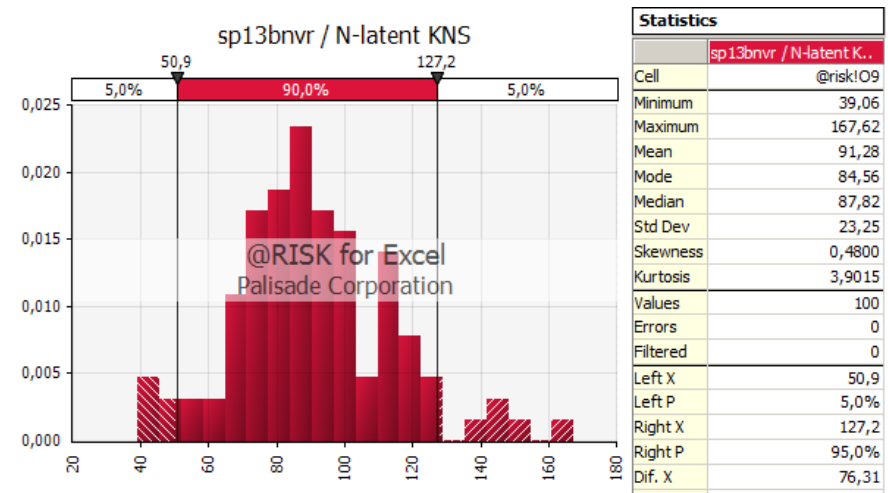


Figuur 18. PDFs van de residuele N-concentratie na radicchio (ra13bnvr) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

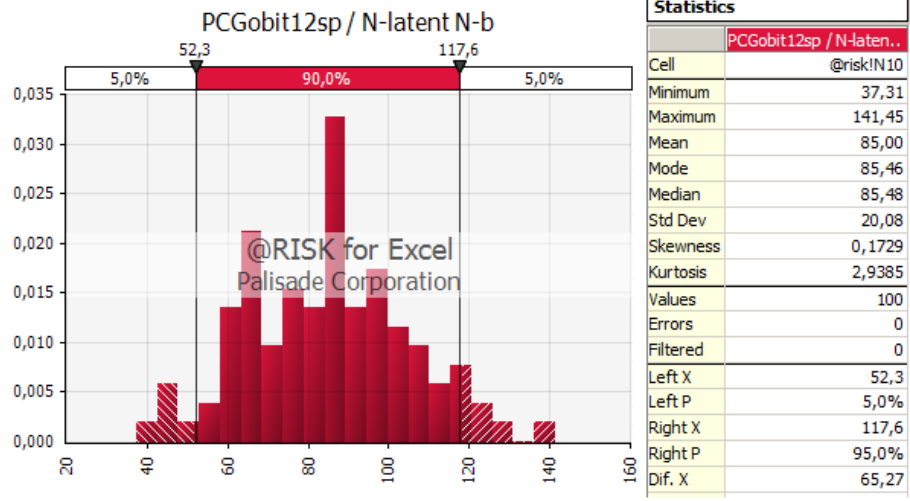


b

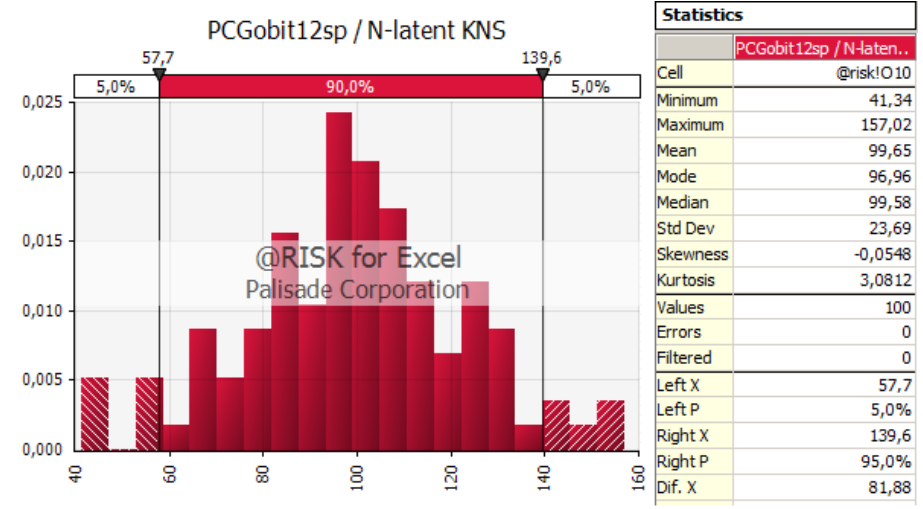


Figuur 19. PDFs van de residuele N-concentratie na spinazie (sp13bnvr) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

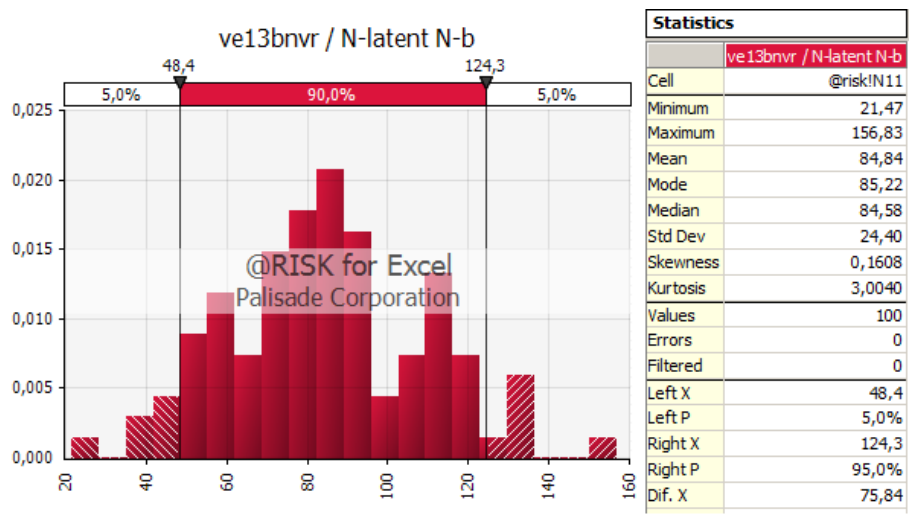


b

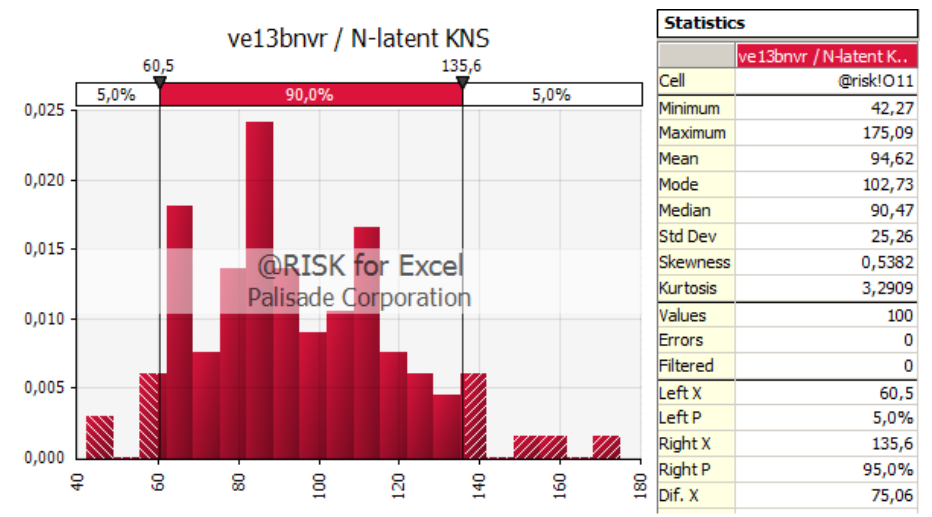


Figuur 20. PDFs van de residuele N-concentratie na spinazie (PCGobit12sp) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

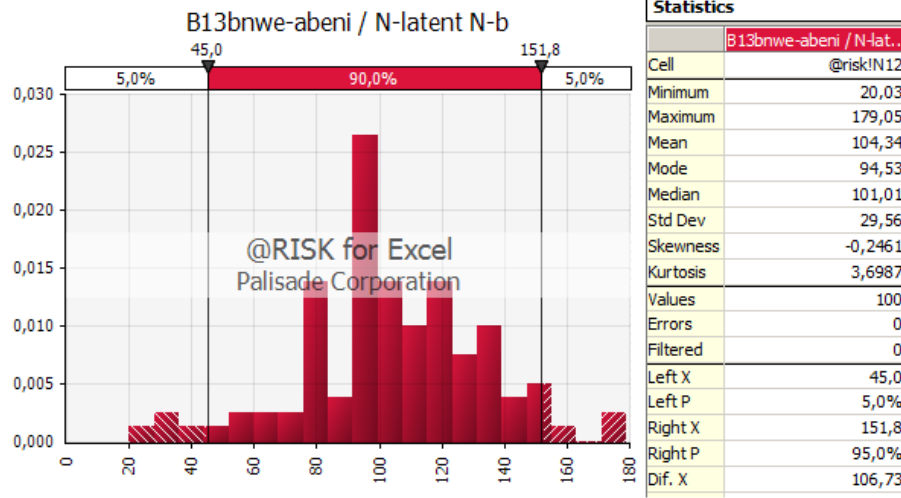


b

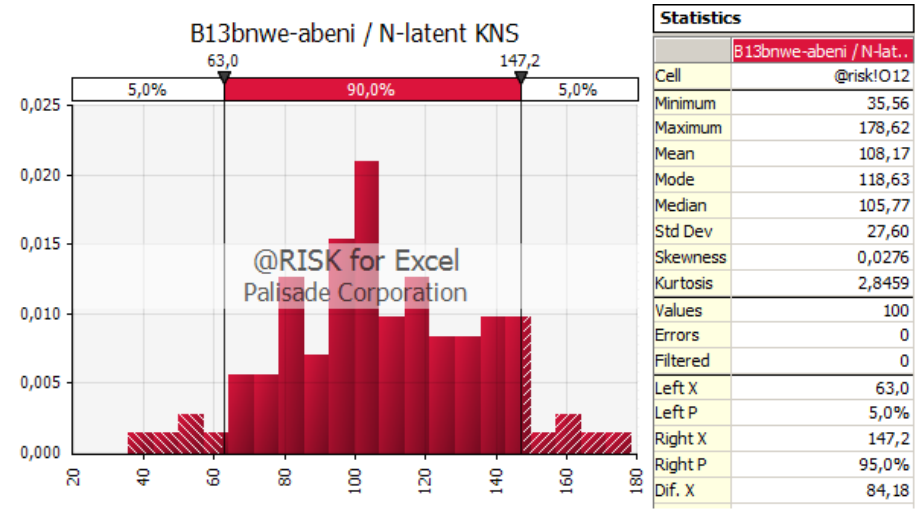


Figuur 21. PDFs van de residuele N-concentratie na venkel (ve13bnvr) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviesstelsysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a

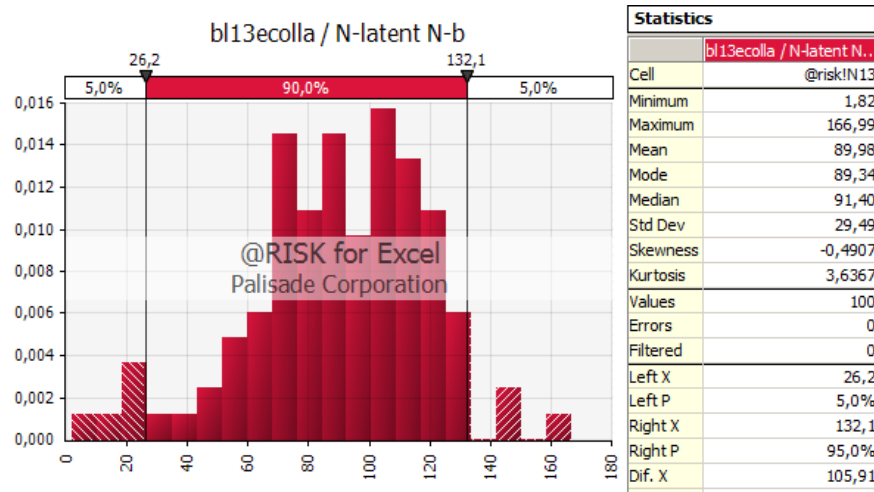


b

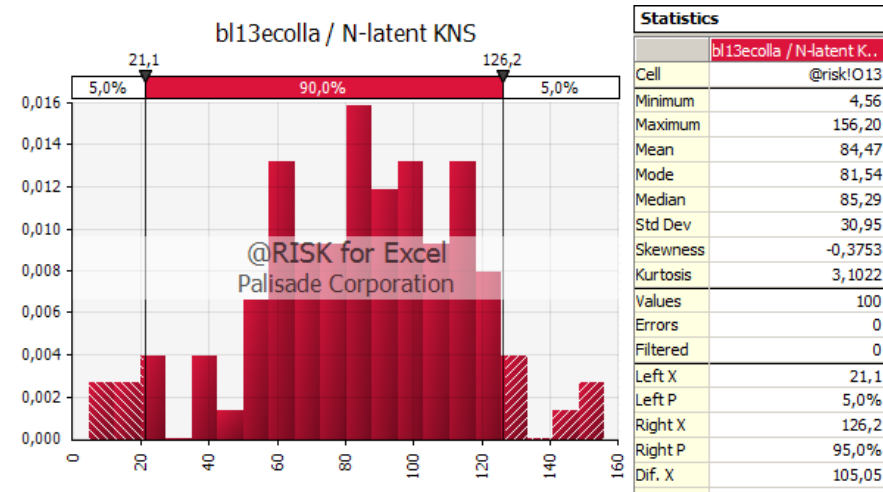


Figuur 22. PDFs van de residuele N-concentratie na bloemkool (B13bnwe-abeni) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha^{-1} wordt voorgesteld op de x-as

a

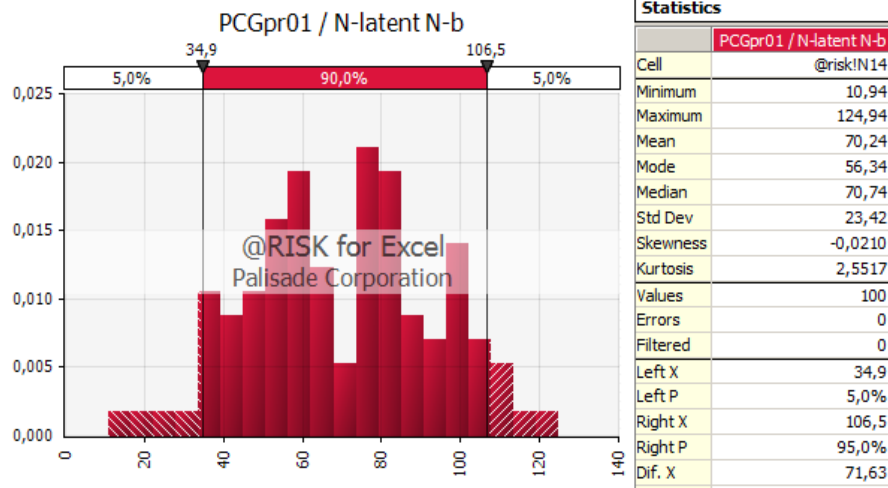


b

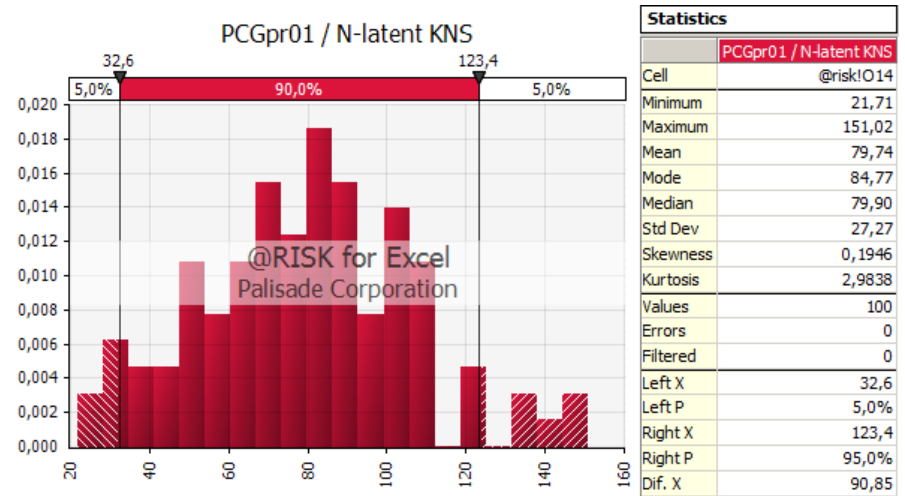


Figuur 23. PDFs van de residuele N-concentratie na bloemkool (bl13ecolla) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviesstelsysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha^{-1} wordt voorgesteld op de x-as

a

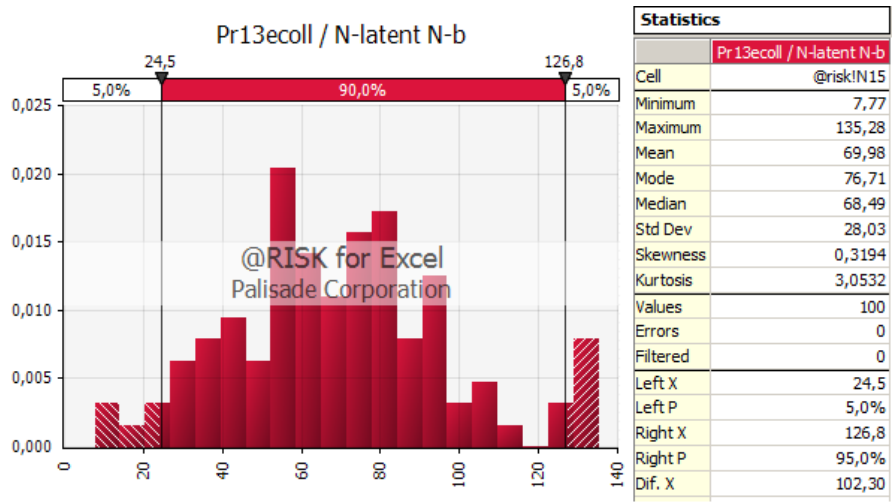


b

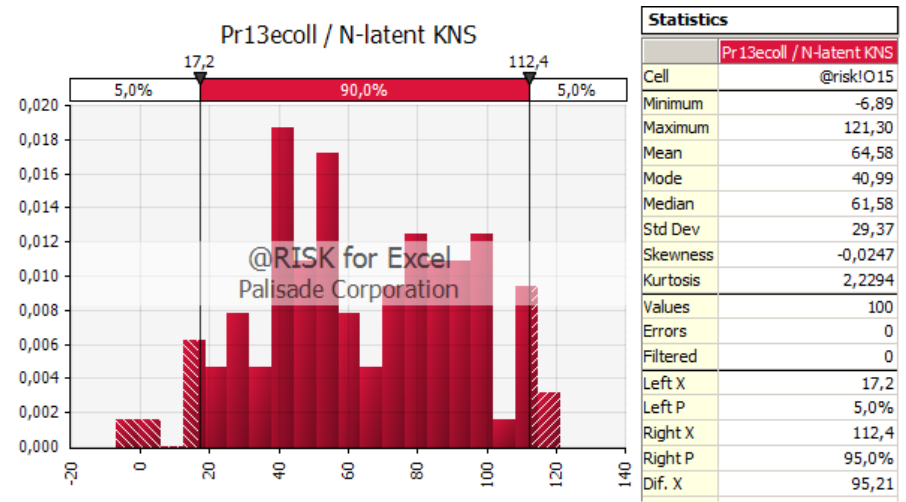


Figuur 24. PDFs van de residuele N-concentratie na prei (PCGpr01) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

a



b



Figuur 25. PDFs van de residuele N-concentratie na prei (Pr13ecoll) tot op bewortelingsdiepte volgens het a) N-balans adviessysteem en b) het KNS systeem. De residuele N-concentratie in de bodem uitgedrukt in kg N ha⁻¹ wordt voorgesteld op de x-as

Bespreking

De figuren (Figuur 13– Figuur 25) geven de probability density function weer van de gesimuleerde hoeveelheid N in het profiel na de teelt voor beide adviessystemen. Op de x-as is telkens de gesimuleerde residuele N weergegeven, terwijl de y-as de probabilliteit voorstelt. Het 90% betrouwbaarheidsinterval en de limieten wordt weergegeven bovenaan de grafiek. De mediaan is weergegeven rechts van de grafiek. In het voorbeeld voor andijvie (Figuur 13 an13bnvr) bedraagt de mediaan van de gesimuleerde residuele N n

a de teelt volgens het N-balanssysteem $64.54 \text{ kg N ha}^{-1}$, terwijl deze waarde volgens het KNS systeem $79.35 \text{ kg N ha}^{-1}$ bedraagt. Het 90% betrouwbaarheidsinterval volgens het N-balanssysteem gaat van 16.4 tot $110.2 \text{ kg N ha}^{-1}$, met een verschil (Dif. X) van $93.75 \text{ kg N ha}^{-1}$. Dit interval is voor het KNS systeem kleiner (Dif. X = $85.87 \text{ kg N ha}^{-1}$) en gaat van 33.9 tot $119.8 \text{ kg N ha}^{-1}$.

De mediaan van de gesimuleerde residuele N-concentratie in de bodem lag in de meeste gevallen onder 90 kg N ha^{-1} , behalve voor het N-balanssysteem in het geval van bloemkool (B13bnwe-abeni; Figuur 22a), en voor het KNS-systeem in het geval van Chinese kool (ch13bnvr; Figuur 17b), spinazie (PCGobit12sp, Figuur 20b), venkel (ve13bnvr; Figuur 21b) en bloemkool (B13bnwe-abeni; Figuur 22a). Echter, de residuele N in het profiel werd gesimuleerd tot op de bewortelingsdiepte, terwijl de limiet van 90 kg N ha^{-1} geldt voor het hele profiel tot 90 cm diepte. Hierdoor kan het zijn dan in de teelten die een bewortelingsdiepte kleiner dan 90 cm hadden, toch nog een overschrijding van de limiet plaatsvindt.

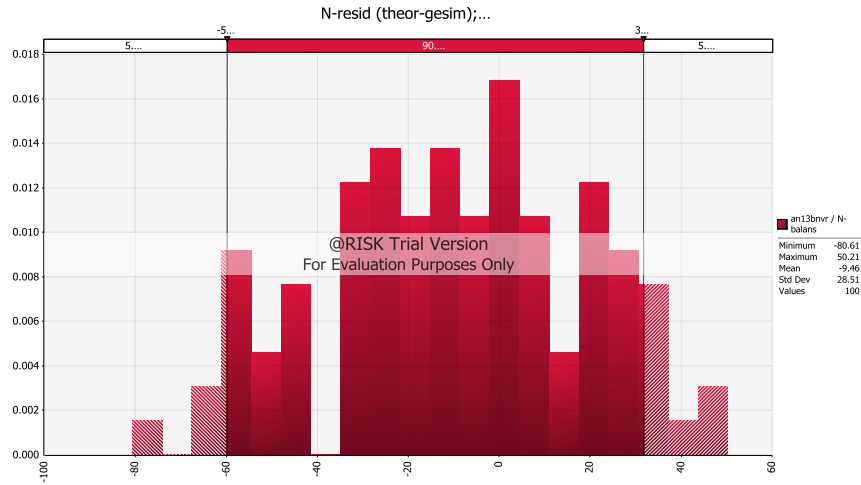
Behalve voor alternatieve sla (PCGASO1-vroeg; Figuur 16), Chinese kool (ch13bnvr; Figuur 17), radicchio (ra13bnvr; Figuur 18), spinazie (sp13bnvr, Figuur 19) en prei (Pr13ecoll, Figuur 25) was het betrouwbaarheidsinterval voor het N-balanssysteem kleiner dan voor het KNS-adviesysteem. Dit kan mogelijks verklaard worden door het feit dat in het N-balanssysteem gesimuleerd werd over de exacte teeltperiode tot aan de oogst terwijl voor het KNS-adviesysteem rekening gehouden werd met een arbitraire teeltperiode per gewas (zie luik 3).

In de meeste gevallen lag de N-dosis voor het N-balans-adviesysteem lager dan die voor het KNS-systeem (zie luik 3). Hierdoor ligt de gesimuleerde hoeveelheid residuele N in het profiel na de teelt meestal lager dan bij de gift volgens het KNS-bemestingsadviesysteem. Echter, wanneer er een gefractioneerde gift gegeven werd op basis van een tussentijdse N-concentratie bepaling, met name bij bloemkool (bl13ecolla; Figuur 23) en prei (pr13ecoll, Figuur 25), bleek het residuele N-gehalte lager te zijn volgens het KNS systeem dan volgens het N-balanssysteem. De onzekerheid die de extra N-concentratie bepaling met zich meebrengt, weegt dus niet op tegen de afgenomen onzekerheid door het minder lang in rekening brengen van een onzekere mineralisatiesnelheid.

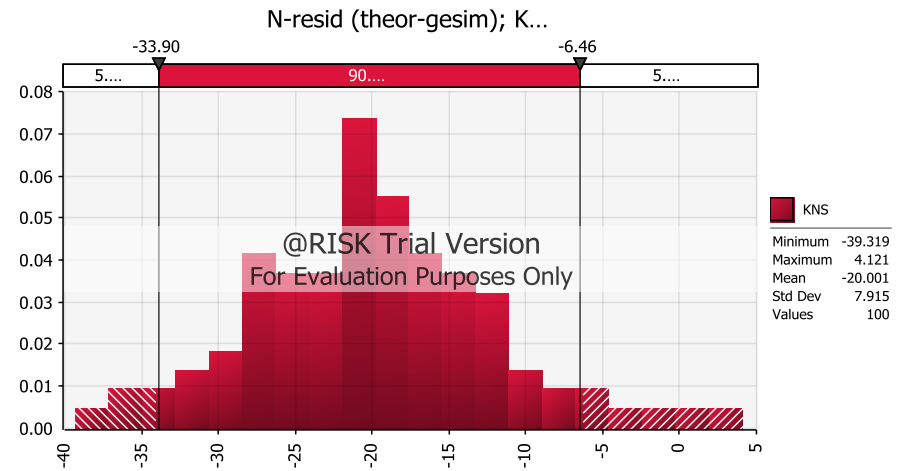
Het verschil tussen de mediaan van de gesimuleerde residuele N-concentratie en de theoretische latente N-concentratie werd berekend voor beide adviessystemen (Figuur 26). In alle gevallen was

de mediaan van de gesimuleerde N-concentratie hoger dan de theoretische latente N-hoeveelheid (luik 3). Voor het N-balanssysteem bedraagt het verschil tussen de theoretische en gesimuleerde residuele N-concentratie -9.5 (st. afw. 28.5; Figuur 26a), voor het KNS-systeem is dit verschil -20.7 (st. afw. 7.9; Figuur 26b). Dit betekent dus dat er bij beide adviessystemen meer residuele N achterblijft dan de theoretisch aangenomen latente N-hoeveelheid of dat er verliezen zijn bij de bemesting of tijdens de teelt. Hoewel de mediaan van het verschil voor het KNS-systeem lager ligt, is het 90% betrouwbaarheidsinterval kleiner dan voor het N-balanssysteem. Met het KNS-systeem bestaat er dus een kleinere onzekerheid op de residuele N-concentratie. Het risico om de drempelwaarde te overschrijden is dus enerzijds groter bij de toepassing van het KNS-systeem, maar men kan wel met een grotere zekerheid de residuele N-hoeveelheid inschatten. Het was niet mogelijk om de werkelijk gemeten residuele N- waarden te vergelijken met de gesimuleerde waarden, aangezien er in de werkelijkheid andere hoeveelheden N bemest werden dan de geadviseerde waarden volgens het KNS systeem en de N-balans.

a



b



Figuur 26. PDFs van het verschil tussen de theoretische latente N-concentratie en de gesimuleerde residuele N-concentratie volgens het a) N-balans adviesstelsysteem en b) het KNS systeem. De waarden op de x-as worden uitgedrukt in kg N ha⁻¹.

Referenties

Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw (2008). Studie VLM-project.

Burns I.G. (1974). A model predicting the redistribution of salts applied to fallow soils after excess rainfall or evaporation. *Journal of Soil Sciences*, 25, p. 165-178.

Coopman F., Callens D., De Reycke L., De Nies J. & De Rooster L. (2008). Gratis stikstof in de bodem op www.stikstofmeetnet.be. *Proeftuinnieuws* 18, 42.

Decreet houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen (2006). *Belgisch staatsblad*.

Elsen A., Tits M., Vandendriessche H. (2010). *Plantenvoeding: van bodemstaalname tot bemesting. Handboek en werkboek bij het lessenpakket*. Bodemkundige Dienst van België, België, 61 p.; 44 p.

Feller C., Fink M., Laber H., Maync A., Paschold P., Scharpf H.C., Schlaghecken J., Strohmeyer K., Weier U. & Ziegler J. (2011). Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): *Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ)*, 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.

Fink M. & Scharpf H.C. (1993). N-expert – a decision support system for vegetable fertilization in the field. *Acta Hort. (ISHS)* 339:67-74.

Geypens M., Vandendriessche H. & Bries J. (1994). Experience with a nitrogeN-INDEX expert system: a powerful tool in nitrogen recommendation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25(9-10), p. 1223-1238.

Hermans I., Elsen A. & Bries J. (2010). *Brochure Groenbemesters en nitraatresidu*. Bodemkundige dienst van België, 44p (op basis van waarden van WUR, 2005).

Hofman G. (1983). *Minerale stikstofevolucie in zandleemgronden*. Thesis Aggregaat Hoger Onderwijs. Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent, Belgium, 183 p.

Hofman G., Van Ruymbeke M., Ossemerct C. & Ide G. (1981). Nieuwe tendenzen in het formuleren van bemestingsadviezen op basis van profielonderzoek. *Landbouwtijdschrift*, 34, 905-925.

<http://www.kennisakker.nl>, geraadpleegd in januari 2014

Jaarverslag PCFruit – PAH (1996 – 1999)

Jones P. (1989). Agricultural applications of expert systems concepts. *Agricultural Systems*, 31, p.3-18.

Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL); Oberbettringer Straße 162; 73525 Schwäbisch Gmünd, Duitsland.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Außenstelle Rheinstetten-Forchheim; Kutschenweg 20; 76287 Rheinstetten, Duitsland.

LEL & LTZ, 2011. *Düngebedarf*.

Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4) (2012-2014). Studie VLM-project.

Ryckaert B. (2013). *Valorisatie agrarische nevenstromen door anaerobe vergisting*. Powerpoint presentatie. 17 januari 2014.

Schröder & van der Blok (2005). Mest- en mineralenkennis voor de praktijk: Teelt en stikstof-effect van groenbemesters. Blad 18 uit de serie Plantaardig.

Van Cleemput O., Hofman G. & Baert L. (1981). Fertilizer nitrogen balance on sandy loam with winter wheat. *Fertilizer Research*, 2, 119-126.

van der Voort, M., van der Klooster, A., van der Wekken, J., Kemp, H. & Dekker, P. (2006). Covergisting van gewasresten. Een verkennende studie naar praktische en economische haalbaarheid. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Vandendriessche H. (1995). Modelling growth and sugar accumulation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) for potential production conditions. *Dissertationes de agricultura*, nr. 291. Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, KU Leuven, België, 195 p.

Vandendriessche H., Bries J. & Geypens M. (1996). Experience with fertilizer expert systems for balanced fertilizer recommendations. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27(5-8), p. 1199-1209.

Bijlagen

Bijlage 1. Vraagstelling voor gebruik Duits cijfermateriaal



Institut für Gemüse – und Zierpflanzenbau
Großbeeren/Ertfurt – Matthias Fink
Theodor-Echtermeyer-Weg 1
D-14979 Großbeeren
Deutschland

Rumbeke,
10/05/2013

Ons kenmerk:
FC/1087/83043

Betreft:
Brauchen der grundlegende Informationen wie
beschrieben im 'Düngung im Freilandgemüsebau'.

Bijlagen: geen

Contactpersoon:
Franky Coopman

Tel 003251 27 33 45
Fax 003251 24 00 20

e-mail:
franky.coopman@inagro.be

Sehr geehrte,

Inagro ist eine Forschungsanstalt im Landwirtschaft und Gartenbau, inklusive die integrale kette stromaufwärts und stromabwärts, dabei werden auch die Berührungspunkte mit dem Natur, Umwelt und Gesellschaft examiniert.

Im Funktion das belegen und weder richtig einstellen der Umwelt von unsere Model für Pflanzenpflege-Beratung im Gartenbau, und im Hinblick auf ein breitere Anwendung von dieses Model im Gartenbau, wie vorhersehen im Aktionsprogramm 2011-2014 (Dünger Verordnung), sollte Inagro die grundlegende Informationen, wie im „Düngung im Freilandgemüsebau“ angeben gerne brauchen für die Aufwertung von dieses Model.

Anbei fragen wir um einen Erlaubnisschein um diese Daten weiter zu nutzen. Dieser Daten sollten immer mit nachdrücklicher Quellenangabe genutzt werden.

Mit Freundlichen Grüßen

Mia Demeulemeester
Deputierten Vorsitzender

inagro vzw
leperseweg 87
8800 Rumbeke
T 051 27 32 00
F 051 24 00 20
E info@inagro.be
-
www.inagro.be

Provincie West-Vlaanderen. Ondernemen het zit in ons.



Bijlage 2. Antwoord op vraagstelling voor gebruik Duits cijfermateriaal

Coopman Franky

Van: Fink, Matthias <Fink@igzev.de>
Verzonden: donderdag 30 mei 2013 15:41
Aan: Coopman Franky
CC: Van De Sande Tomas
Onderwerp: Düngung im Freilandgemüsebau - Yor letter of 10th May 2013

Dear Mrs Demeulemeester, dear Mr Coopman,

Thank you for your letter of 10th May 2013. We appreciate that you consider to use our research results for your research and extension..

We call our system the "N-Expert System". If you refer to it in your publications please cite:

Feller, C.; Fink M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.; Strohmeyer, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.
(full text link: www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf)

And

Fink, M. and Scharpf, H.C. (1993) N-EXPERT - A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR VEGETABLE FERTILIZATION IN THE FIELD. Acta Hort. (ISHS) 339:67-74
(full text link: www.igzev.de/publikationen/Fink_and_Scharpf_1993_EN.pdf)

We had a productive discussion with Tomas van de Sande and his colleagues during their visit at IGZ and we are looking forward to future cooperation.

Kind regards
Matthias Fink

Dr. Matthias Fink
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau - Großbeeren und Erfurt (IGZ)
Leibniz-Institute for Vegetable and Ornamental Crops
Theodor Echtermeyer Weg 1
14979 Großbeeren
Telefon +49 (0)33701 78355
fink@igzev.de
www.igzev.de

Bijlage 3. Inlichtingsformulier grond voor groenten (bron: Inagro)



INLICHTINGSFORMULIER GROND

FORMULIER

Code: FO_1_076D

Beschikbaar vanaf: 14/07/2014

Geldig vanaf: 14/07/2014

IDENTIFICATIE MONSTER

Datum monstername:/...../..... uur :.....

Monsternemer: klant /Inagro.....

Datum ophaling:/...../.....

Ophaler: klant / Inagro

Uw referentie:

JAAR VERZAMELAANVRAAG:

PERCEELSIDENTIFICATIE (nr):.....

Etiket 0-30

LABONR:

MONSTERNR:

GPS E: -----

GPS N: -----

*Enkel bestemd voor
monsternemer/laboratorium*

*Enkel bestemd voor
monsternemer/laboratorium*

OPDRACHTGEVER:

Klant (naam op rapport) klantnr:.....

Naam:

Straat+nr:

Postcode: Gemeente:

Tel/GSM:

E-mail :

BTW-nr:

Landbouwnr :

Facturatie (afwijkend van klant) klantnr:.....

REO - INGRO - andere:

Naam:

Straat+nr:

Postcode: Gemeente:

BTW-nr :

Rapport per e-mail

monsternemer

andere:

GEWENSTE ANALYSE / ADVIES (aankruisen)

MTR (textuur, pH, %OC)

bouwvoor (textuur, pH, % OC, P, K, Ca, Mg, Na, S)

BIJKOMENDE ELEMENTEN VOOR ANALYSE (meerprijs):

stikstofadvies (nitraat, ammonium, pH, % OC, textuur)

stikstofadvies (nitraat, ammonium, geen analyse pH en % OC: *verplicht invullen uit analyses die max. 3 jaar oud zijn*) pH: organische koolstof (%OC): textuur:

bepaling stikstofreserve (nitraat en ammonium) (zonder advies)



INLICHTINGSFORMULIER GROND

FORMULIER

Code: FO_1_076D

Beschikbaar vanaf: 14/07/2014

Geldig vanaf: 14/07/2014

MONSTERNAME: opmerkingen/problemen
standaard bemonsteringsdiepte = 30 cm/laag

TEELTGEGEVENS (invullen voor bouwvoor en stikstofadvies)

Voorafgaande teelt: Oogstdatum voorgaande teelt/...../.....

oogststren reeds ondergewerkt op moment monstername: **ja** - nee

Groenbedekker: Nee / ja (specifieer soort) :

ontwikkeling groenbedekker slecht - **matig** - goed

groenbedekker reeds ondergewerkt ? ja - nee

	Teelt 1:	Teelt 2:	Teelt 3:
Teelt	Bouwvoor en stikstof	Enkel bouwvoor	Enkel bouwvoor
Voorziene plant- of zaaidatum	Bouwvoor en stikstof	Enkel bouwvoor	Enkel bouwvoor
Cultivar	Enkel stikstof		
Voorziene oogstdatum	Enkel stikstof		

PERCEELGEGEVENS (enkel invullen voor stikstofadvies)

rijenbemesting (minder dan 6 weken geleden) : ja - **nee**

grondsoort: zand - zandleem - leem - klei

toestand perceel: **normaal** - toegerezen/verdicht

rotatie perceel: akkerbouw - groenteteelt - biologisch

gebruik perceel: stalmest - groenbedekker

indien vroegere weide, in welk jaar gescheurd ?

REEDS UITGEVOERDE ORGANISCHE BEMESTING VORIG JAAR MET MESTSAMENSTELLING EN TIJDSTIP

O.....ton/ha mestvarkensdrijfmest	8,1 of 9,2 kg N/ton	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha zeugendrijfmest	4,4 kg N/ton of	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha runderdrijfmest	4,8 kg N/ton of	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha runderstalmest	7,1 kg N/ton	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha .....		.....kg N/ton	...../...../20.....

REEDS UITGEVOERDE ORGANISCHE BEMESTING HUIDIG JAAR MET MESTSAMENSTELLING EN TIJDSTIP

O.....ton/ha mestvarkensdrijfmest	8,1 of 9,2 kg N/ton	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha zeugendrijfmest	4,4 kg N/ton of	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha runderdrijfmest	4,8 kg N/ton of	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha runderstalmest	7,1 kg N/ton	of.....kg N/ton	...../...../20.....
O.....ton/ha .....		.....kg N/ton	...../...../20.....

VOOR AKKOORD (HANDTEKENING KLANT),

Bijlage 4. Inlichtingenformulier grond voor groenten (bron: PSKW)



INVULFORMULIER BODEMSTAALNAME 2014

STAALCODE (OMCIRKELEN)

MB-GROENTEN	MB-ANDERE	CVBB-IB	CVBB-REF	CVBB-WKG
-------------	-----------	---------	----------	----------

PARAMETERS (OMCIRKELEN) **stikstof - pH - zout**

Datum staalname ____ / ____ / ____ Staalnummer: _____

KLANT 5399 LANDBOUWnr.

NAAM: Proefstation voor de Groenteteelt GSM/tel: /

Duffelsesteenweg 101

2860 Sint-Katelijne-Waver

VERZENDING RAPPORT: POST / EMAIL

EMAIL: info@proefstation.be /

Correctie? _____

PERCEELSNAAM

COORDINATEN: X : _____ Y : _____

HUIDIGETEELT:

plant- zaaidatum:

LAGEN	0-30 CM	30-60 CM	60-90 CM
-------	---------	----------	----------

Overzicht teeltplan 2014

	teelt	datum plant (maand)	oogstresten	datum oogst (maand)
	eerste teelt		JA / NEE	
	tweede teelt		JA / NEE	
	derde teelt		JA / NEE	

Organische bemesting (incl. najaar 2013): JA / NEE

Soort org. bemesting: _____ Datum toediening: ____ / ____ / ____

Dosis (ton/ha): _____

Eigen Analyse: JA / NEE indien JA: _____ kg N/ton

Toegediend kunstmest 2013:

Meststof	Band-rij?	datum	kg/ha	of in kg N/ ha
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		
	JA / NEE	/ /		

Groenbemester najaar 2013: JA / NEE Zaaidatum: ____ / ____ / ____

Groenbemester voorjaar 2014: JA / NEE Zaaidatum: ____ / ____ / ____

Soort: _____

Datum onderwerken : ____ / ____ / ____

Ontwikkeling: SLECHT / MATIG / (ZEER) GOED

Handtekening landbouwer

Ondergetekende verklaart dat de vermelde gegevens op eer gebeuren

Bijlage 5. Inlichtingenformulier grond voor groenten (bron: PCG)



Naam	
Straat + nr	
Postcode + gemeente	
Landbouwnummer	
Lidnummer PCG	
Fax	
Tel/Gsm	
E-mail	
BTW-nummer	

Vul 1 formulier in per perceel. Kruis de gepaste analyse aan. Veld- en staalnummer worden ingevuld door het PCG.

Veldnummer	Staalnummer	Diepte	Minerale stikstof	pH	EC	%C	Advies
		0 - 30 cm					Ja/nee
		30 - 60 cm					
		60 - 90 cm					

Datum ontvangst		Teelt	
Datum staalname		Plant- of zaaidatum	
Staalnemer		Voorteelt + oogstdatum	
Glas, Openlucht of Bio		N-bemesting mineraal	
Landbouwer aanwezig		Bemestingsdatum mineraal	
Perceelsnaam		N-bemesting organisch	
X-Y- coördinaten		Bemestingsdatum organisch	
Grondsoort		Geplande bemesting	
%C		Oogstresten ingeplougd? Welke?	
Laat geoogste teelt vorig jaar		Groenbemester voor deze teelt? Welke?	

Opmerkingen	
-------------	--

Factuur aan:	Staalnemer PCG	Staalnemer klant
CVBB IB		
CVBB REPPER		
CVBB WKG		
TACO		
Telersvereniging		

Factuur aan:	Staalnemer PCG	Staalnemer klant
PCA REPPER		
PCA IB		
PCA WKG		
PCA andere		
Andere		

- Aanmelden bemesting groenten
 Nitraatresiducampagne: Opvolgstalen
 Tegenstalen
 BO Water

PCG vzw - Karreweg 6 - 9770 Kruishoutem - T 09 381 86 86 - F 09 381 86 99
www.pcgroenteteelt.be - info@pcgroenteteelt.be
 BTW: 0416.682.702 - IBAN: BE87 1032 0465 3294 - BIC: NICABEBB - RPR: Oudenaarde
 FOR_2121F - Geldig vanaf 23/04/2014

Bijlage 6. Staalname-tijdstip en staalname-diepte voor vollegrondsgroenten (N-INDEX)

- STAALNAME-TIJDSTIP:

Dieptestalen voor N-INDEX-advies kunnen in principe het ganse jaar door genomen worden. Het beste tijdstip voor een stikstofonderzoek in het kader van een stikstofbemestingsadvies is echter afhankelijk van de teelt en van het tijdstip dat de stikstofbemesting zal toegepast worden of reeds werd toegepast. Daarom bestaan voorkeurperioden voor het nemen van dieptestalen in functie van de teelt.

Onderstaande tabel geeft voor een aantal teelten de periode aan waartussen een dieptestaal bij voorkeur op een representatieve wijze kan genomen worden.

Teelt	Optimale periode dieptestaalname
Graangewassen	januari - februari
Witloof	september - mei
Suikerbiet	januari - mei
Aardappelen	februari – mei
Vlas	februari – maart
Maïs	februari – mei
Laagstam fruit	februari – april
Koolzaad	januari- februari
Groenten in open lucht	Afhankelijk van de plant- of zaaidatum: bij voorkeur enkele weken voor planten of zaaien, maar ook tijdens groeiseizoen voor bemestingsadvies
Boomkwekerij	februari - mei

Na toepassing van organische mest (o.a. drijfmest) of minerale stikstofmeststoffen moet men minstens 4 weken wachten vooraleer dieptestalen voor mineraal stikstofonderzoek te nemen.

- STAALNAME-DIEPTE:

Niet voor alle teelten geldt de bemonsteringsdiepte van 90 cm (drie grondlagen). Hieronder wordt de minimaal te bemonsteren diepte weergegeven die, in de mate van het mogelijke, moet gerespecteerd worden indien een bemestingsadvies moet worden berekend:

3 lagen (0-30, 30-60,60-90 cm)

graangewassen, suikerbieten, witloof, spruitkool, schorseneren, laagstamfruit meer dan acht jaar oud

2 lagen (0-30, 30-60 cm)

vlas, maïs, aardappelen, spinazie, aardbeien, koolzaad, bonen, groenten (openlucht), laagstamfruit minder dan acht jaar oud

1 laag (0-30 cm)

boomkwekerij, groenten met een korte groeiduur zoals sla, andijvie, kervel, peterselie radijs, en veldsla.

Bijlage 7. Voorbeeld van een bemestingsadvies met N-INDEX

Ontledingsuitslag en beoordeling

Minerale stikstof van elke bodemlaag

pH en koolstofgehalte van de bovenste bodemlaag

Textuur van elke bodemlaag

Diepte (cm)	Grondsoort	Nitrische stikstof (kg N/ha)	Ammoniakale stikstof (kg N/ha)	pH-KCl	Koolstof in %
0-30	35 Lichte leem	23	7	6.0 Tamelijk laag	1.2
30-60	35 Lichte leem	18	15		
60-90	--	--	--		

N-index* (L)

149

normaal

* de N-INDEX is een maat voor de hoeveelheid beschikbare stikstof voor de teelt op dit perceel en houdt rekening met de actuele stikstofreserve, de stikstof die gedurende het groeiseizoen zal vrijkomen en de verliezen die kunnen optreden.

Bemestingsadvies voor bloemkool

Variëteit en plantdatum voor adviesberekening ifv raskenmerken en gewasontwikkeling

Fractioneringsschema wordt berekend voor teelten waar opsplitsen van totale stikstofbehoefte in deelgiften aangewezen is

Totaal stikstof-bemestingsadvies

Variëteit (zaai- of plantdatum)	Bemestingsadvies in kg N/ha	N-fractionering in kg N/ha
BAKER (15/4)	220	Voorraadbemesting: 160 Bijbemesting: 60
FORTALEIA (15/4)	202	Voorraadbemesting: 155 Bijbemesting: 47

OPMERKINGEN:

De bijbemesting toedienen 6 weken na planten.

De pH is tamelijk laag. Om de bekalkingsdosis juist te berekenen is het noodzakelijk om een

standaardgrondontleding uit te voeren.

Dit advies is gericht op een landbouwkundig optimaal rendement en KAN in tegenspraak zijn met de wettelijk toegelaten dosis op dit perceel.



BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE V.Z.W.

W. de Croylaan 48
B-3001 Haverlee
Tel.: 016 31 09 22 - Fax: 016 22 42 06
E-mail: info@bdb.be

Lefestraat 63
B-8800 Roeselare
Tel.: 051 20 54 00 - Fax: 051 20 54 20
E-mail: info@bdb.be

BNP: BE22 0015 8344 2447
KBC: BE94 7364 0303 0014
PRC: BE95 0000 49912358
B.TW.: BE 0420.415.024

INLICHTINGSFORMULIER N-INDEX

groenten

	D	D	M	M	J	J	J	J
Staalname datum:					2	0		



bodemlaag	nummer zakje (staalnemer)	ontledingsnummer labo	artikelcode
0 - 30 cm (of ... cm)	staalnemer: deze ruimte gebruiken voor uw etiketten	staalnemer: deze ruimte vrijlaten sub	
30 - 60 cm (of ... cm)	staalnemer: deze ruimte gebruiken voor uw etiketten	staalnemer: deze ruimte vrijlaten sub	
60 - 90 cm (of ... cm)	staalnemer: deze ruimte gebruiken voor uw etiketten	staalnemer: deze ruimte vrijlaten sub	

KLANTNUMMER: <input type="text"/>	Handtekening klant: <input type="text"/>
NAAM – VOORNAAM:	
ADRES:	
POSTNR: <input type="text"/>	GEMEENTE: klant aanwezig bij staalname:
landbouwnummer: <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ja (1) <input type="checkbox"/> neen (2)
TEL.:	
FAX:	TAAL: Nederlands <input type="checkbox"/>
GSM:	Frans <input type="checkbox"/>
EMAIL:	Duits <input type="checkbox"/>
BTW-nummer: <input type="text"/>	

STAALNEMER:	FACTURATIEADRES:	VOORLICHTER / DERDEN:
stamnummer: <input type="text"/>	indien niet de klant, dan invullen:	voor versturen van extra verslagen:
naam:	klantnr: <input type="text"/>	klantnr: <input type="text"/>
	naam:	naam:
	adres:	adres:

	BTW: <input type="text"/>	fax:
		email:

FACTUUR:	VERSLAG:	klant	betaler	staalnemer	voortlichter
volgens bestelbon: <input type="text"/>	nr:	post			
reeds gefactureerd: <input type="text"/>	nr:	fax:			
betaling cash: <input type="text"/>		email:			

STAALNAME VOLGENS CONTRACT:

Perceelsgegevens

perceelsnaam (DRUKLETTERS):		.....								
ligging perceel (postnr en gemeente) (indien afwijkend van woonplaats klant)		.....								
Landbouwnr doorsturen VLM, indien niet klant.											
registratienummer perceel:		jaar:				perceelsnummer:					

Bodemeigenschappen

Polder	1		Zandleem	6	
Klei	2		Lichte zandleem	7	
Zeer zware leem of leem met vaste structuur	3		Lemig zand	8	
Zware leem	4		Zand	9	
Normale leem	5		Kalkgrond	10	

veengrond vanaf een diepte van: ... cm			kalkhoudend vanaf een diepte van: ... cm		
--	--	--	--	--	--

% stenen	1	0%	2	1-10%	3	10-25%	4	25-50%	5	+50%
0-30 cm										
30-60 cm										
60-90 cm										

vochtigheidsgraad:	1	zeer droog	
	2	normaal	
	3	zeer vochtig	





Voorgeschiedenis perceel

Bekalking (laatste 2 jaar)

Datum bekalking:

M	M	J	J	J	J
		2	0		

 Soort:

Bietenschuim	1	
Karbonaatkalk	2	
Levende kalk	3	
Papierschuim	4	

Dosis bekalking: kg/ha

Gescheurde weide (laatste 10 jaar)

Indien vroeger weide, wanneer werd zij gescheurd?




M	M	J	J	J	J

Voorteelt

Naam	code	oogstdatum						Indien voorteelt grasland	
		M	M	J	J	J	J	Aantal jaren gras geweest	Aantal jaren
				2	0				

Werden de oogstresten ingeplougd voor deze teelt?

Hoever?

veel	1	
normaal	2	
weinig	3	

Indien stro werd ingeplougd, werd er dan een N-bemesting op het stro gegeven?

Hoever? kg N/ha

Bodemgesteldheid

Hoe gebeurde het PLOEGEN voor deze teelt?

in goede omstandigheden	1	
in natte omstandigheden	2	
moet nog gebeuren	3	
teelt zonder ploegen	4	



0382



0383



0384

Huidige toestand van de grond?

goed kruimelig	1	
te vast	2	



0402

Teelt

1. Voor welke groenten wordt er een advies gevraagd?

--	--	--

.....

2. Variëteit (DRUKLETTERS)	zaai-/plantdatum				oogstdatum				huidig uitzicht										
	D	D	M	M	J	J	J	J	D	D	M	M	J	J	J	J	1	2	3
					2	0							2	0					
					2	0							2	0					
					2	0							2	0					
					2	0							2	0					
					2	0							2	0					

3. Wordt deze teelt geïrrigeerd?

ja	1	
nee	2	



0731

Opmerkingen:

Bemesting

1. Werd er reeds stikstof toegediend bij het zaaien?

Hoeveel? kg N/ha

Band- of rijenbemesting?

ja	
----	--

2. Werd er later nog stikstof gegeven?

Hoeveel? kg N/ha

Wanneer?

D	D	M	M	J	J	J	J
				2	0		

3. Werd er reeds organische bemesting toegediend?

ja 1



nee 3

Zal er nog organische bemesting worden toegediend?

ja 2



Welke?

	totale N (kg N/1000 kg)	dosis (kg/ha)	datum				dosis (kg/ha)	datum						
			M	M	J	J		J	J	M	M	J	J	J	J
runderstalmest	16				2	0				2	0			
runderdrijfmest	3				2	0				2	0			
kalverendrijfmest	5				2	0				2	0			
varkensstalmest	17				2	0				2	0			
vleesvarkensdrijfmest	7				2	0				2	0			
zeugendrijfmest	9				2	0				2	0			
slachtkuikmest	15				2	0				2	0			
leghennenmest	40				2	0				2	0			
kalkoenmest	31				2	0				2	0			
legkippendrijfmest	11				2	0				2	0			
GFT-compost	60				2	0				2	0			
groencompost	61				2	0				2	0			
slib (vloeibaar)	70				2	0				2	0			
slib (vast)	71				2	0				2	0			
vinasse	81				2	0				2	0			
.....	..													

Groenbemesters

Werd er een groenbemester gezaaid voor deze teelt?

mosterd	016	
raaigras	044	
bladrammenas	162	
wikken	041	

phacela	403	
klaver	039	
snijrogge	405	
.....	901	

Hoe was deze groenbemester ontwikkeld?

slecht	1	<input type="checkbox"/>
<u>normaal</u>	2	<input type="checkbox"/>
goed	3	<input type="checkbox"/>



Werd er N toegediend aan de groenbemester?

Hoeveel? kg N/ha

Wanneer?

D	D	M	M	J	J	J	J
				2	0		



Wordt van het raaigras nog een snede gemaaid?

Ja Neen

Andere analyses op dit perceel

N-index vorig jaar (ontledingsnummer):

N

EVANIR vorig jaar (ontledingsnummer):

N

standaardgrondontleding vandaag (zakjesnummer):

De door u overgemaakte gegevens dienen voor verdere verwerking en marketing en worden in een bestand opgenomen van de Bodemkundige Dienst van België. Ingevolge de wet op de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van 8/12/92 heeft u het recht om deze gegevens in te kijken en te verbeteren.

Bijlage 9. N-opname voor enkele belangrijke vollegrondsgroenten (in kg N/ha) (N-INDEX)

PREI

dagen	N-opname prei				
	zomer	herfst vroeg	herfst laat	winter	zeer vroeg
0	0	0	0	0	0
7	5	5	5	5	5
14	10	10	10	10	10
21	20	20	20	20	20
28	30	30	30	30	30
35	50	45	45	45	40
42	70	60	60	60	50
49	90	80	75	75	55
56	110	100	95	85	60
63	140	120	115	95	65
70	170	140	135	105	70
77	190	160	155	115	75
84	205	180	170	120	75
91	215	195	185	125	75
98	220	205	200	130	75
105	225	215	210	135	75
112		220	212.5	140	75
119		225	215	140	75
126			220	145	75
133			220	145	75
140			225	150	80
147			225	150	85
154				150	90
161				150	95
168				150	100
175				150	110
182				150	120
189				150	130
196				150	140
203				150	155
210				150	170
217				150	185
224				150	200
231				155	210
238				160	215
245				170	220
252				180	225
259				195	225

266	210
273	220
280	225
287	225

BLOEMKOOL

dagen	N-opname bloemkool				
	weeuwen	vroege	zomer	herfst	winter
0	0	0	0	0	0
7	5	5	5	5	5
14	10	10	10	10	10
21	25	25	25	25	20
28	40	40	40	40	30
35	60	60	60	65	45
42	90	90	90	95	60
49	130	130	130	125	75
56	170	170	170	155	90
63	210	210	210	185	100
70	240	240	240	210	110
77	250	250	250	230	120
84				240	130
91				250	135
98					140
105					145
112					150
119					150
126					150
133					150
140					150
147					150
154					150
161					150
168					150
175					150
182					150
189					150
196					155
203					160
210					165
217					170
224					175
231					185
238					195
245					205

252
259
266
273
280
287

215
225
235
240
245
250

RODE KOOL

dagen	N-opname rode kool		
	vroeg	herfst	bewaar
0	0	0	0
7	5	5	5
14	10	10	10
21	20	20	20
28	30	30	30
35	50	40	40
42	70	50	50
49	90	70	70
56	110	90	90
63	130	110	110
70	150	130	130
77	170	150	150
84	190	170	170
91	210	190	190
98	230	200	210
105	240	210	220
112	250	220	230
119		230	235
126		235	240
133		240	240
140		240	245
147		245	245
154		245	250
161		250	250
168		250	

GROENE KOOL

dagen	N-opname groene kool		
	vroeg	herfst	bewaar
0	0	0	0
7	5	5	5
14	10	10	10
21	20	20	20
28	30	30	30
35	50	40	40
42	70	50	50
49	90	70	70
56	110	90	90
63	130	110	110
70	150	130	130
77	170	150	150
84	190	170	170
91	210	190	190
98	230	200	210
105	240	210	220
112	250	220	230
119		230	235
126		235	240
133		240	240
140		240	245
147		245	245
154		245	250
161		250	250
168		250	250
175			250
182			250
189			250
196			250
203			250
210			250
217			250
224			250
231			250
238			250
245			250

WITTE KOOL

dagen	N-opname witte kool	
	herfst	bewaar
0	0	0
7	5	5
14	10	10
21	20	20
28	30	30
35	50	40
42	70	50
49	90	70
56	110	90
63	130	110
70	150	130
77	170	150
84	190	170
91	210	190
98	230	200
105	240	210
112	250	220
119		230
126		235
133		240
140		240
147		245
154		245
161		250
168		250

BROCCOLI

dagen	N-opname broccoli		
	vroeg	zomer	herfst
0	0	0	0
7	5	5	5
14	10	10	10
21	25	25	25
28	40	40	40
35	60	60	60
42	90	90	90
49	130	130	130
56	170	170	170
63	210	210	210
70	240	240	240

77 250 250 250

SAVVOIKOOL

dagen	N-opname savooikool		
	vroeg	herfst	bewaar
0	0	0	0
7	5	5	5
14	10	10	10
21	25	25	25
28	40	40	40
35	60	60	60
42	90	90	90
49	130	130	130
56	170	170	170
63	210	210	210
70	240	240	240
77	250	250	250

BLADSELDER/BLEEKSELDER

dagen	N-opname	
	bladselder/bleekselder	
	vroeg	normaal
0	0	0
7	5	5
14	10	10
21	25	25
28	40	40
35	60	60
42	90	90
49	130	130
56	170	170
63	210	210
70	240	240
77	250	250

KNOLSELDER

dagen	N-opname	
	knolselder	
	vroeg	normaal
0	0	0
7	5	5
14	10	10
21	25	25
28	40	40
35	55	55
42	70	70
49	85	85
56	100	100
63	115	115
70	130	130
77	145	145
84	155	155
91	165	165
98	175	175
105	180	180
112	185	185
119	190	190
126	195	195
133	197	197
140	200	200

INLICHTINGSFORMULIER KEMA

Datum aankomst:	Labonr.																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>D</td><td>D</td><td>M</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>J</td><td>J</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>0</td><td></td><td></td> </tr> </table> Staalnamedatum:	D	D	M	M	J	J	J	J					2	0			Staalnr.
D	D	M	M	J	J	J	J										
				2	0												
KLANTNUMMER:																	
NAAM:																	
ADRES:																	
POSTNR/GEMEENTE:																	
TEL.:																	
FAX:																	
GSM:																	
E-MAIL:																	
BTW-nummer:																	
landbouwnr :																	







STAALNEMER:	FACTURATIEADRES (indien niet klant):	VOORLICHTER:
stamnr:	klantnr:	klantnr:
naam: .....	.....	.....
.....
<input type="checkbox"/> staal is enkel afgehaald	BTWnr: .....	.....

VERBLAG:	Staat	betaler	staal	voort.
Post:				
Fax:				
E-mail:				

FACTUUR:
SUBSIDIEVERLENER:
bestelbon nr:
contract nr:

AANVRAAG ANALYSES:	
Pakket KEMA (p.c.v., in afwachting op de resultaten, in afwachting van de analyse)	
<input type="checkbox"/> Los staal	40046
<input type="checkbox"/> Nieuw contract	40047
<input type="checkbox"/> Lopend contract	40048

Bijkomende bepalingen	
...	
...	
...	

Benaming:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Onder glas</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Open lucht</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> </table>	Onder glas	1		Open lucht	2		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: right;">0051</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: right;">0052</td> </tr> </table>		0051		0052
Onder glas	1											
Open lucht	2											
	0051											
	0052											
registratie jaar:	volgnr:											

1. Voor welke teelt dient het advies gegeven te worden?

teelt:

plant- of zaaidatum : .. / .. / ..

variëteit :

enkel voor tomaten: hoeveelste tros in bloei: ..

specifieke bemerkingen:

getopt? ja



Q111

nee



Q112

Voorteeft (enkel in te vullen indien nog niet geoogst):

teelt:

plant- of zaaidatum : .. / .. / ..

2. Wijze van water geven:

druppelbevloeiing	3	
beregening	4	
andere	5	



Q143



Q144



Q145

3. Vloeibare bijbemesting:

Advies voor vloeibare bijbemesting?:

ja



Q151

nee



Q152

Indien ja, nr. O.W.: V.....

Wijze van vloeibare bijbemesting:

zonder EC-regeling	1	
EC-regeling, enkele bak	2	
EC-regeling, A- en B-bak	3	



Q171



Q172



Q173

4. Laatste bekalking (Indien minder dan 12 maanden geleden):

datum : .. / .. / ..

dosis: .. kg zbw per are

soort : ..

5. Spoelen:

nog te spoelen	1	
reeds gespoeld	2	
reeds begonnen met spoelen	3	
wordt zeker niet gespoeld	4	
wordt gespoeld	5	



Q211



Q212



Q213



Q214



Q215

In geval 1 of 3, geef aan hoeveel m²/are nog zal gespoeld worden: ...

6. Organische bemesting:

nog te geven	1	
reeds gegeven	2	
wordt niet gegeven	3	



Q231



Q232



Q233

In geval 1 of 2:

datum : .. / .. / ..

dosis: .. kg/are

soort : ..

Bodemkundige Dienst van België (BDB)

N-bemestingsadviezen volgens N-indexmethode

In hoofdstuk 2.1 is de opbouw van het expertsysteem N-index in detail besproken. Voor de akkerbouwteelten worden regelmatig overzichten gepubliceerd over de spreiding van de stikstofbemestingsadviezen in relatie tot onder andere de voorgeschiedenis van het perceel. Het laatste uitgebreid overzicht kan geraadpleegd worden in “Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011)” : Maes S., Elsen A., Tits M., Boon W., Bries J., Vogels N., Vandendriessche H., Bodemkundige Dienst van België, 198 p.

De resultaten van de onderzoeken op de percelen met vollegrondsgroenten worden tot nu toe niet opgenomen in deze overzichten omdat voor deze teelten er een veel grotere spreiding is in staalnameperiode. Er worden namelijk zeer veel stalen genomen tijdens het groeiseizoen van de groenten om een gedetailleerd stikstofbijbemestingsadvies op te stellen.

Hierna wordt voor het jaar 2013 een statistisch overzicht gegeven van de N-bemestingsadviezen voor twee belangrijke groenten met name bloemkool en prei.

Overzicht N-bemestingsadviezen 2013 voor bloemkool:

Tabel 1 geeft voor de bemonsterde bloemkoolpercelen het totale N-bemestingsadvies voor de resterende groeiperiode. Voor staalnames voor het planten betreft dit het advies voor zowel de voorraadbemesting als de bijbemesting. Het merendeel van de adviezen boven de 150 kg N/ha betreft dergelijke staalnames.

Voor staalnames tijdens de teelt betreft het dus uitsluitend een advies voor de bijbemesting. Deze wordt in regel geadviseerd om een zestal weken na planten toe te dienen. Het merendeel van de staalnames zijn dan ook uitgevoerd in die periode. Op 32 procent van de bemonsterde percelen werd geen bijbemesting geadviseerd. Op deze percelen gaf de N-index aan dat de verwachte N-levering door het perceel, met name de actuele reserve in de bewortelbare bodemlagen aangevuld met de verwachte N-mineralisatie, op een hoger niveau lag dan de resterende N-behoefte van het bloemkoolgewas.

Tabel 1: Procentuele verdeling van de N-bemestingsadviezen volgens N-index voor de teelt van bloemkool, staalnameperiode 2013, Analyses Bodemkundige Dienst van België

Percentage percelen per klasse N-advies: Bloemkool

Overzicht geadviseerde N-gift	% Percelen
0 kgN/ha	32
1-50 kgN/ha	10
51-100 kgN/ha	9
101-150 kgN/ha	7
151-200 kgN/ha	14
201-225 kgN/ha	23
>225 kgN/ha	5

Tabel 2 geeft voor dezelfde percelen de relatie tussen enerzijds de nitraatvoorraad in de bodem en anderzijds de bijhorende N-index en N-bemestingsadvies. Vierendertig % van de bemonsterde percelen heeft op moment van staalname een nitraatvoorraad in de bodemlaag van 0-60 cm lager van 50 kg N/ha. Gemiddeld zat er 12 kg N/ha in de bovenste bodemlaag en 11 kg N/ha in de tweede bodemlaag. De N-index welke rekening houdt met de verwachte stikstofmineralisatie bedroeg gemiddeld 129 en het bijhorende N-bemestingsadvies bedroeg gemiddeld 205 kg N/ha. Het gemiddeld koolstofgehalte van deze groep percelen bedroeg 1.22 % C. Deze percelen hebben met andere woorden een zeer lage N-reserve en een beperkte verwachte N-mineralisatie zodat gemiddeld hoge N-adviezen worden berekend.

Op 11 % van de onderzochte percelen bedroeg de actuele nitraatvoorraad meer dan 300 kg N/ha. Op het merendeel van deze percelen gaat de bloemkoolteelt niet meer in staat zijn om al de beschikbare nitraatstikstof op te nemen en een N-arm profiel na te laten na de oogst van het gewas.

Uit deze tabel is ook goed af te leiden dat het koolstofgehalte van de bouwlaag slechts 1 factor is in de N-index, de lage adviezen gaan niet steeds samen met hoge koolstofgehaltenes en omgekeerd. De actuele nitraatreserve en de nog te verwachten stikstofmineralisatie worden immers ook sterk meebepaald door de recente voorgeschiedenis van het perceel.

Tabel 2: Procentuele verdeling van de N-bemestingsadviezen volgens N-index voor de teelt van bloemkool, opdeling volgens nitraatvoorraad in kg N/ha in de bodemlaag van 0-60 cm, staalnameperiode 2013, Analyses Bodemkundige Dienst van België.

Percentage percelen per klasse nitraatvoorraad van 0-60cm en bijhorend advies: Bloemkool

% Percelen	Nitraat-N in bodem			N-index	Advies (kg N/ha)	%C
	0-60 cm	0-30 cm	30-60 cm			
34	< 50	12	11	129	205	1.22
14	50-100	44	30	197	149	1.18
23	100-200	99	51	304	58	1.21
19	200-300	168	76	412	8	1.18
11	>300	264	141	589	0	1.35

Bodemkundige Dienst van België, adviezen 2013

Overzicht N-bemestingsadviezen 2013 voor Prei:

Tabel 3 geeft voor de bemonsterde preipercelen het totale N-bemestingsadvies voor de resterende groeiperiode. Voor staalnames voor het planten betreft dit het advies voor zowel de voorraadbemesting als de bijbemestingen. Het merendeel van de adviezen boven de 150 kg N/ha, ongeveer 26% van de percelen, betreft dergelijke staalnames. Op 43 % van de percelen werd geen bijbemesting geadviseerd.

Tabel 3: Procentuele verdeling van de N-bemestingsadviezen volgens N-index voor de teelt van bloemkool, staalnameperiode 2013, Analyses Bodemkundige Dienst van België.

Percentage percelen per klasse N-advies: Prei

Overzicht geadviseerde N-gift	% Percelen
0 kgN/ha	43
1-50 kgN/ha	11
51-100 kgN/ha	14
101-150 kgN/ha	7
151-200 kgN/ha	11
201-225 kgN/ha	15
>225 kgN/ha	0

Bodemkundige Dienst van België, adviezen 2013

Tabel 4 geeft voor de onderzochte preipercelen de relatie tussen enerzijds de nitraatvoorraad in de bodem en anderzijds de bijhorende N-index en N-bemestingsadvies. Tweeëntwintig % van de bemonsterde percelen heeft op moment van staalname een nitraatvoorraad in de bodemlaag van 0-60 cm lager van 50 kg N/ha. Gemiddeld zat er 13 kg N/ha in de bovenste bodemlaag en 12 kg N/ha in de tweede bodemlaag. De N-index welke rekening houdt met de verwachte stikstofmineralisatie bedroeg gemiddeld 132 en het bijhorende N-bemestingsadvies bedroeg gemiddeld 195 kg N/ha. Het gemiddeld koolstofgehalte van deze groep percelen bedroeg 1.20 % C. Deze percelen hebben met andere woorden een zeer lage N-reserve en een beperkte verwachte N-mineralisatie zodat gemiddeld hoge N-adviezen worden berekend.

Op 17 % van de onderzochte percelen bedroeg de actuele nitraatvoorraad meer dan 300 kg N/ha. Op het merendeel van deze percelen gaat de preiteelt niet meer in staat zijn om al de beschikbare nitraatstikstof op te nemen en een N-arm profiel na te laten na de oogst van het gewas.

Tabel 4: Procentuele verdeling van de N-bemestingsadviezen volgens N-index voor de teelt van prei, opdeling volgens nitraatvoorraad in kg N/ha in de bodemlaag van 0-60 cm, staalnameperiode 2013, Analyses Bodemkundige Dienst van België.

Percentage percelen per klasse nitraatvoorraad van 0-60cm en bijhorend advies: Prei

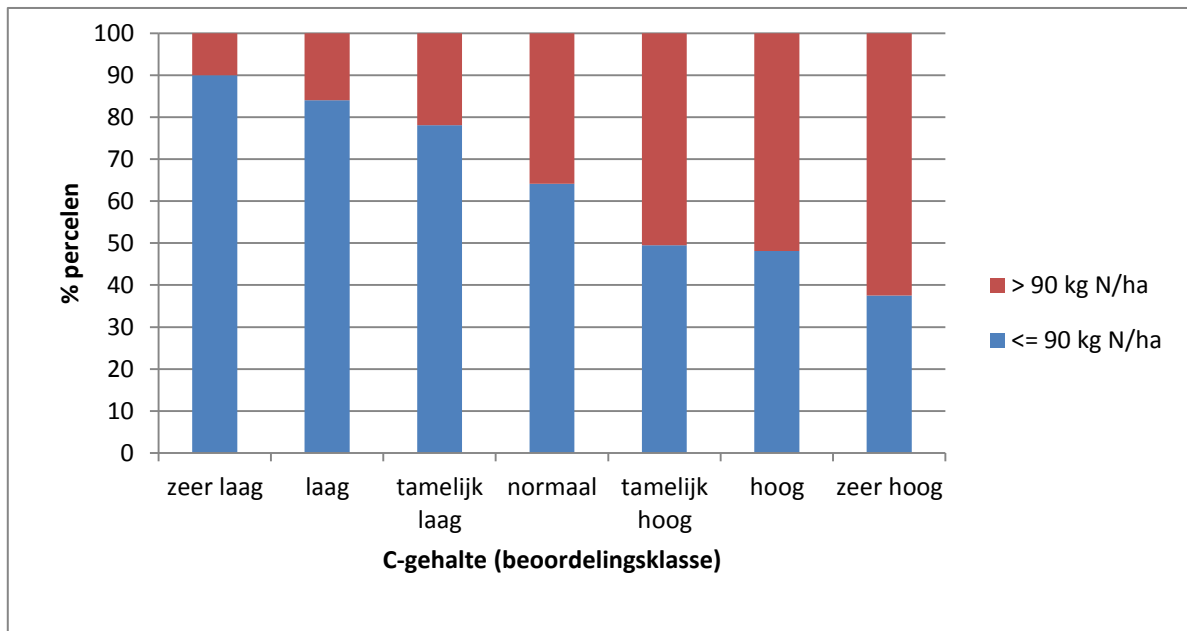
% Percelen	Nitraat-N in bodem			N-index	Advies (kg N/ha)	%C
	0-60 cm	0-30 cm	30-60 cm			
22	50	13	12	132	195	1.20
11	50-100	40	34	201	135	1.18
29	100-200	93	57	309	54	1.17
21	200-300	155	88	404	6	1.22
17	>300	235	171	600	0	1.17

Bodemkundige Dienst van België, adviezen 2013

Uit deze tabel is ook goed af te leiden dat het koolstofgehalte van de bouwlaag slechts 1 factor is in de N-index, de lage adviezen gaan niet steeds samen met hoge koolstofgehaltenes en omgekeerd. De actuele nitraatreserve en de nog te verwachten stikstofmineralisatie worden immers ook sterk meebepaald door de recente voorgeschiedenis van het perceel.

Anderzijds mag het belang van de voorraad aan organische koolstof en hieraan gekoppeld ook de voorraad aan organische stikstof op de totale stikstofmineralisatie van het perceel niet worden

onderschat. Figuur 1 toont dit duidelijk aan, naarmate het koolstofgehalte van het perceel op een hoger niveau ligt neemt het risico op een hoger nitraatresidu in het najaar sterk toe. Het komt er dan ook op aan om in de bemestingsadviesgeving terdege rekening te houden met de verwachte stikstofmineralisatie vanuit de organische stof van de bouwlaag.



Figuur 1: Procentuele verdeling van de akkerbouwpercelen met een nitraatresidu lager dan 90 kg N/ha in functie van het koolstofgehalte van de bouwlaag, staalnames Bodemkundige Dienst van België in de periode 1/10/2011 tot en met 15/11/2011.

Inagro

Onderhavig document bevat een overzicht van de bemestingsadviezen voor de teelten prei en bloemkool in 2013, geformuleerd door Inagro. Deze cijfers zijn een verzameling van alle analyses die er gedurende het jaar zijn uitgevoerd door het laboratorium. Dit betreft dus zowel analyses voor de teelt, als analyses voor bijbemesting. Hierin zijn zowel de gegevens opgenomen van de reguliere praktijk, als de proefveldgegevens. De figuren en tabellen geven een indicatie van de relatie tussen bodemvoorraad en bemestingsadvies, eveneens gesitueerd tijdens het jaar. Deze cijfers dienen met de nodige zorgvuldigheid bekeken te worden en kunnen niet zomaar voor andere doeleinden aangewend worden. Deze cijfers blijven eigendom van Inagro en kunnen niet zonder verdere toestemming gebruikt worden.

Franky Coopman, 10/02/2014

In onderstaande tabellen wordt eerst een overzicht gegeven hoe de groep velden verdeeld is naargelang de bemestingsdosis en in welke periode voor of tijdens het teeltseizoen het bodemonmonster wordt genomen.

Tabel 16. Percentage velden prei per categorie bemestingsdosis en tijdstip (bron: Inagro)

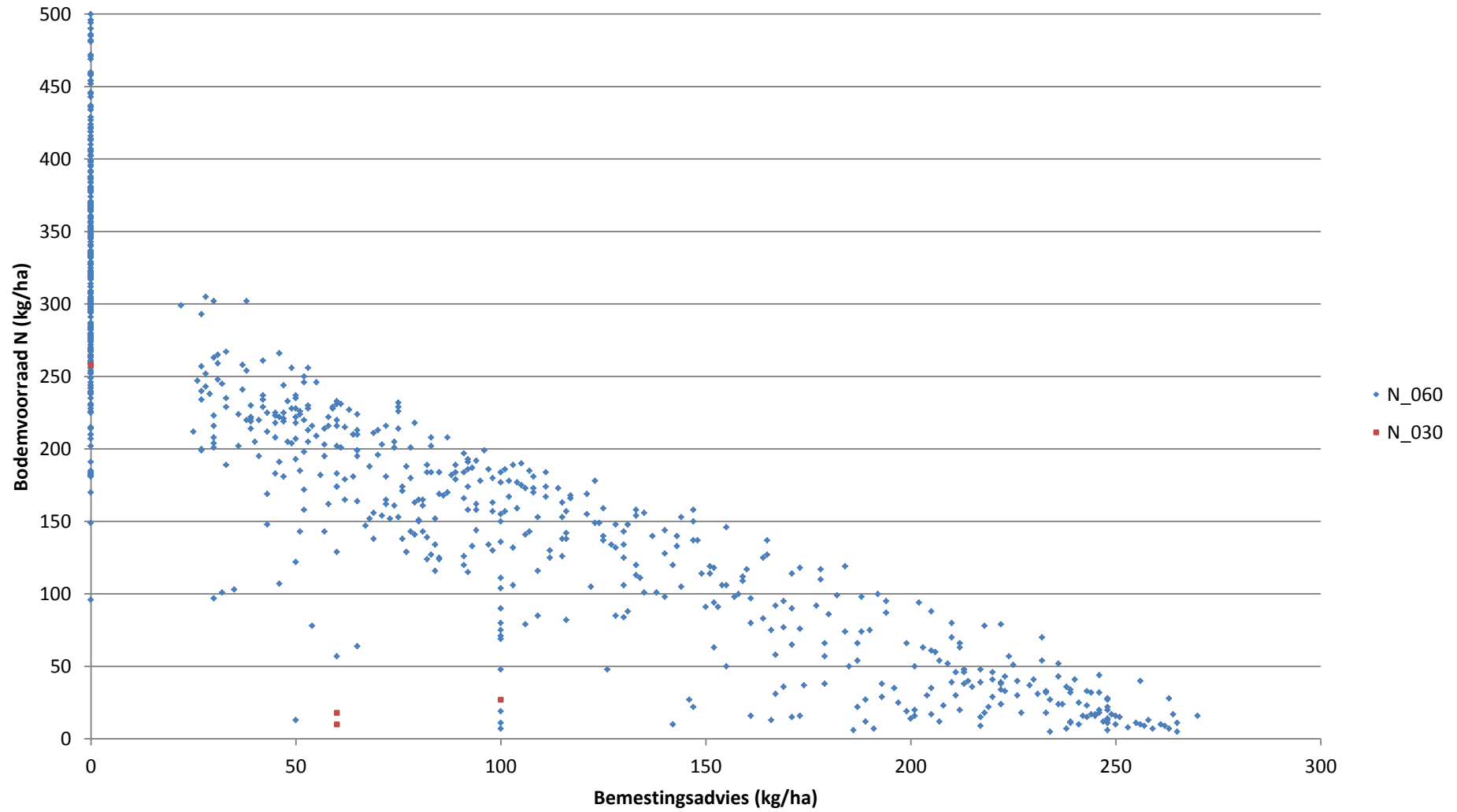
PREI	
Overzicht geadviseerde N-gift	%
0 kgN/ha	37,3
1-50 kgN/ha	10,0
51-100 kgN/ha	19,9
101-150 kgN/ha	10,4
151-200 kgN/ha	8,4
201-225 kgN/ha	5,8
>225 kgN/ha	8,3
Overzicht Adviesperiode	%
voor planten > 2w	16,5
voor planten < 2w	5,3
0-3w	16,6
4-7w	29,0
8-9w	11,4
10-11w	13,5
>11w	7,6

Tabel 17. Percentage velden bloemkool per categorie bemestingsdosis en tijdstip (bron: Inagro)

BLOEMKOOL	
Overzicht geadviseerde N-gift	%
0 kgN/ha	49,3
1-50 kgN/ha	7,5
51-100 kgN/ha	7,4
101-150 kgN/ha	7,7
151-200 kgN/ha	9,1
201-225 kgN/ha	5,1
>225 kgN/ha	13,9
Overzicht Adviesperiode	%
voor planten > 2w	18,3
voor planten < 2w	16,0
0-3w	25,8
4-7w	34,1
8-9w	2,2
10-11w	1,9
>11w	1,7

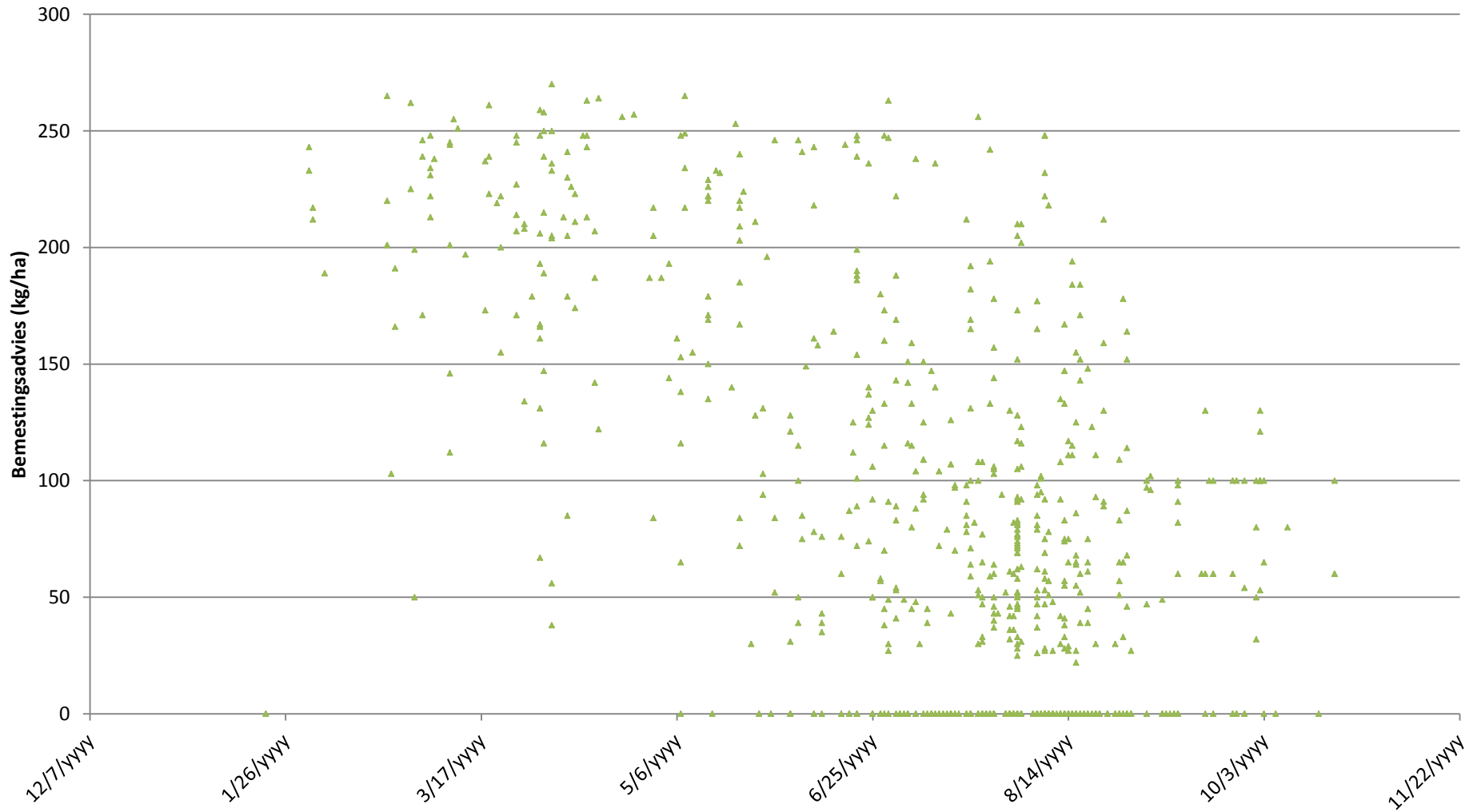
Bemestingsadvies prei ifv bodemvoorraad

(bron: Inagro jaar 2013, n=824)



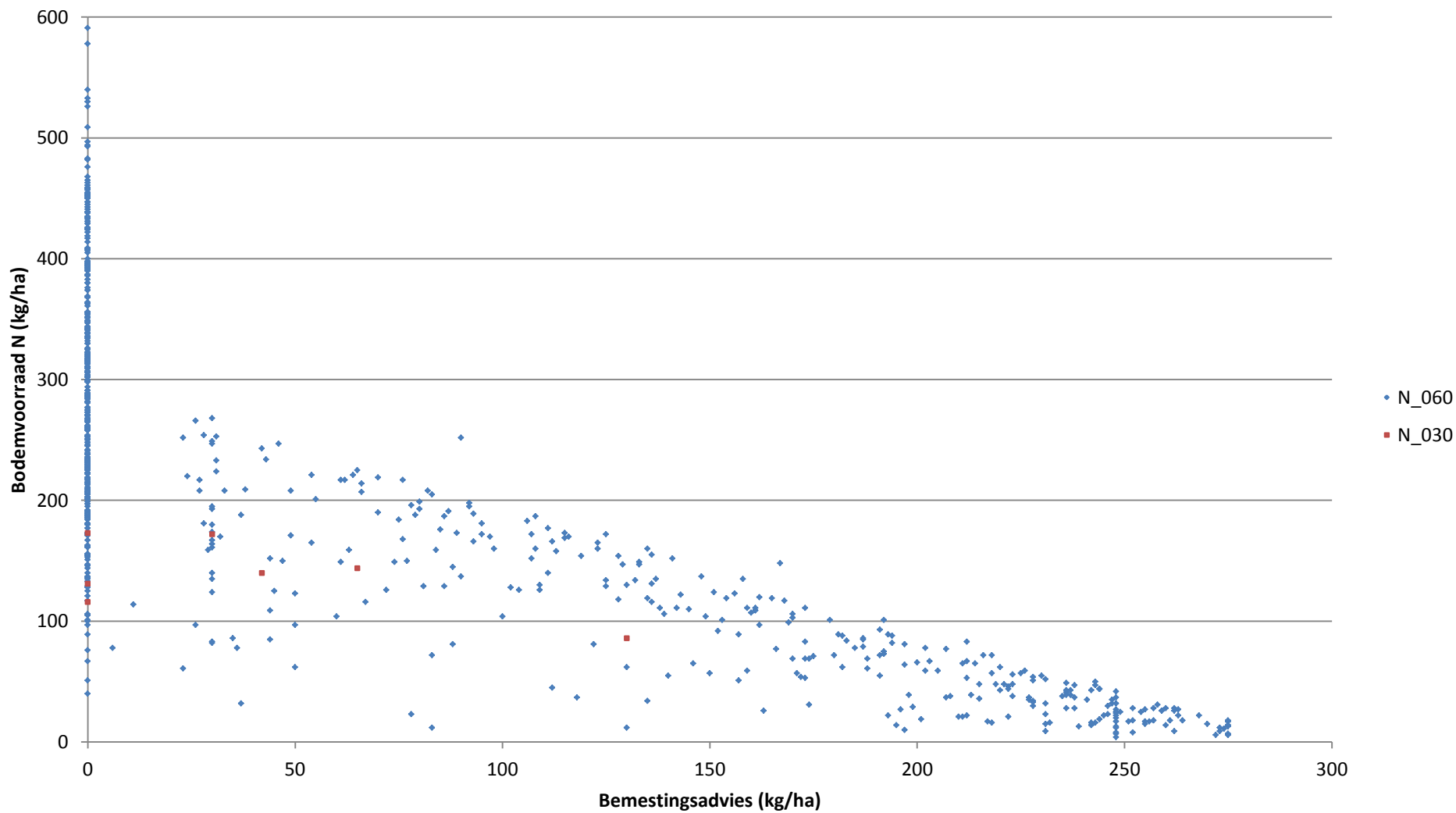
Bemestingsadvies prei ifv jaar

(bron: Inagro jaar 2013, n=824)



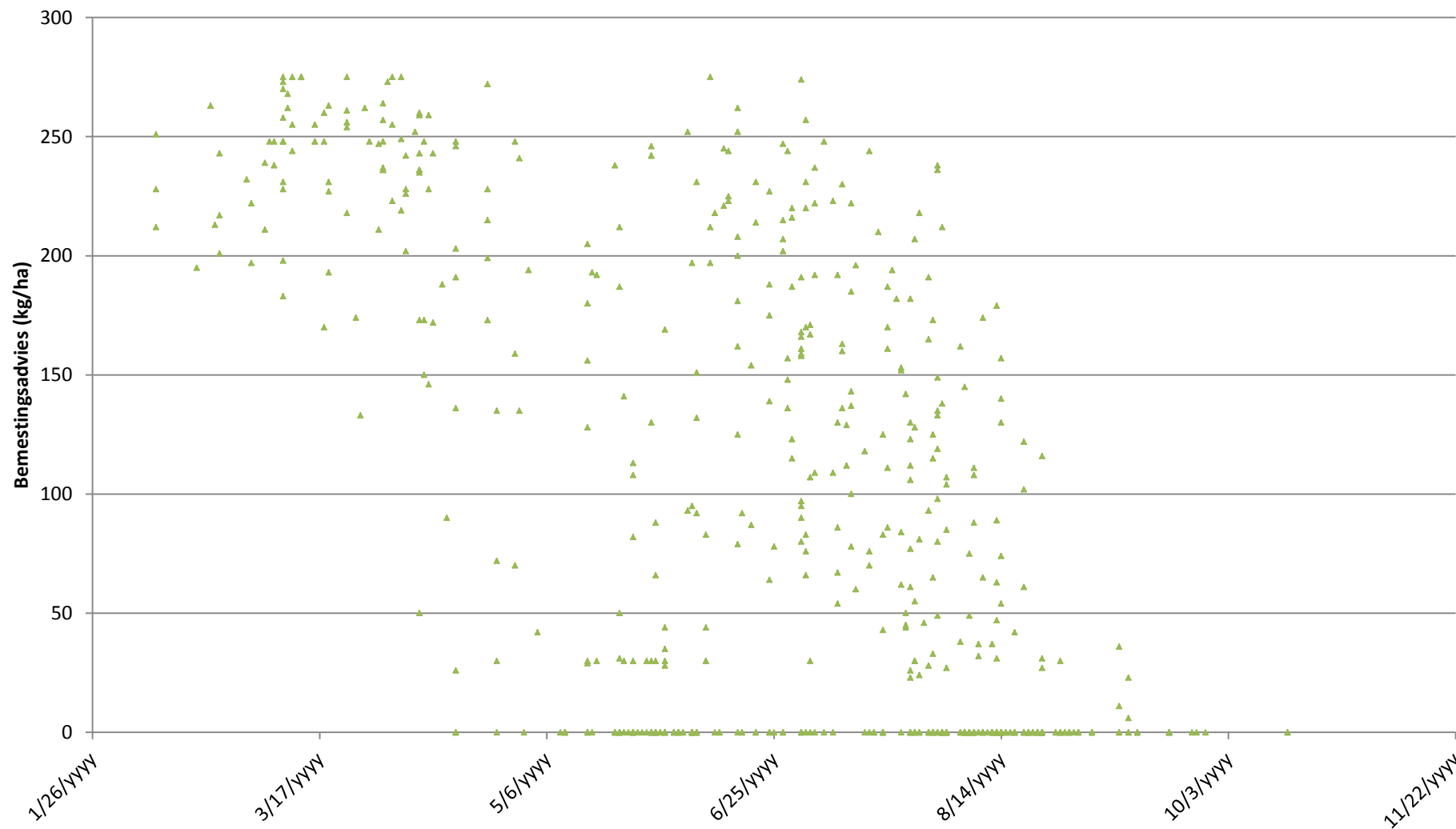
Bemestingsadvies bloemkool ifv bodemvoorraad

(bron: Inagro jaar 2013, n=691)



Bemestingsadvies bloemkool ifv jaar

(bron: Inagro jaar 2013, n=691)



Doelstelling

In 2013 zijn land- en tuinbouwers verplicht om op percelen met groeten groep I en II een staalname en stikstofbestedingsadvies te laten nemen. Bij het evalueren van de groenteregelementering werd vrijblijvend aan de laboratoria gevraagd een overzicht te maken omtrent de geadviseerde stikstof en de relatie met de bemestingsnormen. Er werd geopteerd om deze analyse uit te voeren op de geadviseerde bloemkool- en preipercelen. De relatie met de bemestingsnorm is door de labo's moeilijk te controleren. Zij hebben onvoldoende data die moet toelaten de effectieve toegediende N over het ganse bemestingsseizoen te bepalen.

Dit overzicht dient duidelijkheid te scheppen tussen de relatie geadviseerde hoeveelheid N en de N-bodemvoorraad op het ogenblik van het advies, de relatie geadviseerde hoeveelheid N en het tijdstip van het advies en de relatie tussen het advies en de teeltweek waarin het advies gesitueerd is.

Het PSKW en het PCG hanteren beide het principe van het KNS-systeem (nu N-expert). De focus ligt hierbij op het feit dat de bodemvoorraad moet aangevuld worden tot een bepaalde streefwaarde. Het KNS-systeem is vooral bedoeld om een stikstofadvies te geven vlak voor de teelt en/of tijdens de teelt in geval het gewas meerdere maanden op het veld staat. In tegenstelling tot andere adviessystemen is het KNS-systeem niet bedoeld om op lange termijn een N-advies te genereren. Doordat het bemestingsadvies kort op de bal speelt wordt op deze wijze de inschatting van mineralisatie grotendeels verrekend in de gemeten waarde.

Resultaten bloemkool

Uit tabel 1 en tabel 2 blijkt dat een groot gedeelte van de adviezen voor of vlak na het planten worden gevraagd. Adviezen die meer dan 2 weken voor het planten worden aangevraagd komen sporadisch voor. Later in de teelt wordt een belangrijk aandeel van de adviezen tussen de 4^{de} en 9^{de} teeltweek gegeven. Deze stalen hebben als doel om na te gaan of er nog voldoende bodemvoorraad is en het nodig is om nog al dan niet een bijbemesting uit te voeren. Op het PCG werd in 2013 ook een 20% van het aantal stalen op het einde van de teelt genomen (>11 weken). Dit zijn stalen waarvan de tuinbouwers wensten te weten hoeveel reststikstof nog aanwezig was. Op vlak van geadviseerde werkzame stikstof tijdens of voor de teelt wordt op 35 tot 45% (*) van de stalen 0 kgN/ha geadviseerd. In deze gevallen was de bodemvoorraad (meer dan) voldoende in verhouding tot de streefwaarde. Beide labo's geven maar een beperkt aantal adviezen waarbij tussen 201-225 kgN/ha of meer dan 225 kgN/ha wordt gegeven. Op het PSKW is dit iets hoger omdat ook in de zeer vroege teelt bloemkoolteelt wordt geadviseerd die iets meer stikstof vragen (lagere stikstofefficiëntie) en er in deze periode ook bijna geen stikstof in het profiel zit.

(*) het aantal stalen waarbij 0 kgN/ha werd geadviseerd was 65% maar daarvan dient 20% afgetrokken te worden voor de stalen die op het einde van de teelt werd genomen en waar geen bemestingsadvies werd gegeven.

Tabel 1: Geadviseerde hoeveelheid N in functie van dosis en teeltperiode, resultaten PSKW

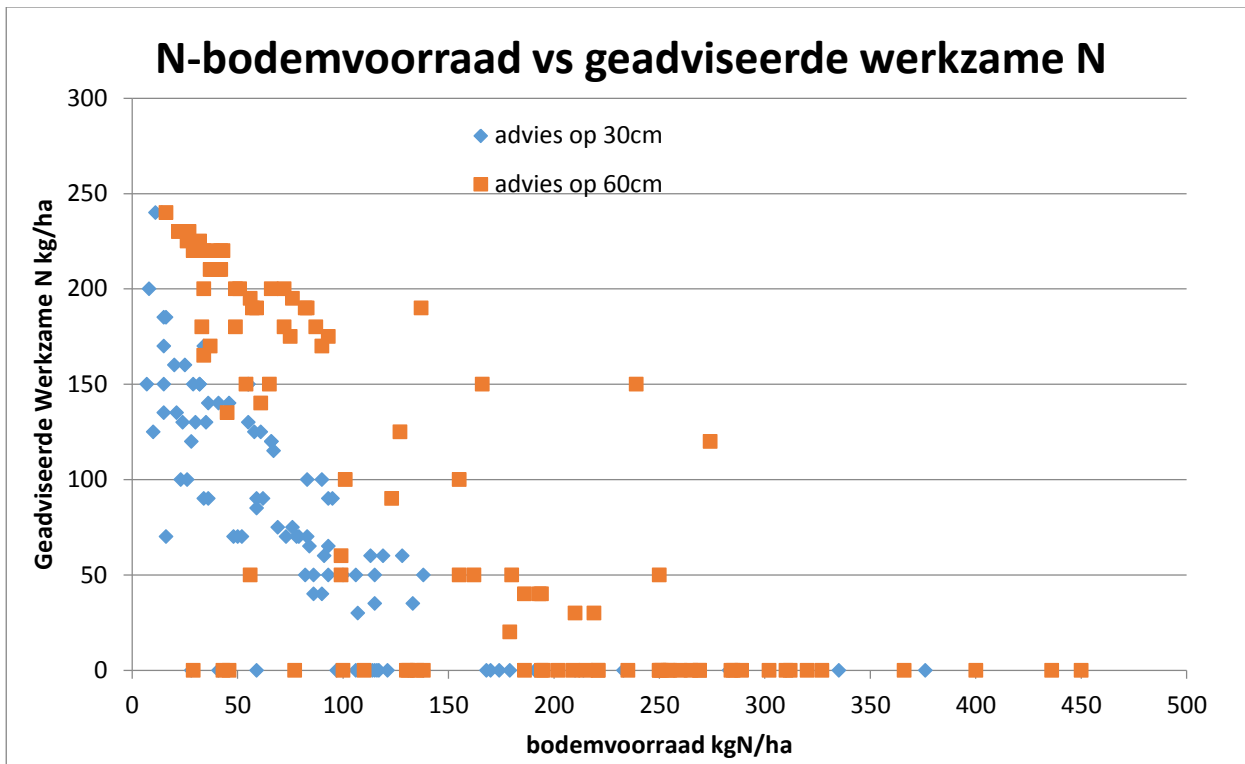
Aantal BLOEMKOOL percelen: 201	
Overzicht geadviseerde N-werkzaam/ha	
	%
0 kgN/ha	34,3
1-50 kgN/ha	11,9
51-100 kgN/ha	15,4
101-150 kgN/ha	15,4
151-200 kgN/ha	13,9
201-225 kgN/ha	5,5
>225 kgN/ha	3,5
Overzicht Advies ifv teeltperiode	
	%
voor planten > 2w	4,5
voor planten < 2w	51,7
0-3w	10,9
4-7w	15,9
7-9w	12,9
10-11w	0,5
>11w	3,5

Tabel 2: Geadviseerde hoeveelheid N in functie van dosis en teeltperiode, resultaten PCG

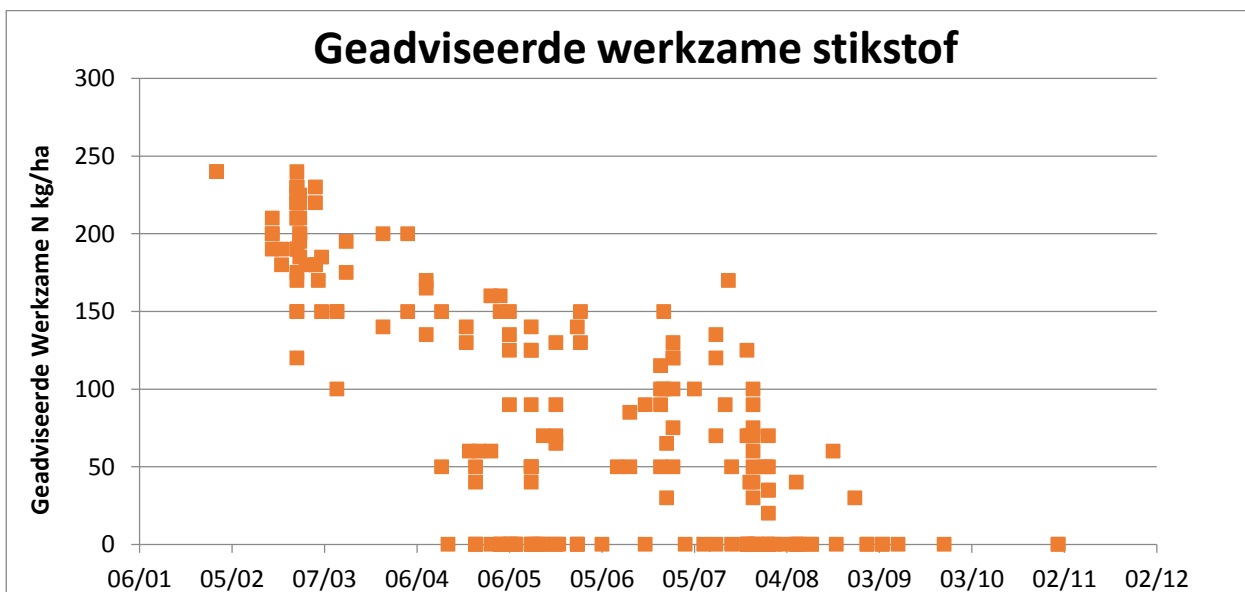
Aantal BLOEMKOOL percelen: 103	
Overzicht geadviseerde N-werkzaam/ha	
	%
0 kgN/ha	65,0
1-50 kgN/ha	12,6
51-100 kgN/ha	6,8
101-150 kgN/ha	8,7
151-200 kgN/ha	4,9
201-225 kgN/ha	1,9
>225 kgN/ha	0,0
Overzicht Advies ifv teeltperiode	
	%
voor planten > 2w	1,9
voor planten < 2w	18,4
0-3w	10,7
4-7w	28,2
7-9w	17,5
10-11w	1,9
>11w	21,4

Uit grafiek 1 en 3 is af te leiden dat de gehanteerde streefwaarde nooit meer dan 250 bedraagt. Indien bv 50 kgN/ha in de bodem aanwezig is dan is de maximale geadviseerde hoeveelheid niet meer dan 200 kgN/ha. Natuurlijk kan de streefwaarde ook lager zijn zoals de grafiek illustreert. De meeste adviezen zijn gebaseerd op de bodemvoorraad tot 60cm diepte, maar adviezen die bv gebruikt worden vóór het planten zijn meestal gebaseerd op de 0-30cm (blauwe punten). De streefwaarde aan het begin van de teelt bedraagt ca 180 kgN/ha voor de 0-30cm. Uit de grafiek valt ook af te leiden dat een groep van stalen meer stikstof in de bodem heeft dan teelttechnisch nodig is. Op de stalen wordt een nultbemesting geadviseerd. Op een zeer beperkt aantal stalen wordt meer geadviseerd dan de streefwaarde van 250 kgN/ha toelaat. Dit zijn situaties waarbij het merendeel van de stikstof al in de diepe laag zit en zeer weinig in de bovenste laag of waarbij soms veel ammonium (in de diepere lagen) wordt gemeten zonder verklaarbare reden.

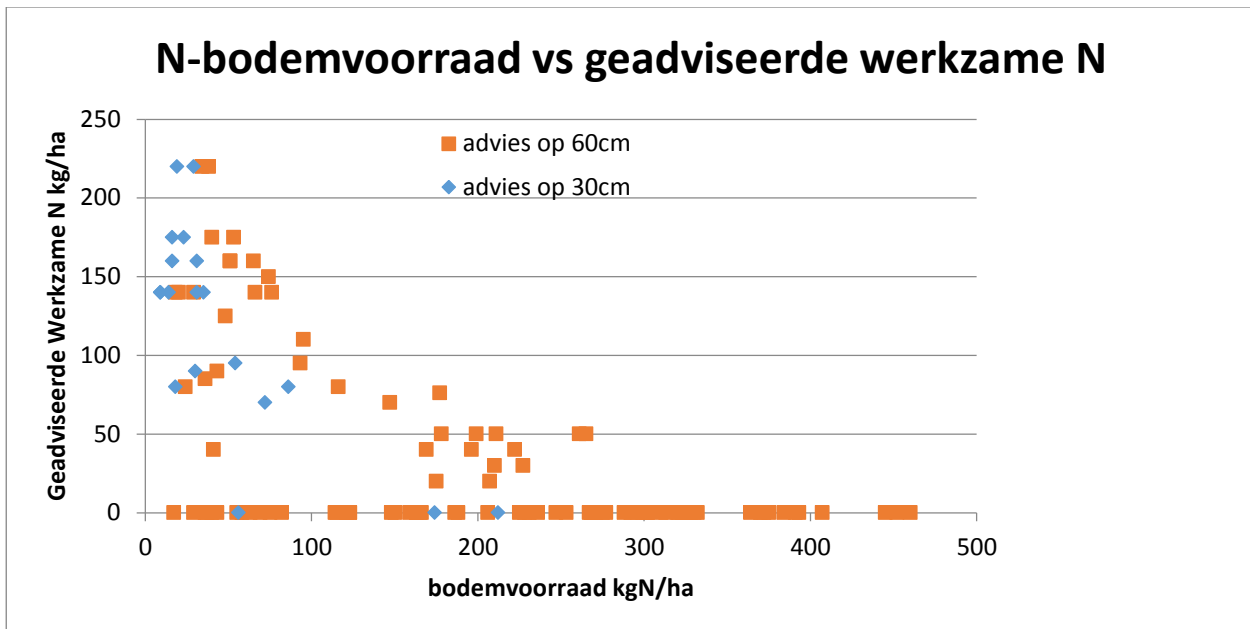
Uit grafieken 2 en 4 valt af te leiden dat de geadviseerde hoeveelheid stikstof duidelijk afneemt naarmate het groeiseizoen vordert. Dit is verklaarbaar doordat rekening wordt gehouden met mineralisatie die op het hoogste niveau bereikt rond augustus-september en verrekend wordt in het advies. Bovendien wordt er ook rekening mee gehouden dat ook de opname van stikstof zal afnemen op het einde van het groeiseizoen.



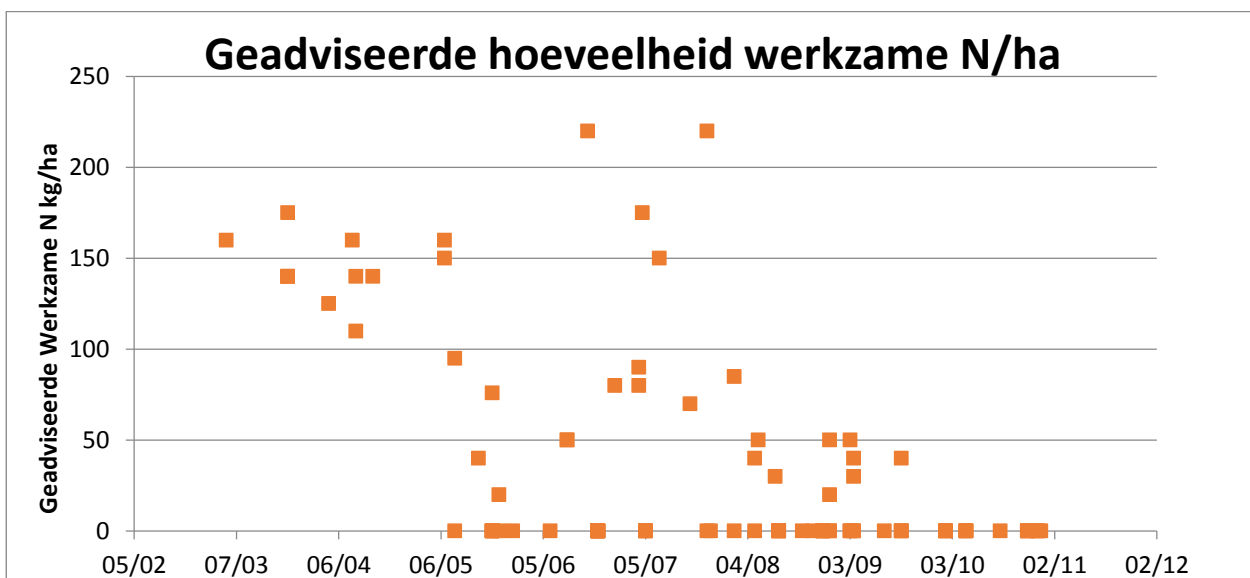
Grafiek 1: Relatie tussen de bodemvoorraad en de geadviseerde werkzame stikstof voor bloemkool. De oranje punten stelt de bodemvoorraad N van de 0-60cm laag voor en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N, de blauwe punten de bodemvoorraad N in de 0-30cm laag en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N. Adviezen PSKW



Grafiek 2: Geadviseerde werkzame stikstof voor bloemkool in functie van het seizoen. Adviezen PSKW



Grafiek 3: Relatie tussen de bodemvoorraad en de geadviseerde werkzame stikstof voor bloemkool. De oranje punten stelt de bodemvoorraad N van de 0-60cm laag voor en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N, de blauwe punten de bodemvoorraad N in de 0-30cm laag en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N. Adviezen PCG



Grafiek 4: Geadviseerde werkzame stikstof in functie van het seizoen. Adviezen PCG

Resultaten prei

Uit tabel 3 en tabel 4 blijkt, nog meer uitgesproken dan bij adviezen bloemkool, dat het grootste gedeelte van de adviezen tussen de 4^{de} en 9^{de} teeltweek worden gegeven (55-60%). Een klein percentage van de adviezen wordt voor of vlak na het planten gevraagd. Deze trend sluit aan bij het feit dat prei in het begin maar een lage stikstofbehoefte heeft en men er kan van uitgaan dat een startbemesting overbodig is. De grootste opname van stikstof wordt opgenomen halweg de teelt. Voor prei is dit dan ook een cruciale periode om na te kijken of er al dan niet een bijbemesting moet gebeuren. Op het PCG werd in 2013 20% van het aantal stalen op het einde van de teelt genomen (>11 weken). Dit zijn stalen waarvan de tuinbouwers wensten te weten hoeveel reststikstof nog aanwezig was. Op vlak van geadviseerde werkzame stikstof tijdens of voor de teelt wordt bij het PSKW in bijna 65% van de stalen 0 kgN/ha geadviseerd. Bij het PCG is dit in ongeveer 1/3 van de gevallen (*). In tegenstelling tot bloemkool is de geadviseerde hoeveelheid werkzame N beduidend lager. Het percentage stalen waarbij meer dan

100kgN/ha wordt geadviseerd is ongeveer 5% voor beide labo's. In de regio van PSKW is dit te verklaren doordat prei dikwijls als tweede vrucht achter bloemkool komt en hierdoor de oogstresten in belangrijke mate al N leveren. In de regio van het PCG wordt in het voorjaar meestal drijfmest toegepast. Daardoor is er later in het seizoen voldoende N beschikbaar in de bodem.

(*) het aantal stalen waarbij 0 kgN/ha werd geadviseerd was 53% maar daarvan dient 20% afgetrokken te worden voor de stalen die op het einde van de teelt werd genomen en waar geen bemestingsadvies werd gegeven.

Tabel 3: Geadviseerde hoeveelheid N in functie van dosis en teeltperiode, resultaten PSKW

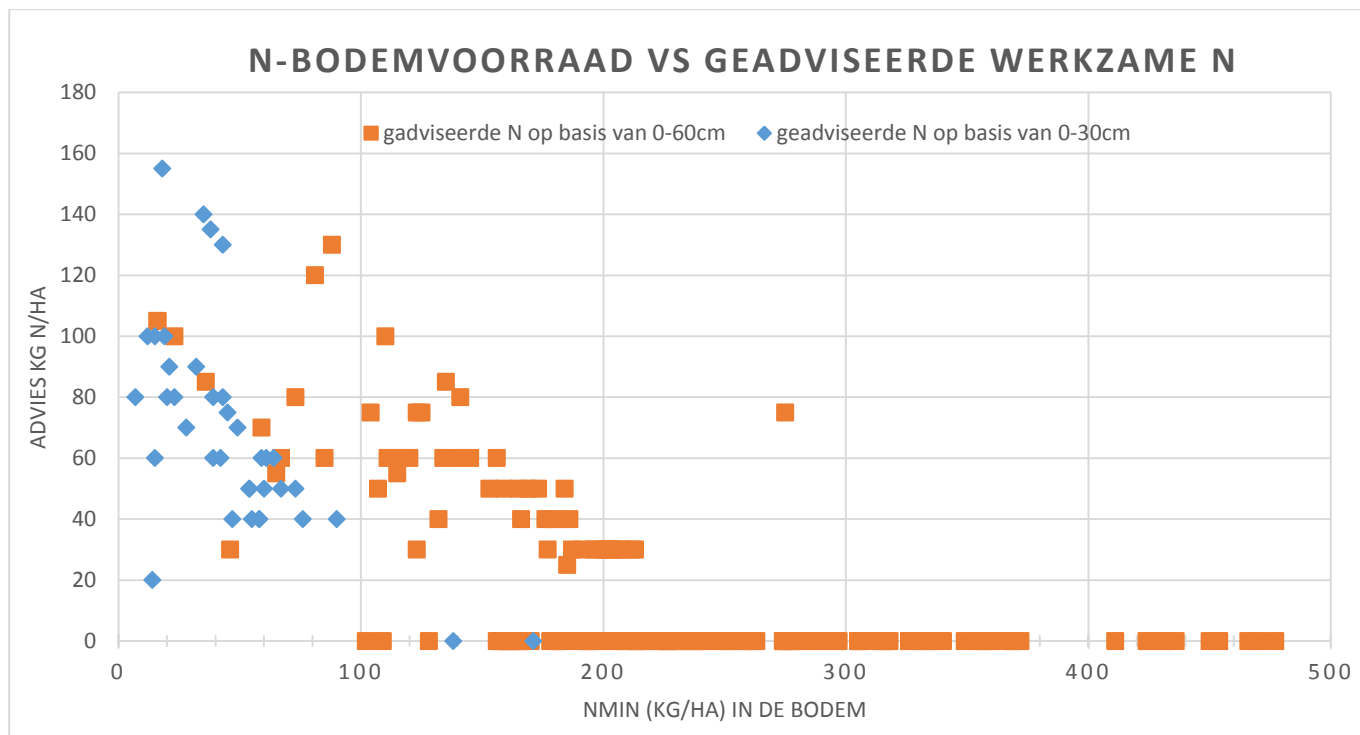
Aantal PREI percelen: 246	
Overzicht geadviseerde N-werkzaam/ha	%
0 kgN/ha	63,8
1-50 kgN/ha	16,3
51-100 kgN/ha	16,7
101-150 kgN/ha	2,8
151-200 kgN/ha	0,4
201-225 kgN/ha	0,0
>225 kgN/ha	0,0
Overzicht Advies ifv teeltperiode	
	%
voor planten > 2w	4,1
voor planten < 2w	13,0
0-3w	12,6
4-7w	21,1
7-9w	34,6
10-11w	5,7
>11w	8,9

Tabel 4: Geadviseerde hoeveelheid N in functie van dosis en teeltperiode, resultaten PCG

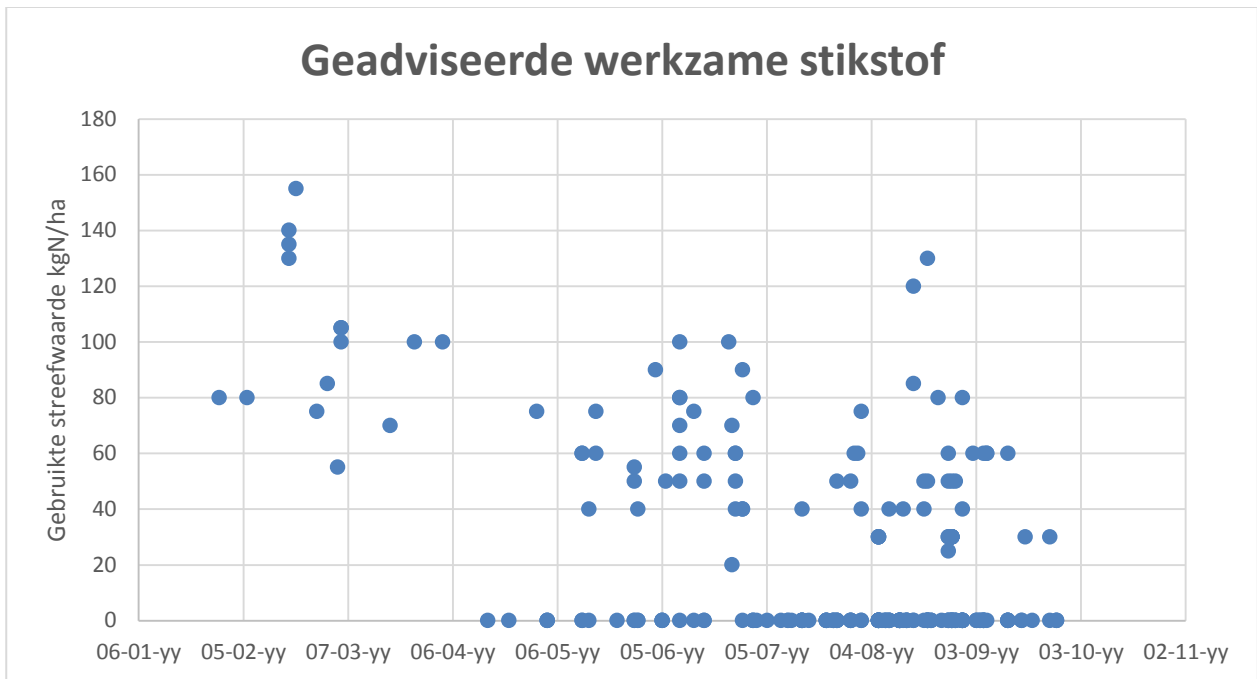
Aantal PREI percelen: 293	
Overzicht geadviseerde N-gift	%
0 kgN/ha	53,0
1-50 kgN/ha	30,4
51-100 kgN/ha	12,0
101-150 kgN/ha	3,5
151-200 kgN/ha	1,1
201-225 kgN/ha	0,0
>225 kgN/ha	0,0
Overzicht Adviesperiode	
	%
voor planten > 2w	6,0
voor planten < 2w	2,5
0-3w	7,8
4-7w	27,9
7-9w	30,7
10-11w	7,8

Uit grafiek 1 en 3 is af te leiden dat de gehanteerde streefwaarde nooit meer dan 250 bedraagt. Indien bv 50 kgN/ha in de bodem aanwezig is dan is de maximale geadviseerde hoeveelheid niet meer dan 200 kgN/ha. Natuurlijk kan de streefwaarde ook lager zijn zoals de grafiek illustreert. De meeste adviezen zijn gebaseerd op de bodemvoorraad tot 60cm diepte, maar adviezen die bv gebruikt worden vóór het planten zijn meestal gebaseerd op de 0-30cm (blauwe punten). De streefwaarde aan het begin van de teelt bedraagt ca 180 kgN/ha voor de 0-30cm. Uit de grafiek valt ook af te leiden dat een groep van stalen meer stikstof in de bodem heeft dan teeltechnisch nodig is. Op de stalen wordt een nulbemesting geadviseerd. Op een zeer beperkt aantal stalen wordt meer geadviseerd dan de streefwaarde van 250 kgN/ha toelaat. Dit zijn situaties waarbij het merendeel van de stikstof al in de diepe laag zit en zeer weinig in de bovenste laag of waarbij soms veel ammonium (in de diepere lagen) wordt gemeten zonder verklaarbare reden.

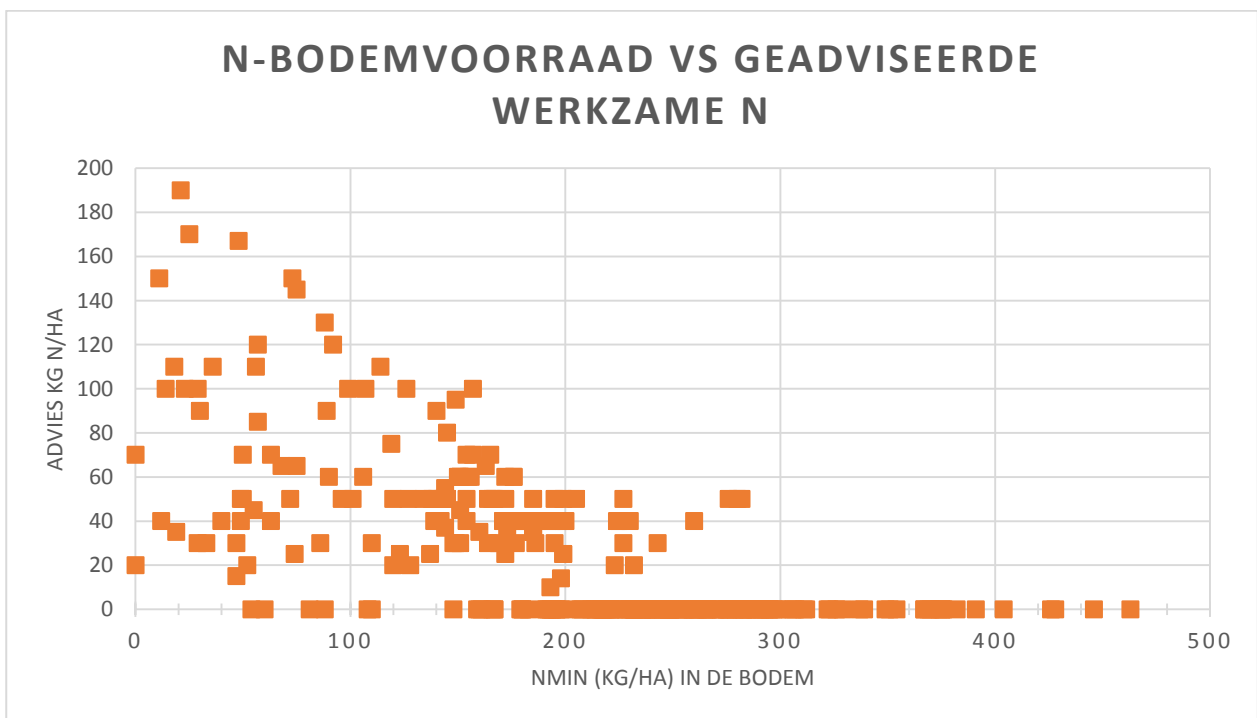
Uit grafieken 2 en 4 valt af te leiden dat de geadviseerde hoeveelheid stikstof duidelijk afneemt naarmate het groeiseizoen vordert. Dit is verklaarbaar doordat rekening wordt gehouden met mineralisatie die het hoogste niveau bereikt rond augustus-september en verrekend wordt in het advies. Bovendien wordt er ook rekening mee gehouden dat ook de opname van stikstof zal afnemen op het einde van het groeiseizoen.



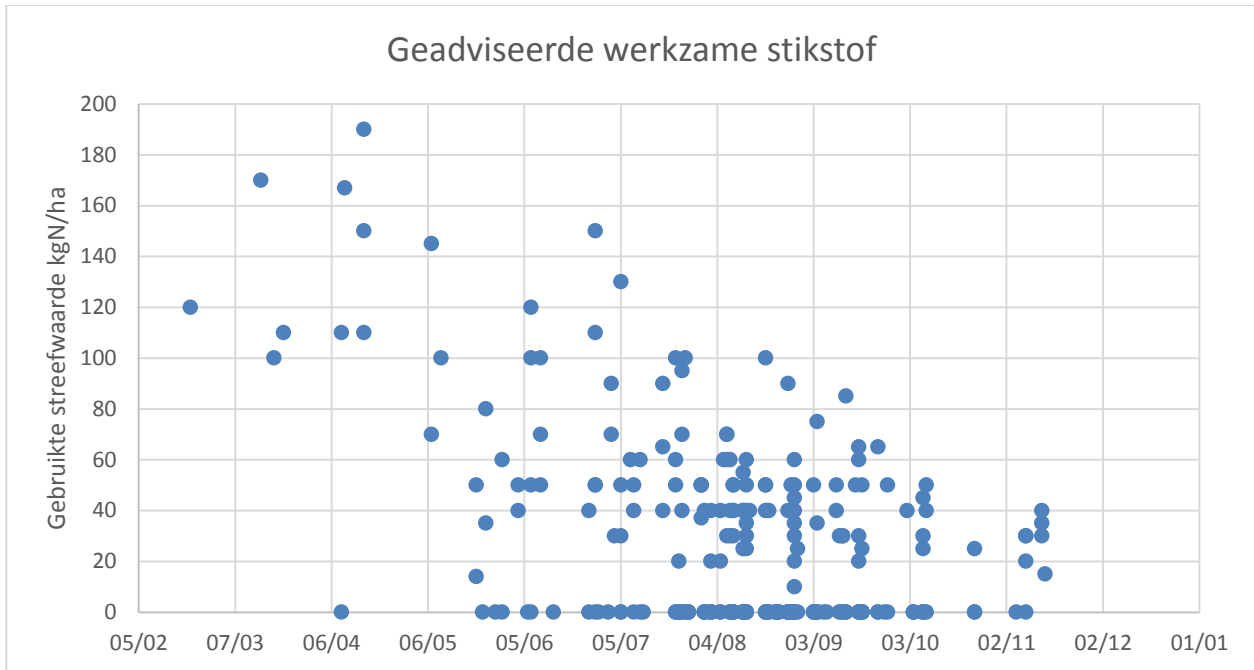
Grafiek 5: Relatie tussen de bodemvoorraad en de geadviseerde werkzame stikstof voor prei. De oranje punten stelt de bodemvoorraad N van de 0-60cm laag voor en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N, de blauwe punten de bodemvoorraad N in de 0-30cm laag en de bijhorende geadviseerde hoeveelheid N. Adviezen PSKW



Grafiek 6: Geadviseerde werkzame stikstof voor prei in functie van het seizoen. Adviezen PSKW



Grafiek 7: Relatie tussen de bodemvoorraad (0-60cm) en de geadviseerde werkzame stikstof voor prei. Adviezen PCG.



Grafiek 8: Geadviseerde werkzame stikstof voor prei in functie van het seizoen. Adviezen PCG

Uit grafiek 5 en 7 is af te leiden dat de gehanteerde streefwaarde nooit meer dan 225 bedraagt. Indien bv 100 kgN/ha in de bodem aanwezig is dan is de maximale geadviseerde hoeveelheid niet meer dan 125 kgN/ha. Natuurlijk kan de streefwaarde ook lager zijn zoals de grafiek illustreert. De meeste adviezen zijn gebaseerd op de bodemvoorraad tot 60cm diepte, maar adviezen die bv gebruikt worden vóór het planten zijn meestal gebaseerd op de 0-30cm (blauwe punten). De streefwaarde aan het begin van de teelt bedraagt ca 120 kgN/ha voor de 0-30cm. Uit de grafiek valt ook af te leiden dat een groep van stalen meer stikstof in de bodem heeft dan teelttechnisch nodig is. Op de stalen wordt een nulbemesting geadviseerd. Op een zeer beperkt aantal stalen wordt meer geadviseerd dan de streefwaarde van 250 kgN/ha toelaat. Dit zijn situaties waarbij het merendeel van de stikstof al in de diepe laag zit en zeer weinig in de bovenste laag.

Uit grafieken 2 en 4 valt af te leiden dat de geadviseerde hoeveelheid stikstof duidelijk afneemt naarmate het groeiseizoen vordert. Dit is verklaarbaar doordat rekening wordt gehouden met mineralisatie die het hoogste niveau bereikt rond augustus-september en verrekend wordt in het advies. Bovendien wordt er ook rekening mee gehouden dat ook de stikstofbehoefte afneemt naarmate het seizoen vordert.

besluiten

Het toepassen van het KNS-systeem leidt tot in bloemkool en prei tot adviezen die rekening houden met de teeltperiode en de hoeveelheid stikstof in de bodem. Er kan gesteld worden dat het grootste gedeelte van de stalen in een voor de teelt relevante periode genomen worden. De geadviseerde hoeveelheid N overschrijdt bijna nooit de norm van 225 kgN/ha voor bloemkool en prei.

In de adviezen wordt erop gelet dat op het einde van het groeiseizoen de geadviseerde stikstof berekend is op het feit dat ook de N-behoefte kleiner wordt.

In de situaties waarbij de bodemvoorraad de streefwaarde voor de teelt ver overschrijdt is komt de staalname te laat en is een advies (0kgN/ha) weinig zinvol. Betere inzichten bij het vroeg toepassen van (organische) bemesting of het nemen van stalen bij de start in het seizoen kan hier leiden tot verbeteringen

Auteurs:

J. De Nies, Proefstation voor de Groenteteelt, Sint-Katelijne-Waver

M. Verhaeghe, Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt, Kruishoutem

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Het overnemen of reproduceren van de vermelde cijfers dient vooraf aangevraagd te worden aan de auteurs.