

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

Versie (uitgebreide) niet technische samenvatting

Datum: 14/11/2014

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 VZW

Ieperseweg 87, 8800 Rumbeke-Beitem

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



INHOUDSTAFEL

VERKORTE SAMENVATTING.....	3
NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	5
1.1 INVENTARISEREN DUITSE KNS	5
1.2 HOE IS HET KNS OPGEBOUWD.....	5
1.3 HOE EN WAAROM DIT DUITSE KNS VERTALEN NAAR VLAANDEREN.....	6
1.3.1 <i>Mineralisatie en vrijstelling uit oogstresten</i>	<i>6</i>
1.3.2 <i>Bepalen van Vlaamse opnamecijfers, productieniveaus, latente N en optimale bemonsteringstijdstip.....</i>	<i>8</i>
1.3.3 <i>Vlaamse KNS-tabellen.....</i>	<i>10</i>
1.3.4 <i>Inlichtingsformulier.....</i>	<i>11</i>
1.3.5 <i>Adviesrapport</i>	<i>12</i>
1.4 INVENTARISEREN VAN BESTAANDE ADVISSYSTEMEN IN VLAANDEREN	13
1.4.1 <i>N-INDEX</i>	<i>13</i>
1.4.2 <i>KEMA adviessysteem</i>	<i>14</i>
1.4.3 <i>N-balans.....</i>	<i>14</i>
1.5 VERGELIJKING VAN DE GEÏNVENTARISEERDE ADVISSYSTEMEN BINNEN VLAANDEREN.	16
1.6 VERGELIJKING VAN DE GEÏNVENTARISEERDE ADVISSYSTEMEN OP EENZELFDE BEGINSITUATIE.....	16
1.6.1 <i>Evaluatie adviezen</i>	<i>16</i>

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, 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.

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.

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 voorsteelt 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.

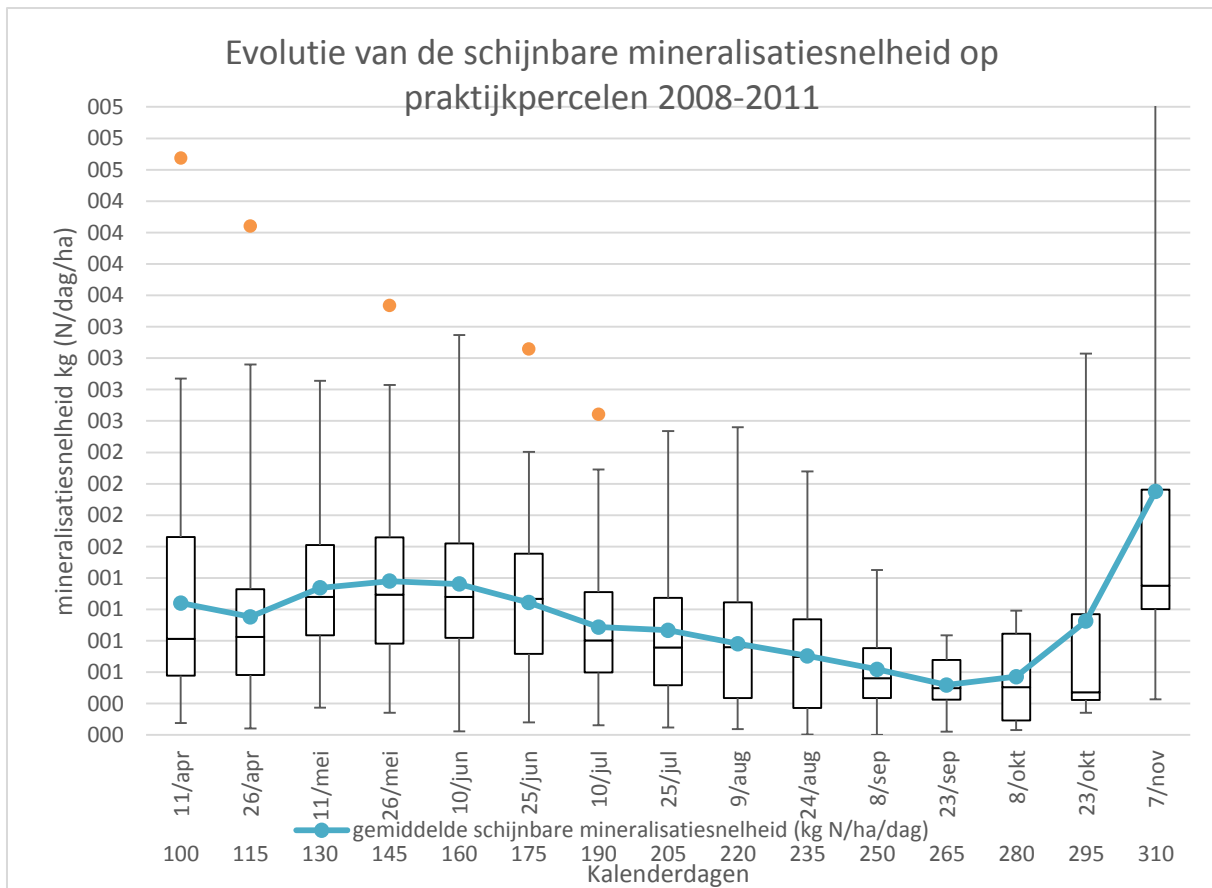
Voor bepaalde groenten dient ook rekening gehouden te worden met de teeltmethode. Voor witte kool kan dit zeer duidelijk gemaakt worden: voor de productie verse markt heeft de kool een stikstofbehoefte van 200 kg N/ha, terwijl voor de industriële productie de stikstofbehoefte oploopt tot 350 kg N/ha.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

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-stikstofanalyse.

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**ontrolle 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).

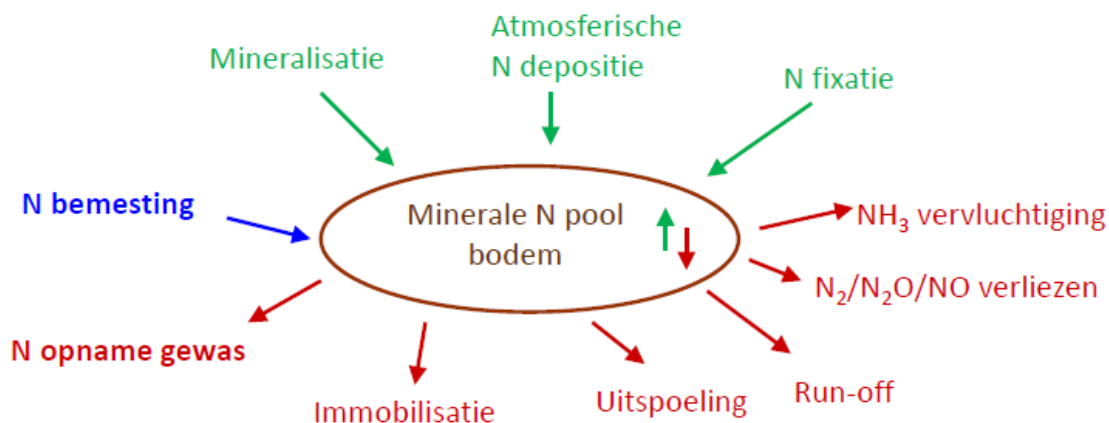
Voor de bijbemesting van teelten in openlucht bedraagt de te adviseren hoeveelheid N minder dan bij de voorraadbemesting. De aanvulwaarde wordt verlaagd in functie van de hoeveelheid stikstof die het gewas reeds heeft opgenomen.

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.

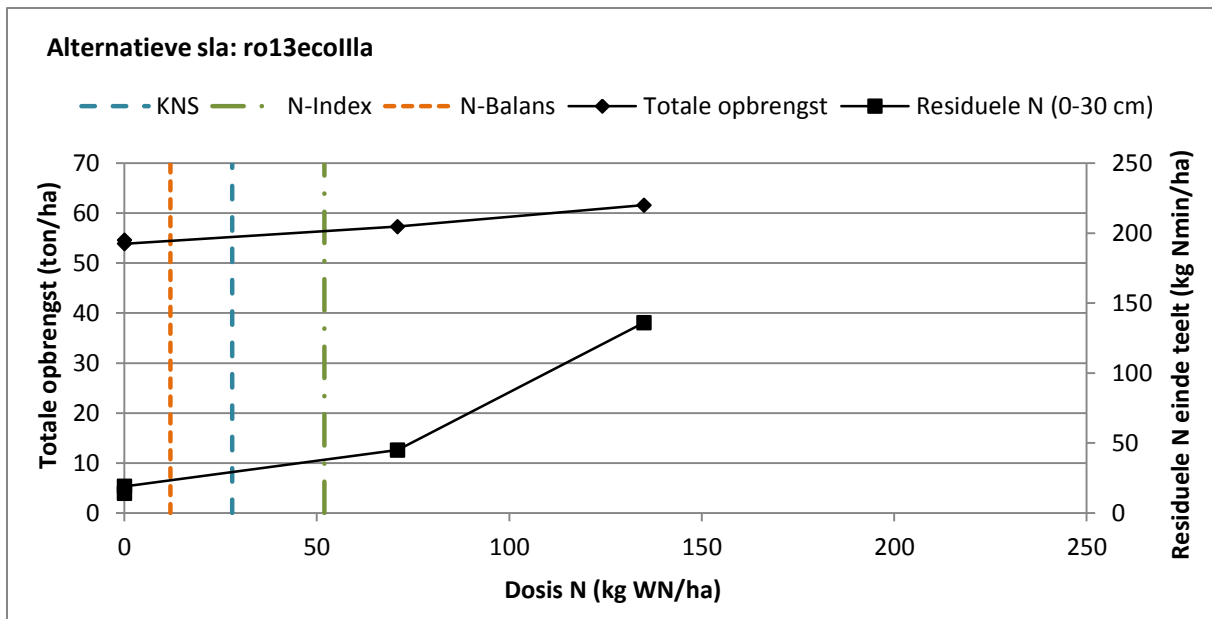
Het KNS-systeem geeft advies voor een bepaalde periode op basis van de staalname bij de start van de teelt. Dit kan afhankelijk van de teelt een aantal weken zijn ofwel tot de oogst. De dosis van de bijbemesting na X-aantal weken is terug gebaseerd op een staalname en analyse (d.i. een nieuwe beginsituatie).

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.