

Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen

Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen van 14 akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen

P.H.M. Dekker (PPO-agv) en T.A. van Dijk (NMI) editors

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

juli 2005

PPO project nr. 500102
NMI projectnummer 1094.05

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



nutriënten management instituut nmi bv

PPO-projectnummer: 500102
NMI-projectnummer 1094.05

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

WOORD VOORAF.....	7
SAMENVATTING.....	9
1 INLEIDING	11
1.1 Aanleiding tot de studie	11
1.2 Doel van de studie	11
1.3 Werkwijze.....	11
2 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES AARDBEIEN	13
2.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	13
2.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	14
2.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	19
2.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies aardbei	19
2.5 Literatuur	20
3 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES ANDIJVIE	21
3.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast.	21
3.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	21
3.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	24
3.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies andijvie.....	24
3.5 Literatuur	24
4 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES ASPERGES	27
4.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	27
4.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	28
4.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	29
4.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies asperge	29
4.5 Literatuur	30
5 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES BLOEMKOOL.....	31
5.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	31
5.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	32
5.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	37
5.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies bloemkool	37
5.5 Literatuur	38
6 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES ENGELS RAAIGRAS 1 ^E -JAARS	39
6.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	39
6.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	40
6.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies voor 1 ^e -jaars Engels raaigras	41

6.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies 1 ^e -jaars Engels raagrass	51
6.5	Literatuur	52
7	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES KROPSLA EN IJSSLA	55
7.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	55
7.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	56
7.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	58
7.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies kropsla en ijsla	63
7.5	Literatuur	63
8	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES PEEN	65
8.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	65
8.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	66
8.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	66
8.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies peen	71
8.5	Literatuur	72
9	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES PREI	73
9.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	73
9.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	74
9.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	84
9.4	Formuleren van mogelijk nieuw advies met omschrijving van het toepassingsgebied	88
9.5	Literatuur	89
10	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES SCHORSENEER	91
10.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	91
10.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	91
10.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	92
10.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies schorseneer	93
10.5	Literatuur	93
11	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES SLUITKOOL	95
11.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	95
11.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	96
11.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	102
11.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies sluitkool	102
11.5	Literatuur	103
12	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES SPRUITKOOL	105
12.1	Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	105
12.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies	106
12.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	108
12.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies spuitkool	120
12.5	Literatuur	120

13	AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES WINTERROGGE	123
13.1	Bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast	123
13.2	Inventarisatie van beschikbare gegevens	124
13.3	Uitwerking mogelijk nieuw advies	124
13.4	Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies winterrogge	127
13.5	Literatuur	128
BIJLAGE 1	129
	Minerale bodem-N in voorjaar op begroeid en onbegroeid land	129
BIJLAGE 2	131
	Overzicht van de voorgestelde N-bemestingsadviezen en de mogelijke stikstofgebruiksnorm op basis van deze voorstellen	131

Woord vooraf

Dit rapport is een bundeling van korte verslagen over de optimale stikstofbemesting van in totaal 14 gewassen. Door de praktijk is aangegeven dat het stikstofbemestingsadvies bij deze gewassen te laag is, met als consequentie dat voor deze gewassen mogelijk een te lage stikstofgebruiksnorm wordt vastgesteld. In het "Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" zijn alle 14 gewassen aangemerkt als gewassen met een beperkt belang.

Door het ministerie van LNV is aan PPO en NMI de opdracht verleend om in een versnelde procedure te beoordelen in hoeverre er aanleiding bestaat om bij deze gewassen de adviezen van de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" aan te passen. De versnelde procedure houdt in dat bij de actualisatie van deze bemestingsadviezen niet het "Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) wordt gevolgd. Dit protocol is pas van toepassing nadat de gebruiksnormen zijn vastgesteld. Wel zijn alle beschikbare datasets vanuit onderzoek en vanuit praktijk gebruikt die ook bij actualisatie volgens het protocol zouden zijn gebruikt. De conclusies die in deze studie worden getrokken, zijn aanbevelingen voor aanpassing van de bemestingsadviezen.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat alle beschikbare datasets, zowel verkregen uit onderzoek als ook beschikbare praktijkgegevens betrokken moeten worden bij de afweging of aanpassing van het N-bemestingsadvies nodig is. De analyse is daarom uitgevoerd met zowel proefveldgegevens als met praktijkinformatie. Vanwege de beperkte, beschikbare tijd was het niet mogelijk om bij alle gewassen een diepergaande analyse uit te voeren. In de conclusies is aangegeven in hoeverre een eventuele aanpassing van het N-bemestingsadvies gebaseerd is op onderzoeksresultaten, op praktijkinformatie of op beide.

De studie is uitgevoerd door PPO-agv en NMI. Vanuit een projectteam is aan de uitwerking van deze studie gewerkt.

Bij PPO-agv is een bijdrage geleverd door: Peter Dekker (projectleider), Willem van Geel, Jan Rinze van der Schoot, Ruud Timmer, Hanspeter Versluis, Marian Vlaswinkel en Kees van Wijk.

Bij NMI is een bijdrage geleverd door: Tonnis van Dijk, Romke Postma en Martien de Haas.

Peter Dekker en Tonnis van Dijk

Samenvatting

Door het ministerie van LNV is aan PPO en NMI de opdracht verleend om in een versnelde procedure te bezien in hoeverre er aanleiding bestaat om voor 14 akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen de stikstofbemestingsadviezen van de 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen' te actualiseren. De versnelde procedure houdt in dat bij de voorstellen tot herziening van deze bemestingsadviezen niet het "Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) wordt gevolgd. Dit protocol is pas van toepassing nadat de gebruiksnormen zijn vastgesteld. Wel zijn alle beschikbare datasets vanuit onderzoek en vanuit praktijk gebruikt die ook bij actualisatie volgens het protocol zouden zijn gebruikt. De conclusies die in deze studie worden getrokken, zijn aanbevelingen voor aanpassing van de bemestingsadviezen.

De analyse is uitgevoerd met alle beschikbare datasets, d.w.z. zowel proefveldgegevens als met praktijkinformatie. Vanwege de beperkte beschikbare tijd was het niet mogelijk om bij alle gewassen een diepgaande analyse uit te voeren.

In de conclusies is aangegeven in hoeverre het voorstel voor een eventuele aanpassing van het N-bemestingsadvies gebaseerd is op onderzoeksresultaten, op praktijkinformatie of op beide. Het gaat om het vaststellen van het bemestingsadvies dat landbouwkundig gewenst is.

Het betreft de gewassen: aardbei, andijvie, asperge, bloemkool, graszaad (voorjaarsbemesting van eerstejaars Engels raaigras), peen (winterpeen en waspeen), prei, schorseneer, sla (kropsla en ijssla), sluitkool, spruitkool en winterrogge.

Van ieder gewas is aangegeven hoe het bestaande N-bemestingsadvies is geformuleerd, welke informatie is verzameld en hoe deze informatie is verwerkt. Afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de databronnen en het resultaat van de analyse is een voorstel voor een eventuele aanpassing van het N-bemestingsadvies geformuleerd. Bij het beoordelen of aanpassing van het huidige N-bemestingsadvies zinvol is, is de hoogste waarde toegekend aan de resultaten van formele stikstoftrappenproeven.

Uit de studie blijkt dat de bestaande adviezen geactualiseerd dienen te worden. Voor elk van de beschouwde gewassen is een voorstel verwoord hoe de bestaande adviezen aan te passen.

De wijze waarop de analyse naar de optimale N-bemesting van gewassen moet worden uitgevoerd, is momenteel niet transparant en kent subjectieve afwegingen. Ook wanneer gebruik wordt gemaakt van het "protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" blijft de keuze van het type responsmodel arbitrair. Dit heeft soms grote gevolgen voor de berekende optimale N-bemesting. Aanbevolen wordt om de beoordelingswijze beter te omschrijven.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot de studie

In de nieuwe mestwetgeving worden gewasspecifieke gebruiksnormen voor de hoeveelheid werkzame stikstof (N) opgenomen. Deze gebruiksnormen worden afgeleid van de N-bemestingsadviezen zoals die voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen door de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt (CBAV) worden uitgebracht. LTO geeft aan dat de bemestingsadviezen uitgebracht door de CBAV, voor een aantal gewassen te laag zijn. Het ministerie van LNV heeft daarom aan PPO-agv en NMI gevraagd om voor een 14-tal gewassen na te gaan of bijstelling van het advies nodig en verantwoord is op basis van recente wetenschappelijke resultaten en praktijkgegevens. Bij het vaststellen van de gewasspecifieke gebruiksnormen kan dan gebruik worden gemaakt van geactualiseerde gegevens.

In 2004 is in opdracht van LNV en LTO een protocol opgesteld waarin staat aangegeven welke onderbouwing nodig is voor het formuleren van een nieuw N-bemestingsadvies. In het protocol wordt daarbij een onderscheid gemaakt naar gewassen met een groot belang en gewassen met een beperkt belang. Ook wordt er daarbij op gelet hoe goed het bestaande advies is onderbouwd. Naarmate het huidige advies beter is onderbouwd, stelt dit hogere eisen aan de nieuwe dataset om tot bijstelling van het advies te komen. In het protocol wordt ten aanzien van de datasets een onderscheid gemaakt in formele datasets, informele datasets en het gebruik van vuistgetallen. De 14 gewassen, waarvoor in deze studie naar de actualisatie van het N-bemestingsadvies wordt gekeken, behoren alle tot de groep gewassen met een beperkt belang. Uit een eerste screening van de beschikbare datasets om tot een actualisatie te kunnen komen, is gebleken dat actualisatie conform het "Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" in de meeste gevallen op korte termijn niet mogelijk is. Om toch voor half juni 2005 voor deze gewassen met een beperkt belang tot een zo actueel mogelijk advies te komen waarop de stikstofgebruiksnorm kan worden gebaseerd, is een versnelde analyse van de beschikbare datasets vanuit onderzoek en vanuit praktijk van belang.

1.2 Doel van de studie

Het doel van de studie is het bewerken van beschikbaar materiaal uit onderzoek en praktijk om te komen tot een voorstel tot aanpassing van het bestaande stikstofbemestingsadvies voor het betreffende gewas. Het betreft de gewassen: aardbei, andijvie, asperge (incl. opkweek), bloemkool, graszaad (voorjaarsbemesting van eerstejaars Engels raaigras), peen (winterpeen en waspeen), prei, schorseneer, sla (kropsla, ijssla en overige slatypen), sluitkool, spruitkool en winterrogge. Het gaat daarbij om het vaststellen van het bemestingsadvies dat landbouwkundig gewenst is. Milieuafwegingen spelen hierbij geen rol.

1.3 Werkwijze

Van ieder gewas wordt aangegeven hoe het bestaande N-bemestingsadvies is geformuleerd, welke informatie is verzameld en hoe deze informatie is verwerkt. Afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de databronnen en het resultaat van de analyse zal een voorstel voor een N-bemestingsadvies worden geformuleerd. Omdat het bemestingsadvies als basis dient voor het vaststellen van de stikstofgebruiksnorm is het belangrijk om de bandbreedte te kennen (zowel wetenschap als praktijkgegevens) rond de gemiddelde optimale N-gift, waarvan het advies wordt afgeleid. Deze bandbreedte zal voor ieder gewas ook worden aangegeven.

Datasets afkomstig van een N-trappenproef lenen zich voor het opstellen van een responscurve, van waaruit een optimale N-gift berekend kan worden. De keuze van het regressiemodel, dat wordt gebruikt voor het beschrijven van de respons, heeft soms grote invloed op het resultaat van de

berekening van de optimale N-gift. Deze keuze wordt in het verslag gemotiveerd en vervolgens wordt het resultaat van de gekozen berekeningswijze gerapporteerd.

De voorgestelde N-bemestingsadviezen richten zich op gemiddelde situaties. Er is geen rekening gehouden met stikstof die eventueel met 'bodemverbeteraars' gegeven wordt om de algemene bodemvruchtbaarheid van een perceel te verbeteren.

De rapportage over waspeen en winterpeen is samengebracht in de gewasrapportage peen. Hetzelfde geldt voor de kropsla en ijssla die samengebracht is in de rapportage sla.

2 Aanpassing N-bemestingsadvies aardbeien

2.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

2.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

De vollegrondsteelt van aardbeien bestaat uit een productieteelt en een vermeerderingsteelt. Bij de productieteelt wordt onderscheid gemaakt naar de normale teelt, waarbij in augustus wordt geplant en in juni/juli wordt geoogst, de teelt van doordragers en de verlate teelt met gekoelde wachtbedplanten. Bij de laatstgenoemde teelt wordt eind juli/begin augustus een wachtbed aangelegd, waarop de wachtbedplanten van augustus tot december worden geteeld. In december worden deze planten geoogst en gedurende de winterperiode in de koelcel bij $-1,5^{\circ}\text{C}$ bewaard. In het voorjaar of de zomer komen deze planten uit de koelcel en worden uitgeplant voor de productie (verlate teelt). Het grote voordeel van de verlate teelt met gekoelde wachtbedplanten is dat een spreiding van de oogst kan worden verkregen, door het planttijdstip te variëren (DLV, 1997). Zo kan er bij de verlate teelt weer onderscheid gemaakt worden tussen een vroege, middenvroege, zomer en late teelt. Aangezien er de laatste jaren een steeds verdere verschuiving is opgetreden van de normale teelt naar de teelt met gekoelde wachtbedplanten, komt de normale teelt in Nederland bijna niet meer voor.

In het bestaande voorraadbemestingsadvies voor aardbeien wordt onderscheid gemaakt naar de normale en verlate teelt van aardbeien, van doordragers en van wachtbedplanten. Het advies is opgebouwd uit een basisgift en 2 – 4 bijmestgiften (Van Dijk, 2003; tabel 2.1).

Tabel 2.1. **N-bemestingsrichtlijn aardbeien.**

Teeltwijze	Basisgift	Bijbemesting	
		Hoeveelheid	Tijdstip
<i>Normale teelt</i>	60 – Nmin (0-30)	3x20	<i>1^e gift:</i> begin september <i>2^e gift:</i> begin 'hergroei' in het voorjaar <i>3^e gift:</i> begin bloei
<i>Verlate teelt</i>	60 – Nmin (0-30)	2x30	<i>1^e gift:</i> zodra de planten aan de groei zijn <i>2^e gift:</i> begin bloei
<i>Doordragers</i>	60 – Nmin (0-30)	4x15	<i>1^e gift:</i> zodra de planten aan de groei zijn <i>2^e-4^e gift:</i> tijdens de oogstperiode
<i>Wachtbedplanten</i>	60 – Nmin (0-30)	2x20 of 3x15	<i>1^e gift:</i> 3 à 4 weken na het uitplanten <i>laatste gift:</i> vóór de laatste week van september

De hoogte van de basisgift is afgestemd op de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm en bedraagt voor alle teelten 60 – Nmin (0-30). Als wordt uitgegaan van een Nmin-voorraad van 20 kg N per ha in de laag 0-30 cm, dan bedraagt het advies dus 40 kg N per ha.

De overige giften dienen uitgevoerd te worden als bijbemesting en bedragen samen steeds 40-60 kg N per ha. Daarmee wordt de totale adviesgift 80-100 kg N per ha.

Naast het in tabel 2.1 weergegeven voorraadbemestingsadvies, is er voor aardbeien een N-bijmeststelsel (NBS) beschikbaar (Van Dijk, 2003). Daarbij wordt de N-gift gebaseerd op de Nmin-

voorraad in de grond, die gedurende de groeiperiode meerdere keren wordt bepaald. Dit systeem wordt in de praktijk veelvuldig toegepast.

2.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Er is geen documentatie beschikbaar in het archief van de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroenteteelt (CBAV). Wel lijken de proeven beschreven door Wijsmuller (1989) en Gröninger en Wijsmuller (1990) te zijn gebruikt als basis voor het bestaande advies (zie verder).

2.1.3 Motivering van de actualisatie

Door LTO-Groeiservice is een inventarisatie verricht bij vertegenwoordigers van de gewascommissie aardbeien. Nagegaan is waarom de N-gift in de praktijk zoveel hoger ligt dan de N-gift volgens het bemestingsadvies. Gemiddeld wordt in de praktijk zo'n 200- 300 kg werkzame N per ha toegediend, terwijl volgens het advies 120 – Nmin (0-30) kg N per ha voldoende is. Dit betekent dat de gerealiseerde praktijkgiften circa 2-3 x zo hoog zijn als het advies.

Als reden voor de hoge N-giften in de praktijk worden genoemd:

- Een verhoogde N-opname. Uitgaande van een N-opname van 150 kg N per ha voor een aardbeigewas met een goede productie dient volgens LTO-Groeiservice, bij een recovery van 50%, 300 kg N per ha te worden toegediend.
- Voor de teelt van aardbeien wordt een goede bodemvruchtbaarheid nagestreefd. Bij het gebruik van grond die voorheen werd gebruikt voor de teelt van akkerbouwgewassen, zal een aardbeienteler de grond eerst "tuinbouwrijp" (=verhogen bodemvruchtbaarheid) maken. Dit wordt veelal gerealiseerd door het gebruik van compost en dierlijke mest, vanwege de werking als bodemverbeteraar van deze organische meststoffen. Met deze meststoffen/bodemverbeteraars worden soms echter ook grote hoeveelheden nutriënten aangevoerd.

2.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

2.2.1 Wijsmuller (1989) en Gröninger en Wijsmuller (1990)

Er worden in het artikel van Wijsmuller (1989) twee bemestingsproeven met aardbeien besproken. De eerste proef is uitgevoerd door de voormalige Proeftuin Horst in het seizoen 1987/1988 op een zandgrond te Horst. De tweede proef is uitgevoerd in 1987/1988 op een kleigrond op het voormalige Proefstation voor de Fruitteelt te Wilhelminadorp. In beide gevallen betreft het proeven met de normale teelt, waarbij in augustus wordt geplant en in juni van het jaar daarop wordt geoogst.

In de proef in Horst waren 5 N-trappen aanwezig, waarbij de voorjaarsgiften varieerden van 0 tot 180 kg N per ha. In alle objecten was in het najaar stalmest (hoeveelheid niet vermeld) en 30 kg N per ha via kunstmest toegediend. De hogere giften leidden wel tot meer bladmassa en hogere Nmin-voorraden in de grond, maar niet tot hogere opbrengsten. De kwaliteit, in de vorm van het suikergehalte, werd negatief beïnvloed door een toename van de N-gift.

In de proef in Wilhelminadorp werden combinaties van 3 N-trappen (0, 75 en 150 kg N per ha) en 3 K-trappen (0, 150 en 300 kg K₂O per ha) onderzocht. Ook hier werden geen effecten van de N-gift op opbrengst en kwaliteit vastgesteld. Een toename van de K-gift leidde in dit geval tot een verbetering van de kwaliteit (suikergehalte, smaak).

Het onderzoek te Horst is in 1988/1989 herhaald (Gröninger & Wijsmuller, 1990). Ook in dat jaar was een effect van N-bemesting op opbrengst en kwaliteit afwezig. Vastgesteld werd dat de N-opname voor een goede productie circa 70-80 kg N per ha bedraagt. Deze gegevens zijn waarschijnlijk gebruikt als basis voor het huidige bemestingsadvies.

2.2.2 Van der Maas (1998)

In 1996 en 1997 is door FPO te Wilhelminadorp onderzoek verricht naar verschillende bemestingsmethoden in de verlate teelt. De proeven zijn uitgevoerd op de proeftuin Breda.

Verskillende combinaties van organische mest (vaste rundermest, GFT-compost) en kunstmest (KAS, Agrobien) zijn beproefd. Daarbij werden verschillende bemestingssystemen gehanteerd (voorraadbemesting, NBS). Er waren ook controleobjecten zonder N-gift aanwezig in de proeven. De totale N-gift varieerde van 0 tot 308 kg N per ha. De werkzame N-gift werd niet vermeld. Opbrengst, hardheid van de vrucht, N-gehalte in vrucht en blad, bladkleur en plantvolume werden geregistreerd. Tevens werd de N-afvoer met vruchten vastgesteld (varieerde van 18-28 kg N per ha), maar de N-opname door het gehele gewas is niet vermeld.

De resultaten zijn niet te gebruiken voor de actualisatie van het N-bemestingsadvies, aangezien er niet meerdere N-trappen in de proef aanwezig waren.

2.2.3 Bemesting op Kernbedrijf Meterik, Telen met toekomst 2001-2003

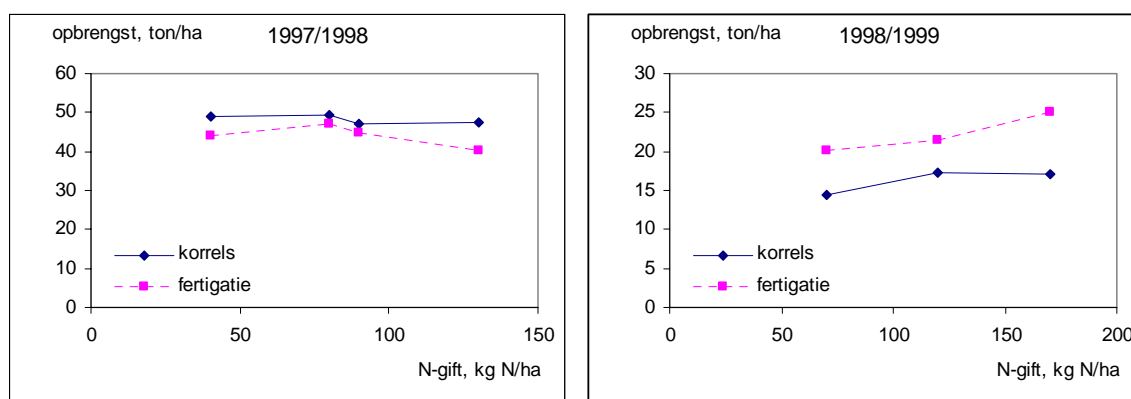
In het project Telen met toekomst zijn op het kernbedrijf Meterik in een aantal bedrijfssystemen de mogelijkheden verkend om de N-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater te minimaliseren. Daartoe waren op het kernbedrijven systemen aanwezig waarin de N-gift zeer laag was. Zo was de N-gift voor aardbeien gemiddeld over drie jaar gelijk aan 33 kg N per ha via kunstmest. Verder werd 27 kg N per ha via het beregeningswater toegediend. De totale N-aanvoer bedroeg dus 60 kg N per ha. Daarnaast is nog 30 kg N per ha via stro aangevoerd, maar de hoeveelheid die hieruit beschikbaar komt voor het gewas is zeer beperkt. Gemiddeld over de teeltwijzen en jaren is de streefopbrengst van 20 ton per ha gehaald (14-27 ton per ha). Lagere opbrengsten waren niet het gevolg van N-tekort, maar van weersomstandigheden (vochttekort, ziekten, plagen).

2.2.4 PCF-PAH. Stikstofbemestingsonderzoek aardbeien 1997-1999, België

De proeven zijn uitgevoerd door PCF-PAH (www.pcfruit.be) in de vollegrond, op een proefbedrijf te Tongeren in België. Ook hier betrof het de normale teelt, waarbij in augustus wordt geplant en in juni/juli wordt geoogst. De proeven zijn uitgevoerd met het ras Elsanta en er waren in het seizoen 1997/1998 4 N-trappen aanwezig, variërend van 40 tot 130 kg N per ha. In het seizoen 1998/1999 waren er 3 N-trappen aanwezig, variërend van 70 tot 170 kg N per ha. De objecten waren opgebouwd uit de aan- of afwezigheid van folie als bodembedekking, twee bemestingssystemen (strooien en fertigatie) en de N-trappen. Het verloop van de drogestofopbrengst en de N-opname en de verdeling ervan over de vegetatieve delen en de vrucht werd vastgesteld.

De effecten van de N-trappen op de productie van aardbeien waren in 1997/1998 vrijwel afwezig. Er werd geen verschil gevonden in productie tussen de objecten met een N-bemesting van 0 en 50 kg N per ha in het najaar en tussen die met een voorjaarsbemesting van 40 en 80 kg N per ha (figuur 2.1). Ook de verschillen in productie tussen de aan- en afwezigheid van folie waren in 1998 beperkt. De opbrengsten waren erg hoog en varieerden steeds tussen 45 en 49 ton per ha. De totale N-opname in bovengrondse delen, inclusief de aardbeien, varieerde in 1998 van 123 tot 152 kg N per ha (dit was hoog ten gevolge van gunstige groeiomstandigheden en hoge opbrengsten) en werd niet sterk beïnvloed door de N-gift. De N-gift had wel een groot effect op het nitraatgehalte, dat sterk toenam met een stijgende N-gift.

In 1999 was het effect van de aanwezigheid van folie groot en was er ook sprake van verschillen in productie ten gevolge van de N-trappen (70-170 kg N per ha). Met folie varieerde de vruchtopbrengst van 38 tot 55 ton per ha en zonder folie tussen 14 en 25 ton per ha. De vruchtopbrengsten waren bij 120 en 170 kg N per ha significant hoger dan bij 70 kg N per ha (figuur 2.1). LSD-waarden werden niet vermeld in het rapport (PCF-PAH, 1999). Het positieve effect van bemesting werd verklaard door de lage Nmin-voorraden in de bodem bij de aanvang van de proef. In 1999 nam de N-opname door de bovengrondse delen (loof en vruchten) duidelijk toe met een toename van de N-gift van 70 tot 170 kg N per ha. Bij gebruik van korrelmeststoffen bedroeg de N-opname in de objecten zonder folie 37 en 70 kg N per ha in respectievelijk de objecten met N-giften van 70 en 170 kg N per ha. In objecten met zwarte folie en bandontsmetting varieerde de N-opname van 78 tot 167 kg N per ha. Bij een combinatie van fertigatie en zwarte folie met bandontsmetting, varieerde de N-opname van 117 tot 207 kg N per ha.



Figuur 2.1. **Effect van de N-gift op de opbrengst bij aardbeien in het seizoen 1997/1998 (links) en 1998/1999 (rechts). De resultaten zijn afkomstig van proeven van het PCF-PAH in België.**

Er kan dan ook worden geconcludeerd dat de effecten van N-bemesting op opbrengst en N-opname van aardbeien sterk verschilden tussen jaren. In het seizoen 1997/1998 waren de effecten vrijwel afwezig, terwijl in er in het seizoen 1998/1999 sprake was van duidelijke effecten van de N-gift op de opbrengst en N-opname van het aardbeiengewas. Helaas waren er in deze proeven geen controle-objecten zonder N-bemesting aanwezig. In deze proeven kan een interactie met de vochtvoorziening een rol gespeeld hebben.

2.2.5 Database van Praktijkcijfers 2

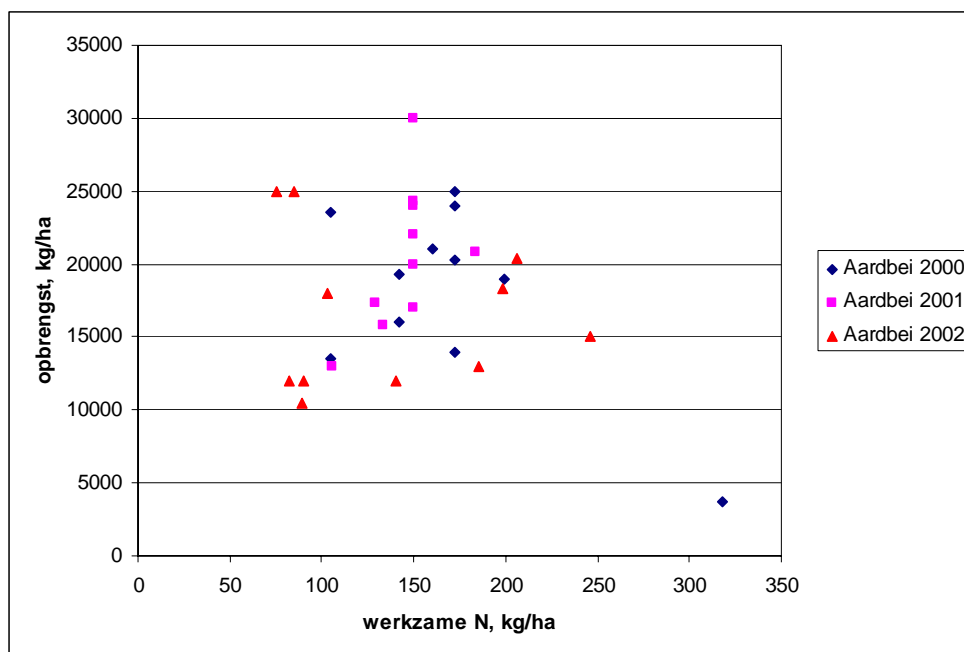
De resultaten van de bemesting op praktijkpercelen in het project Praktijkcijfers 2 zijn weergegeven in tabel 2.2. Per gewas kunnen van drie jaren bemestingsgegevens en van twee jaren opbrengstgegevens worden gegenereerd. Er is onderscheid gemaakt naar aardbeien die voor de productie van vruchten worden geteeld (verlate teelt met gekoelde wachtbedplanten), aardbeiplanten die voor de vermeerdering worden geteeld en wachtbedplanten.

Tabel 2.2. **Resultaten van de N-bemesting (kg/ha) in de periode 2000-2002 op praktijkbedrijven in het project Praktijkcijfers 2.**

Gewas	jaar	teeltwijze/soort	aantal telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-advies, kg N/ha	% overschrijding	spreiding
Aardbei	2000	Vrucht	7	44	170	100	100	105-318
		vermeerdering	2	5	102	100	20	91-147
		wachtbed	5	15	110	100	27	90-172
	2001	Vrucht	7	43	145	100	93	94-258
		vermeerdering	2	7	162	100	100	149-172
		wachtbed	6	16	143	100	88	54-316
	2002	Vrucht	6	33	174	100	79	75-246
		vermeerdering	2	6	86	100	0	82-95
		wachtbed	5	14	129	100	86	93-140

Uit tabel 2.2 blijkt dat de gemiddelde werkzame N-gift voor de productie-aardbeien gemiddeld 165 kg N/ha was. Het varieerde tussen 145 en 174 kg N per ha, wat ruim boven het huidige bemestingsadvies van 100 kg N per ha (uitgaande van een Nmin-voorraad van 20 kg N per ha in de 0-30 cm laag) ligt. Het aandeel van de percelen waar sprake was van een overschrijding van het huidige N-bemestingsadvies was met name voor de productieaardbeien hoog (79-100%). Vooral op de percelen met vermeerderingsaardbeien was de N-gift aanmerkelijk lager, en voldeden vrijwel alle percelen in 2000 en 2002 aan het advies. Dit gold in mindere mate voor wachtbedplanten.

In figuur 2.2 is de relatie tussen de gift aan werkzame N en de opbrengst die op de bedrijven is gerealiseerd weergegeven. De opbrengsten zijn door de telers zelf opgegeven.



Figuur 2.2. Relatie tussen de werkzame N-gift en de opbrengst van aardbeien per bedrijf in het project Praktijkcijfers 2.

Uit figuur 2.2 blijkt dat er geen verband is tussen de gift aan werkzame N en de gerealiseerde opbrengst. Kennelijk zijn het vooral andere factoren dan de N-gift die de opbrengst bepalen. Te denken valt hierbij aan andere bodemkenmerken, zoals vochtvoorziening, etc. De gemiddelde opbrengst op praktijkpercelen bedroeg bij de deelnemers aan dit project tussen 10 en 30 ton per ha.

2.2.6 Database van Telen met toekomst

Gegevens uit het project Telen met toekomst (tabel 2.3) waren vergelijkbaar met die van het project Praktijkcijfers 2. Ook hier gaat het om gegevens van de gerealiseerde N-gift op praktijkpercelen, waarbij de telers intensieve begeleiding kregen van adviseurs, met het doel de N-verliezen naar het milieu te minimaliseren.

Tabel 2.3. Resultaten van de N-bemesting in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		Telers	Jaren	Per- celen	N- werkzaam Wettelijk	Ntotaal		
Aardbei	Vroeg	2	4	10	151	233	100	90
Aardbei	Middenvroeg	2	4	8	177	257	100	100
Aardbei	Laat	2	4	6	165	243	100	100
Aardbei	Vermeerdering	1	2	2	68	68	100	0
Aardbei	Wachtbed	2	4	8	127	153	100	75
Aardbei	Totaal			34				85

De werkzame N-gift bij productie-aardbeien was gemiddeld 165 kg N/ha. Het varieerde van 151 tot 177 kg N per ha, wat ruim boven het N-bemestingsadvies van 100 kg N per ha was gelegen. De gemiddelde waarde en de range waren vergelijkbaar aan die in Praktijkcijfers 2. Het aandeel van de percelen waar sprake was van een overschrijding van het N-bemestingsadvies van 100 kg N per ha bedroeg 90-100%. Bij vermeerderingsaardbeien was de gemiddelde N-gift aanmerkelijk lager en lagen de N-giften op alle percelen onder het N-bemestingsadvies van 100 kg N per ha. Bij wachtbedplanten lag de N-gift tussen die van productieaardbeien en vermeerderingsaardbeien in.

2.2.7 Bemestingsgegevens praktijkbedrijven Lucel

In tabel 2.4 zijn de resultaten weergegeven van de bemesting op bedrijven die teeltbegeleiding krijgen van Lucel. Het betreft resultaten uit 2003 en 2004. Het verschil in de totale N-gift en de werkzame N-gift is veroorzaakt door het gebruik van organische meststoffen. Daarbij is voor dierlijke mest uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van 60% en voor compost van een werkingscoëfficiënt van 10%.

Tabel 2.4. **Bemestingsgegevens van praktijkbedrijven die teeltbegeleiding krijgen van Lucel.**

naam teler	2003			2004		
	aantal ha per bedrijf	N-toediening, kg N/ha		aantal ha per bedrijf	N-toediening, kg N/ha	
		totaal	Werkzaam		totaal	Werkzaam
teler 1	20	216	152	19	216	165
teler 2	1	0	0	20	517	246
teler 3	1	615	269	1	351	237
teler 4	1	412	269	1	422	323
teler 5	19	249	249	19	291	250
teler 6	1	217	217	1	364	173
teler 7	1	404	327	1	174	174
teler 8	14	518	452	14	385	385
teler 9	24	402	199	24	306	246
teler 10	6	288	222	6	92	92
Gemiddeld		332	236		312	229

Uit een vergelijking van de werkzame N-giften in tabel 2.4 met die welke zijn gerealiseerd op de praktijkpercelen uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst (tabellen 2.2 en 2.3) blijkt dat de N-giften op de bedrijven die worden begeleid door Lucel veel hoger zijn dan op de bedrijven die deelnamen aan de mineralenprojecten. Waarschijnlijk komt dit doordat de deelnemers aan de mineralenprojecten voorlopers zijn, die meer gestuurd hebben op een goed mineralenbeheer om de N-verliezen naar het milieu te minimaliseren. Voor 'gangbare' praktijkbedrijven, die niet deelnemen aan zo'n project, zoals het geval is met de bedrijven uit tabel 2.4, zal dat in mindere mate het geval zijn.

2.2.8 Bemestingsgegevens praktijkbedrijven DLV

In tabel 2.5 zijn de resultaten weergegeven van de bemesting op bedrijven die teeltbegeleiding krijgen van DLV. Het betreft resultaten uit 2003 en 2004. Het verschil in de totale N-gift en de werkzame N-gift is veroorzaakt door het gebruik van organische meststoffen. Daarbij is voor dierlijke mest uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van 60% en voor compost van een werkingscoëfficiënt van 10%.

Tabel 2.5. **Bemestingsgegevens van praktijkbedrijven die teeltbegeleiding krijgen van DLV.**

naam teler	2003			2004		
	aantal ha per bedrijf	N-toediening, kg N/ha		aantal ha per bedrijf	N-toediening, kg N/ha	
		Totaal	werkzaam		totaal	werkzaam
teler 1	13,5	255	186	19,25	282	218
teler 2	13,5	213	152	13,5	224	160
teler 3	2,7	541	489	2,7	722	666
teler 4	4	179	179	4	185	185
teler 5	4	266	176	4	252	162
teler 6	3	459	333	3	459	333
teler 7	3	493	217	3	470	194
teler 8	14	209	177	16	189	158
teler 9	5	152	152	7	170	146
Gemiddeld		307	229		328	247

Uit een vergelijking van de werkzame N-giften in tabel 2.5 met die gerealiseerd op de praktijkpercelen uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst (tabellen 2.2 en 2.3) blijkt weer dat de N-giften op de bedrijven die worden begeleid door de DLV veel hoger zijn dan die op de bedrijven die deelnamen aan de mineralenprojecten. In dat opzicht geven de praktijkbedrijven die worden begeleid door de DLV dus een vergelijkbaar beeld als de bedrijven die worden begeleid door Lucel (tabel 2.4).

2.2.9 DLV-advies

DLV-groenten adviseert een N-gift van 200 kg N per ha, om een goede gewasontwikkeling en productie mogelijk te maken. In de praktijk wordt veel gewerkt met het N-bijmeststelsel, waarbij de N-gift wordt afgestemd op de Nmin-voorraad in de bodem op meerdere momenten tijdens het groeiseizoen. Daarbij komt men gemiddeld tot N-giften van 150 kg N per ha.

2.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

Er zijn weinig gegevens voorhanden ten behoeve van een actualisatie van het N-bemestingsadvies van aardbeien. De meest recente resultaten van N-trappenproeven die in Nederland zijn uitgevoerd dateren uit de periode 1987-1989. De proeven met vermeerderingsplanten (Postma, 2002) zijn hier buiten beschouwing gelaten. De N-trappenproeven uit 1987-1989 zijn uitgevoerd met de normale teelt, terwijl de verlate teelt met gekoelde wachtbedplanten momenteel de gangbare teeltmethode is. Dit is ook de beperking van de meer recente informatie afkomstig uit België.

Gegevens over de N-opname door een aardbeigewas zijn ook slechts beperkt voorhanden. Zo zijn geen gegevens gevonden van een gewas dat in het geheel geen N-gift heeft ontvangen. In het onderzoek uit 1987-1989 bleek dat de N-opname van een goed ontwikkeld gewas 70-80 kg N per ha was. In het Belgische onderzoek liep dit op tot 200 kg N per ha.

In het algemeen was de opbrengstrespons in de N-trappenproeven beperkt, maar in 1998/1999 was er in het Belgische onderzoek wel een heel duidelijke opbrengsttoename in het traject waarbij de N-gift werd verhoogd van 70 tot 170 kg N per ha. Dit lijkt een verhoging van het advies te rechtvaardigen.

2.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies aardbei

2.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Op basis van Nederlands onderzoek kan geen aanpassing van het huidige N-bemestingsadvies worden voorgesteld. Er zijn geen N-proeven uitgevoerd. De enige beschikbare proeven zijn drie proeven die dateren uit de periode 1987-1989. Deze proeven geven geen aanleiding tot aanpassing van het advies, aangezien er geen reactie van de N-gift op opbrengst en kwaliteit werd vastgesteld. Mogelijk is op basis van de resultaten van deze proeven het huidige N-bemestingsadvies gebaseerd. Een kanttekening die daarbij geplaatst moet worden is dat het hier ging om de normale teelt, die in Nederland niet veel meer wordt toegepast, en dat in alle objecten van de proeven in het najaar stalmest + 50 kg N per ha via kunstmest is toegediend, waardoor de N-respons in een beperkt traject aan N-giften is onderzocht.

Aanvullend is nog wel informatie beschikbaar uit recenter uitgevoerde proeven in België. De respons van de opbrengst op de N-gift, die in één van de twee onderzoeksjaren ten gevolge van de verhoging van de N-gift van 70 tot 170 kg N per ha werd gevonden, wijst er op dat het Nederlandse advies mogelijk te laag is.

2.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit informatie uit de praktijkprojecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat op deze bedrijven gemiddeld 165 kg N/ha is gegeven. Daarbij wordt op vrijwel alle percelen (veel) meer bemest dan de adviesgift volgens de Adviesbasis.

De overschrijding van de bestaande N-adviezen is nog groter op 'normale' praktijkbedrijven die worden begeleid door Lucel en DLV. Daar ligt de gift aan werkzame N met een niveau van 235-250 kg N per ha nog aanmerkelijk hoger. Het DLV-advies voor productieteelt van aardbeien bedraagt 200 kg N per ha.

2.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

De informatie die gebruikt kan worden voor de onderbouwing van een actualisering van het advies van productieaardbeien is beperkt. Er zijn geen onderzoeksgegevens van proeven uitgevoerd met de verlate teelt. De informatie uit beschikbare proeven met de normaalteelt wijst in het algemeen niet op de noodzaak van een aanpassing van het bestaande advies, met uitzondering van een proef uit België. Er is echter sprake van een groot gat tussen de N-gift die in de praktijk wordt gehanteerd en het bestaande advies. Mogelijk hangt dit samen met i) de veranderde teeltwijze (verschuiving naar verlate teelt), ii) de veronderstelling dat een hoge N-gift niet snel leidt tot een nadelig effect op opbrengst en kwaliteit en iii) de lage meststofkosten ten opzichte van de opbrengstprijzen, waardoor een incidenteel optredend positief effect van de N-gift op opbrengst en kwaliteit economisch rendabel is.

Op basis van een combinatie van de informatie uit de Belgische proeven en de gerealiseerde gemiddelde N-bemesting op voorloperbedrijven in de projecten Praktijkcijfers II en Telen met toekomst wordt voorgesteld het N-bemestingsadvies te verhogen tot 185– N_{min} (0-30). Dit is gebaseerd op een gift van 165 kg N/ha en een N_{min}-voorjaar van 20 kg N/ha.

Aanbevolen wordt in de toekomst N-trappenproeven uit te voeren en/of aanvullende informatie te verzamelen op praktijkpercelen ter onderbouwing van het hier voorgestelde aangepaste N-bemestingsadvies.

2.5 Literatuur

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

DLV (1997) De teelt van aardbeien in de vollegrond van A tot Z, DLV-Vollegrondsgroenteteelt, Horst, 90 pp.

Gröninger H & Wijsmuller J (1990) Aardbei en stikstof een paar apart! Weekblad Groenten en Fruit, 23 februari 1990, 54-55.

Maas, R. van der (1998) Stikstofbemesting aardbei kan veel efficiënter. Groenten en Fruit, vakdeel vollegrondsgroenten, 8 mei 1998, 22-23.

PCF-PAH. Stikstofbemestingsonderzoek aardbeien 1997-1999, België (Interne notitie PCF-PAH).

Schröder JJ, Aarts HFM, Bode MJC de, Dijk W van, Middelkoop JC van, Haan, MHA de, Schils, RLM, Velthof GL & Willems WJ (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp. + bijlagen.

Wijsmuller J (1989) Aardbei ondankbaar voor stikstof? De Fruitteelt 10, 10 maart 1990, 24-25.

3 Aanpassing N-bemestingsadvies andijvie

3.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast.

3.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Het bestaande voorraadbemestingsadvies voor vroege en latere teelten van andijvie bestaat uit een vaste N-gift die rekening houdt met de voorraad Nmineraal in de bodemlaag 0-30 cm (Van Dijk, 2003; tabel 3.1).

Tabel 3.1. **N-bemestingsrichtlijn andijvie**¹.

Teelt	N-gift
eerste teelt geplant voor 15 mei ²	190 - 1,4*Nmin (0-30)
eerste teelt geplant na 15 mei of volgteelt	140 - 1,4*Nmin (0-30)

¹ Met de hier geadviseerde N-giften is de kans op te hoge nitraatgehalten in het product (overschrijding Warenwetnorm) gering.

² Bij planten vóór 1 april is de basisgift minimaal 25-30 kg N per ha.

Bij de Nmin-voorraad van 20 kg N per ha in de laag 0-30 cm in het voorjaar, bedraagt de totale adviesgift voor vroege andijvie $190 - 28 = 162$ kg N/ha. Voor latere teelten en volgteelten is het advies, bij Nmin-voorraden van 40 en 50 gelijk aan respectievelijk 84 en 70 kg N/ha.

3.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Het huidige stikstofadvies voor andijvie werd reeds in 1984 vermeld in de adviesbasis als zijnde de som van de basisbemesting plus een eventuele bijbemesting. Dit advies is dus meer dan 20 jaar oud en houdt onder andere rekening met enerzijds het kropgewicht van de andijvie en anderzijds met het nitraatgehalte in het verse product. Dit laatste aspect is ook voor telers een reden waarom zij niet te hoog zullen gaan in de stikstofbemesting van andijvie (van bladgewassen in het algemeen).

3.1.3 Motivering van de actualisatie

LTO-Groeiservice geeft het volgende aan. Andijvie kan als voorjaars-, zomer- en herfstteelt worden geteeld. Voor de voorjaarsteelt van andijvie gaat men uit van een N behoefte van 200 kg N/ha, voor de zomerteelt van 100 kg N/ha en voor de najaarsteelt van 150 kg N/ha.

De opbrengst van andijvie is ongeveer 40.000 kg/ha. De verschillen tussen de seizoenen lopen op van 100 kg N/ha meer nodig voor vroege teelten en 100 kg/ha N minder voor zomerteelten.

De DLV geeft signalen af die in dezelfde richting wijzen. Zij adviseren een advies dat 20 kg hoger ligt dan de huidige N-bemestingsadviezen.

3.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

Hierna worden datasets/publicaties beschreven die beschikbaar zijn voor de actualisatie van adviezen.

3.2.1 Database van Praktijkcijfers 2

Bij de data van Praktijkcijfers 2 is de N-bemesting op 4 praktijkbedrijven met andijvie in de 2000 en 2001 geregistreerd en van 2 bedrijven in 2002 (tabel 3.2). Het betreft hier dus steeds de gangbare

bemesting op praktijkpercelen. Er waren geen andere objecten (N-trappen) aanwezig. Deze informatie is niet direct bruikbaar voor een actualisatie van adviezen met de verschil-, balans- of responsmethode, maar is wel zinvol, aangezien het gaat om informatie over de bemesting op voorloperbedrijven, die relatief bewust omgaan met hun mineralenmanagement.

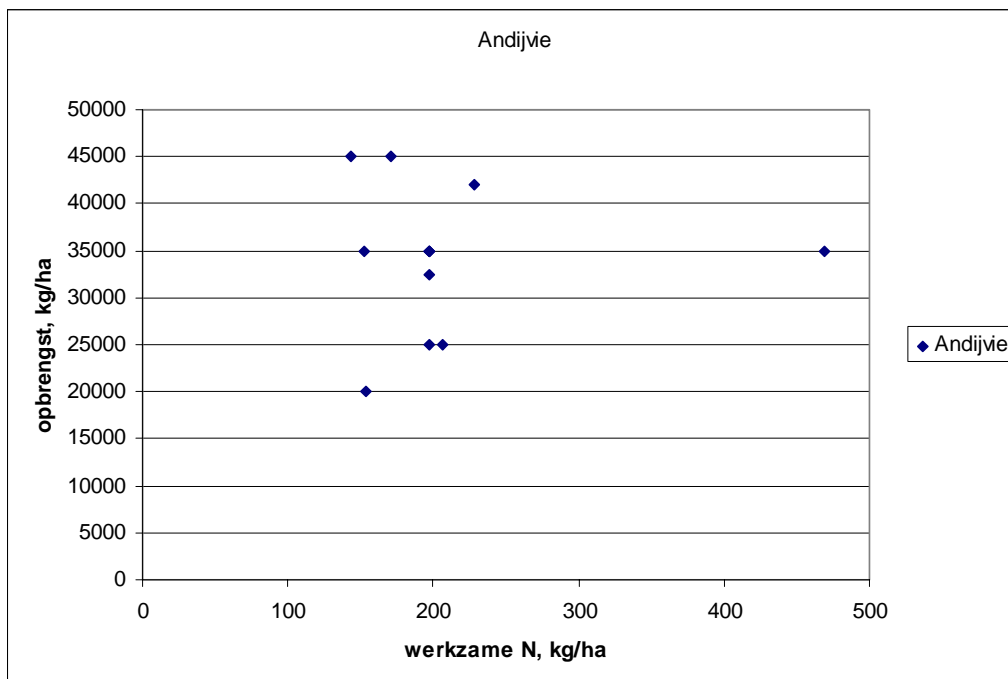
Tabel 3.2. **N-bemesting van andijvie in het project Praktijkcijfers 2. Weergegeven zijn de werkzame N-gift (gemiddelde van de percelen), het percentage van het aantal percelen waarop de N-gift hoger was dan het N-bemestingsadvies en de spreiding in de werkzame N-gift tussen afzonderlijke percelen.**

Gewas	jaar	aantal telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-advies	% overschrijding	spreiding
Andijvie	2000	4	5	212	160	20	143-469
	2001	4	7	176	160	86	117-228
	2002	2	7	193	160	100	171-197

Uit de tabel blijkt dat de werkzame N-gift gemiddeld 194 kg N per ha bedroeg en dat de gemiddelde gift varieerde van 176 tot 212 kg N/ha. Verder blijkt dat het percentage van de percelen dat een overschrijding laat zien van de voorgestelde norm sterk varieerde en dat er sprake was van een aanzienlijke spreiding en flinke uitschieters (469 kg N per ha) in de gift aan werkzame N op afzonderlijke percelen.

Het is niet bekend hoe de verdeling van de percelen was over de planting voor 15 mei en die na 15 mei. Bij planting na 15 mei geldt een adviesgift van 70 kg N/ha. In Praktijkcijfers 2 was de gemiddelde N-bemesting tenminste 34 kg/ha hoger dan die volgens de adviesgift van de Adviesbasis.

Van een deel van de percelen is, behalve de N-bemesting, de opbrengst bekend. Deze is door de telers zelf opgegeven en hieruit is de N-opname af te leiden. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst per bedrijf is weergegeven figuur 3.1. De spreiding blijkt dusdanig te zijn dat geen relatie uit deze figuur is af te leiden.



Figuur 3.1. **Relatie tussen de werkzame N-gift en de opbrengst voor andijvie (Praktijkcijfers 2).**

3.2.2 Database van Telen met toekomst

In het project Telen met toekomst is in de periode 2000 t/m 2003 door de deelnemende praktijkbedrijven de bemesting op perceelsniveau geregistreerd. Evenals in het project Praktijkcijfers 2 betreft het hier bedrijven die een intensieve teeltbegeleiding hebben gehad, waarbij in het bijzonder

aandacht aan het mineralenmanagement is besteed. De percelen met andijvie waren gelegen in de twee groenteregio's (NBr, L) die in het project waren opgenomen. In tabel 3.3 is de gerealiseerde N-bemesting op de andijviepercelen weergegeven.

Tabel 3.3. **Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in relatie tot het N-bemestingsadvies in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.**

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	percelen	Nwz, wettelijk	Ntotaal		
Andijvie	vroeg	2	4	16	143	200	160	31
Andijvie	zomer	2	4	6	63	78	160	0
Andijvie	herfst	2	4	11	57	63	70	27
Andijvie	totaal			33				24

Uit tabel 3.3 blijkt dat de gemiddelde aanvoer aan werkzame N op de percelen beneden het N-bemestingsadvies ligt. Daarbij moet worden opgemerkt dat één van de twee telers een laag plantgetal hanteerde en er voor toepassing van het NBS intensief bemonsterd is. De hoogte van de N-bemesting was daardoor mogelijk lager. Aangezien er sprake is van een aanzienlijke spreiding tussen de afzonderlijke percelen is het aandeel percelen met een overschrijding van het huidige N-bemestingsadvies ruwweg 25%.

In het project Praktijknetwerk/Telen met toekomst is in 2004 op 42 vollegrondsgroentebedrijven de bemesting op gewasniveau geregistreerd. De resultaten zijn opgenomen in projectrapport "Rapportage bemesting 2004, Telen met toekomst".

Op de vollegrondsgroentebedrijven betrof het onder andere 7 percelen met andijvie. De resultaten van de N-bemesting staan weergegeven in tabel 3.4. Op ruim 30% van de percelen met vroege en zomerandijvie werd het huidige N-bemestingsadvies overschreden. Op het perceel met herfstandijvie werd het N-advies van 70 kg N per ha (uitgaande van een Nmin-voorraad van 50 kg N per ha) overschreden.

Tabel 3.4. **Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in 2004 in het project Praktijknetwerk/Telen met toekomst.**

Gewas	Teeltwijze	aantal per- celen	Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
			N-werkzaam, wettelijk	Ntotaal		
Andijvie	Vroeg	3	149	214	160	33
Andijvie	Zomer	3	142	196	160	33
Andijvie	Herfst	1	89	89	70	100
Andijvie	Totaal	7				43

3.2.3 De Rooster en Spiessens (2001)

In 2000 zijn in Sint-Katelijne-Waver (België) twee proeven uitgevoerd waarin meststoffen en bemestingssystemen werden vergeleken bij onder andere andijvie. Bij de vroege teelt waren 2 N-giften met kalkammonsalpeter (KAS) aanwezig: 170 en 130 kg N/ha bij een Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm van 30 kg N/ha. Er was geen significant verschil in opbrengst tussen beide giften; de hoeveelheid minerale N in de bodem na de oogst was bij de hoge gift bijna 3 keer zo hoog als bij de lage gift.

Bij de late teelt waren de beide KAS-giften 150 en 120 kg N/ha bij een Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm van 30 kg N/ha. In deze proef gaf de hoge N-gift een hogere marktbaar opbrengst dan de lage N-gift: 48,8 ton tegen 45,4 ton/ha.

3.2.4 De Rooster (1997)

In Sint-Katelijne-Waver (België) is in het najaar van 1996 een N-bemestingsproef uitgevoerd met 4 N-trappen, variërend van 0 tot 167 kg N per ha. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5. **Resultaten van N-bemestingsproef met andijvie, najaar 1996, België.**

Object	N-gift, kg N/ha	Oogst%	Gewicht, kg/100 st.	Nitraatgehalte, ppm
1	0	83	84	764
2	150 – Nmin = 67	93	88	768
3	200 – Nmin = 117	93	87	780
4	250 – Nmin = 167	93	100	1250

Uit tabel 3.5 blijkt dat de hoogst N-gift leidde tot de hoogste opbrengst en een acceptabel nitraatgehalte. De Rooster concludeert dat een goede startgift bij andijvie belangrijk is, maar hij stelt tevens dat in een jaar met minder regenval het risico van een overschrijding van de nitraatnorm bij de hoogste N-gift groot is.

3.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

Op basis van Nederlands onderzoek kan geen aanpassing van het huidige N-bemestingsadvies van andijvie worden voorgesteld. Er zijn geen proeven uitgevoerd. Uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat er een grote spreiding bestaat in de gerealiseerde N-gift per perceel. De meeste overschrijdingen van het bestaande N-bemestingsadvies komen voor bij de late teelt. Het hier beschreven beschikbare, uit Nederland afkomstige materiaal geeft geen aanleiding om het bestaande bemestingsadvies aan te passen. LTO Groeiservice en de DLV geven aan dat het advies mogelijk 10-20 kg hoger zou moeten zijn.

De proeven uit België geven aan dat de hoogste N-giften in twee van de drie beschreven situaties tot de hoogste opbrengst hebben geleid. Dit wijst erop dat het Nederlandse advies mogelijk te laag is.

3.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies andijvie

3.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Resultaten van N-trappenproeven met andijvie, uitgevoerd in Nederland, zijn niet beschikbaar. Wel zijn er gegevens van drie N-trappenproeven, die zijn uitgevoerd in België. Aangezien de hoogste N-gift in in Belgische proeven met een herfstteelt tot de hoogste opbrengst leidde, wijst dit er op dat het Nederlandse advies voor de herfstteelt mogelijk te laag is.

3.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat er een grote spreiding bestaat in de gerealiseerde N-gift per perceel. In Praktijkcijfers 2 gaven de telers tenminste 34 kg N/ha meer dan de adviesgift volgens de Adviesbasis.

3.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Op basis van de Belgische proeven en de resultaten van de gerealiseerde N-bemesting op praktijkbedrijven in Praktijkcijfers II en Telen met toekomst wordt voorgesteld om het huidige advies voor vroege en late teelten met 20 kg N/ha te verhogen.

De adviezen luiden dan:

- eerste teelt geplant voor 15 mei: $210 - 1,4 \cdot N_{\min}$ (0-30)
- eerste teelt geplant na 15 mei of volgteelt: $160 - 1,4 \cdot N_{\min}$ (0-30)

3.5 Literatuur

Dekker P., A.M. van Dam & A. Pronk (2005) Rapportage bemesting 2004, Projectrapport Telen met toekomst. April 2005

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Poll JTK (1994) Teelt van andijvie. Teelthandleiding nr. 65, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt, Lelystad, 60 pp.

Rooster, L de. (1997). Andijvie late teelt in de open lucht; regen verstoort bemestingsproef. Proeftuinnieuws 2, 24 januari 1997, 40-41

Rooster, L de & K. Spiessens (2001) Stikstofbemestingsproef andijvie en kropsla herfstteelt 2000; met rijenbemesting langer ammonium. Proeftuinnieuws 14, 13 juli 2001, 9-10.

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

4 Aanpassing N-bemestingsadvies asperges

4.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

4.1.1 Beschrijving van het bestaande advies met eventuele differentiatie van het advies naar ras/teeltwijze/bestemming van het product

Volgens de secretaris van de Commissie Bemesting Akkerbouw en Vollegrondsgroentengewassen is er geen documentatie beschikbaar ter onderbouwing van het stikstofbemestingsadvies. Het huidige stikstofbemestingsadvies staat weergegeven in tabel 4.1 (Van Dijk, 2003).

Tabel 4.1. **N-bemestingsrichtlijn asperges.**

leeftijd	N-gift
1 ^e en 2 ^e jaar	80 – Nmin (0-90) ¹
Oogstjaren	100 – Nmin (0-90) ²

¹ Nmin-bemonstering in het voorjaar.

² Nmin-bemonstering na de oogst in juni

Voor de opkweek van aspergeplanten in de vollegrond bestaat geen N-bemestingsadvies.

4.1.2 Motivering van de actualisatie

De DLV geeft aan dat door het gebruik van meer productieve rassen en een hogere plantdichtheid het N-bemestingsadvies met circa 55 kg N/ha zou moeten worden verhoogd.

In het 1e jaar is de kunstmestgift vaak lager, maar de organische mest is dan vaak zeer groot, omdat je in de komende 10 jaar geen organische mest in de diepere lagen kunt krijgen. Later gaat er wel een lagere hoeveelheid organisch materiaal op om toplaag in conditie te houden.

Ook worden er de laatste jaren andere teeltwijzen aangehouden, die mogelijk een hogere N-behoefte hebben. Deze onderscheiden zich door de hogere plantaantallen die worden aangehouden, het gebruik van bodemverwarming en een kortere levensduur van de asperges.

De meeste bedrijven hebben percelen met oudere en recentere tijdstippen van aanplant. Het is niet zo dat op een aspergebedrijf jaarlijks een nieuwe aanplant wordt uitgevoerd.

Verder is nagegaan bij een teler die qua bemesting representatief is voor de praktijk hoe de bemesting bij de opkweek van aspergeplanten plaatsvindt (persoonlijke mededeling E. Thomassen, DLV). Gangbaar blijkt te zijn een gift dunne varkensmest vroeg in het voorjaar, met daarin 70 kg per ha aan werkzame N, vervolgens 70 kg N via een NP-meststof en in juli, wanneer de planten nieuwe scheuten vormen nog eens circa 80 kg N als kalkammonsalpeter. In totaal bedraagt op dit bedrijf de gift aan aspergeplanten voor de opkweek dus 220 kg N per ha.

LTO Groeiservice meldt dat in de praktijk van de aspergeteelt het volgende beeld bestaat.

De teelt van asperge is een meerjarige teelt. De behoefte van het gewas verandert naarmate het gewas langer op het veld staat. Gemiddeld staat een aspergeveld negen jaar. Van deze negen jaar zijn er slechts acht waarin asperges daadwerkelijk geoogst worden. De gemiddelde opbrengst van asperges is ca. 7.000 kg/ha. Per jaar verschilt de geoogste hoeveelheid.

Jaar 1: groenbemesters gedurende het jaar, veelal gras. In de herfst wordt champost toegediend.

Hiermee wordt de pH verhoogd en de structuur verbeterd, zodat aspergeplanten zich optimaal kunnen ontwikkelen. Dit is een voorbereidend jaar, waarvoor geen stikstofadvies bestaat.

Jaar 2: aanleg van het perceel in het voorjaar. Gedurende dit jaar is er veelal geen bemestingsgift. Er wordt ca 1.000 kg/ha geoogst. Een bemesting is ook niet nodig daar in het voorafgaande jaar veel

champost (of stalmest) is toegediend.

Jaar 3: het eerste oogstseizoen wordt veelal 125 kg N/ha toegediend, er wordt ca. 3.000 kg/ha geoogst.

Jaar 4: dit seizoen wordt wederom 125 kg N/ha toegediend, de oogst is 6.000 kg/ha.

Jaar 5: naarmate het aspergeveld langer staat neemt de stikstofbehoefte af er wordt in het derde oogstseizoen ca. 100 kg N/ha toegediend. De oogst is 7.000 kg/ha.

Vanaf jaar 7 neemt de oogst per ha af.

Spreiding in de N-bemesting vindt plaats gedurende de productie jaren. Des te ouder het aspergeveld des te lager de N behoefte wordt. Bij de aanleg van een aspergeveld wordt zo ruim mogelijk gebruik gemaakt van champost, in de praktijk tot 100 m³. De reden hiervoor is het optimaal klaarmaken van de grond voor de groei en beworteling van de aspergeplanten. Structuuropbouw en pH-verhoging is hierbij van essentieel belang om de aspergeplanten in het aspergeveld zo goed mogelijk te laten ontwikkelen. De N toediening op dat moment ligt in dat geval op 250 tot 300 kg N/ha. De noodzaak om bodemverbeteraars als compost te kunnen blijven gebruiken is erg groot.

De spreiding op basis van seizoensinvloeden wordt in het bijzonder veroorzaakt door de hoeveelheid neerslag. In natte jaren wordt tot 50 kg N/ha meer toegediend.

In Duitsland wordt bij de N-bemesting van asperges uitgegaan van een bijmeststelsel, waarbij rekening wordt gehouden met de mineralisatie en met een restvoorraad in de bodem in het najaar van 30 kg N/ha. De werkzame N-giften bedragen dan (bij 13.000 planten per ha) en inclusief Nmin:

- in het eerste groeijaar in mei: 85 kg-Nmin (0-80 cm) N/ha;
- in het tweede jaar: 145-Nmin (0-80 cm) kg N/ha;
- in het derde en de volgende jaren: 100-Nmin (0-80 cm) kg N/ha.

In grote lijnen komt het Duitse systeem overeen met het in Nederland geldende advies, behalve voor het tweede jaar. In dat jaar is het Duitse advies 65 kgN/ha hoger dan het Nederlandse advies.

4.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

Hierna worden datasets/publicaties beschreven die beschikbaar zijn voor de actualisatie van adviezen.

4.2.1 Database van Praktijkcijfers 2

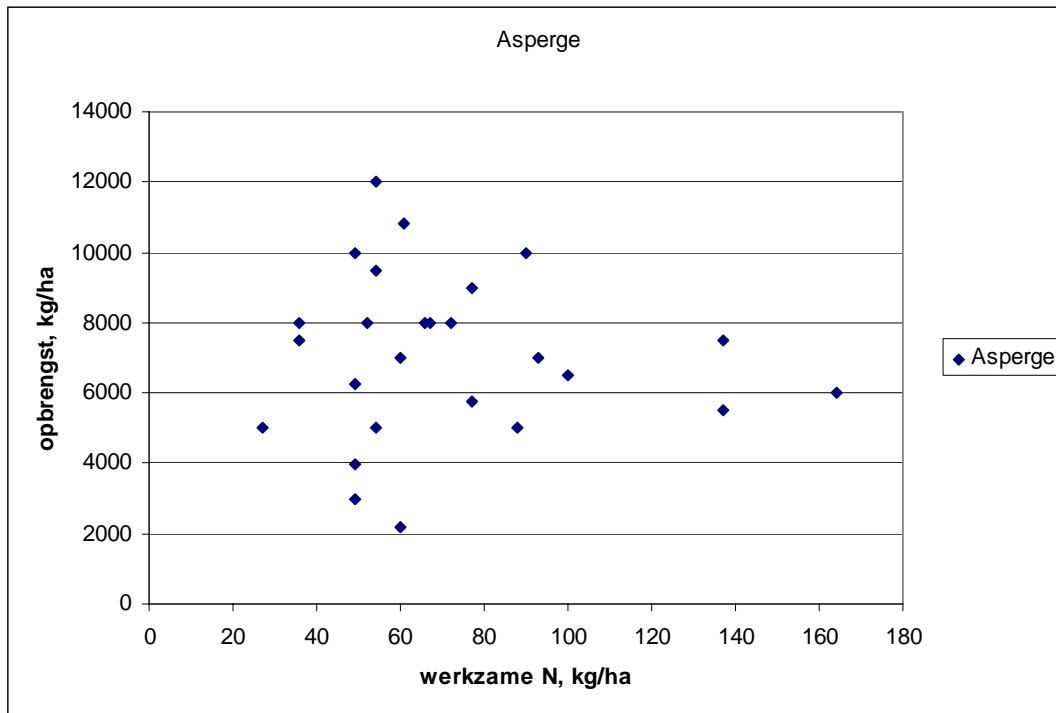
Tabel 4.2. **N-bemesting van asperge in het project Praktijkcijfers 2. Weergegeven zijn de werkzame N-gift (gemiddelde van percelen), het percentage van het aantal percelen waarop de N-gift hoger was dan het huidige N-advies (uitgaande van een Nmin-voorraad van 35 kg N per ha) en de spreiding in de werkzame N-gift tussen afzonderlijke percelen.**

Gewas	jaar	Aantal Telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-advies, kg N/ha	% over- schrijding	spreiding
Asperge	2000	10	29	83	65	83	46-218
	2001	8	17	65	65	77	49-137
	2002	8	19	61	65	53	27-93

Uit tabel 4.2 blijkt dat de werkzame N-gift gemiddeld circa 70 kg N/ha bedroeg, en dat de gemiddelde gift varieerde van 61 tot 83 kg N/ha. Verder blijkt dat het percentage van de percelen dat een overschrijding laat zien van het N-advies gemiddeld ruim 70% bedroeg en dat er sprake was van een aanzienlijke spreiding en flinke uitschieters (218 kg N per ha) in de gift aan werkzame N op afzonderlijke percelen. De hoogste niveaus werden veroorzaakt door forse giften aan champost of stalmest bij de aanleg van een aspergeveld.

Van een deel van de percelen is de N-bemesting en de opbrengst bekend. Deze zijn door de telers zelf opgegeven. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst per bedrijf is weergegeven figuur 4.1.

De spreiding blijkt dusdanig te zijn dat geen relatie uit deze figuur is af te leiden. Vrijwel alle bedrijven die ook hun opbrengst registreerden bleven met hun werkzame N-gift beneden de 100 kg N/ha.



Figuur 4.1. Relatie tussen de werkzame N-gift en de opbrengst voor asperge (Praktijkcijfers 2).

4.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

Er zijn de afgelopen jaren geen N-bemestingsproeven bij asperge uitgevoerd. In onderstaande tabel 4.3 wordt een samenvatting van de praktijkgegevens of –adviezen gegeven.

Tabel 4.3. Benodigde N-gift bij de teelt van asperges volgens diverse bronnen.

Bron	Benodigde N-gift
DLV	Gebruiksnorm van 120 kg N/ha. In eerste jaren vaak minder door startgift met organische bemesting. Voor de opkweek van aspergeplanten is een bemesting van 220 kg N/ha nodig.
LTO Groeiservice	Startgift met organische mest. Vervolgens in 1 ^e jaar geen N. In 2 ^e en 3 ^e jaar (1 ^e en 2 ^e oogstjaar) 125 kg N/ha bemesten (excl. Nmin). Vanaf 3 ^e oogstjaar max. 100 kg N/ha bemesten
Duitsland	Eerste groei- en oogstjaar: 85 kg N/ha (incl. Nmin). 2 ^e jaar: 145 kg N/ha (incl. Nmin) Vanaf 3 ^e jaar: 100 kg N/ha (incl. Nmin).
Praktijkcijfers 2	Werkzame N-gift gemiddeld 70 kg N/ha (excl. Nmin).

4.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies asperge

4.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Er zijn geen resultaten van Nederlandse N-bemestingsproeven beschikbaar van asperges.

4.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

In het project Praktijkcijfers 2 is op 70% van de percelen een hogere N-bemesting gegeven dan de bemestingsgift volgens de Adviesbasis.

4.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Op basis van de gerealiseerde N-bemesting in het project Praktijkcijfers 2, het hogere N-bemestingsadvies in Duitsland en hetgeen door LTO-Groeiservice is verwoord, is te overwegen het N-bemestingsadvies voor het tweede en derde jaar vanaf de aanplant te verhogen tot 125 –Nmin. Het voorstel voor het aangepaste advies is als volgt:

1^e jaar (jaar van aanplant): 80 – Nmin (0-90) (gelijk aan het bestaande advies).

2^e en 3^e jaar na aanplant: 125 – Nmin (0-90) (hoger dan huidige advies).

4^e en latere jaren na aanplant: 100 – Nmin (0-90) (gelijk aan het bestaande advies).

Er zijn geen proefveldresultaten en geen gegevens uit praktijkprojecten bekend over de N-bemesting bij de opkweek van aspergeplanten. DLV hanteert voor de opkweek een adviesgift van 220 kg N/ha (excl. Nmin).

4.5 Literatuur

Anonymus (1993) Asperge neemt in tweede jaar veel stikstof op. Groente+Fruit, Vollegrondsgroenten, no. 47, 26 november 1993, p. 2.

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Poll JTK (1998) Teelt van witte asperge. Teelthandleiding nr. 80, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad, 81 pp.

5 Aanpassing N-bemestingsadvies bloemkool

5.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

5.1.1 Beschrijving van het bestaande advies.

In het bestaande advies (Van Dijk, 2003) wordt onderscheid gemaakt naar de voorjaars-, zomer- en herfstteelt enerzijds en de teelt van winterbloemkool anderzijds.

De N-bemestingsrichtlijn voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt is weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1. **N-bemestingsrichtlijn voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt van bloemkool (kg N/ha).**

teelt	N-gift voor planten
voorjaar/zomer/herfstteelt	225 – Nmin (0-60)

De N-bemestingsrichtlijn voor winterbloemkool is weergegeven in tabel 5.2. De richtlijn is opgebouwd uit meerdere giften, die verspreid over de groeiperiode worden toegediend. Daarbij wordt de Nmin-voorraad in de bovenste 60 cm van de bodem op meerdere tijdstippen bepaald. Het advies onderscheidt zich van het NBS, omdat geen rekening wordt gehouden met de N-opname.

Tabel 5.2. **N-bemestingsrichtlijnen winterbloemkool (kg N/ha).**

Tijdstip	Ras	
	Zeer vroeg	Vroeg/Middenvroeg/Laat
Planten (augustus)	100 – Nmin (0-60)	100 – Nmin (0-60)
Oktober	75 – Nmin (0-60)	
Half januari	100 – Nmin (0-60)	
Begin-half februari ¹		100 – Nmin (0-60)
Maart ²		50

¹ Vroege en middenvroege rassen begin februari, late rassen half februari.

² Vroege en middenvroege rassen 1^e helft maart, late rassen 2^e helft maart.

5.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Zomer/herfstbloemkool

Huidig advies is door Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroenteteelt in 1995 vastgesteld en is gebaseerd op onderzoek in 1990-1992 (Everaarts & De Moel, 1995).

Het bestaande advies voor bloemkool is in 1995 verlaagd. In 1992 bedroeg het N-advies nog 300 – Nmin (0-60) kg N/ha (Sieling, 1992).

Winterbloemkool

Huidig advies is door CBAV in 2002 vastgesteld. Het is gebaseerd op het DLV-advies, dat op zijn beurt vooral is gebaseerd op praktijkervaringen, en op N-bemestingsonderzoek uit 1997 en 1998.

Voor 2002 was het advies nog opgebouwd uit een gift van maximaal 50 kg N per ha voor de winter, een gift van 250 – Nmin (0-60) in februari/maart en 6-8 weken daarna nog een gift van 60-80 kg N per ha (Van Dijk, 1999).

5.1.3 Motivering van de actualisatie

De volgende zaken worden gemeld door LTO-Groeiservice en teeltadviseurs van DLV en Agrifirm:

- Bloemkool neemt gedurende een korte periode na planten een grote hoeveelheid N op: 175 kg N per ha in 8 weken. Daartoe moet vooral in voorjaars- en herfstteelten voldoende N beschikbaar worden gemaakt via bemesting.
- Er is sprake van een grote spreiding in N-behoefte van de diverse teelten. Met name de herfst- of najaarsteelten hebben een hogere behoefte, doordat de kg-opbrengst hoger is dan die van voorjaarsrassen. Agrifirm geeft ook aan dat de N-behoefte van bloemkool rasafhankelijk is, en oploopt tot 350 kg N per ha voor bepaalde rassen ten behoeve van de teelt van winterbloemkool.
- Daarnaast zijn de afspraken die worden gemaakt met de afnemer over de levering van de bloemkool van invloed op de teelt, de planning en ook op de bemesting.

5.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

5.2.1 Everaarts & De Moel (1995)

Het betreft 7 proeven met late zomer- of vroege herfstteelten, die zijn uitgevoerd in de periode 1990-1992 op het ROC Zwaagdijk, op praktijkpercelen bij bloemkooltelers in Noord Holland en op het toenmalige Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad. De proeven zijn allemaal uitgevoerd met 5 N-trappen en de giften varieerden van 0 tot 130 (250 – N_{min}) in de proef met de laagste N-giften tot 0 tot 350 kg N per ha in de proef met de hoogste N-giften. In de proeven werd een breedwerpig toediening van meststoffen vergeleken met rijenbemesting. De proeven zijn uitgebreid geanalyseerd en beschreven en geschikt voor het afleiden van de optimale N-gift met de responsmethode.

Aangezien het bij bloemkool niet gaat om het geogste veldgewicht maar om het aantal geogste bloemkolen is dat beschouwd in de proeven. Het aantal geogste kolen werd niet beïnvloed door de N-gift. Ook de kwaliteit, in de vorm van het aantal geogste bloemkolen met kwaliteit I, werd niet beïnvloed door de N-gift. Het aantal geogste bloemkolen van de maat 'zes' vertoonde in het grootste deel van de 7 proeven wel een relatie met de N-gift. Combinatie van de parameters 'kwaliteit I' en 'maat zes', het aantal bloemkolen met kwaliteit I maat zes, is de standaard grootheid voor evaluatie van de opbrengst van bloemkool. Deze vertoonde hetzelfde beeld als het aantal bloemkolen maat zes.

Er zijn twee regressiemodellen gepresenteerd die kunnen worden gebruikt voor afleiding van de optimale N-gift: een exponentieel model en een broken-stick model. Na aggregatie van de resultaten uit alle proeven in een figuur, leidde het exponentiële model tot een zeer goede relatie met de opbrengst, vooral als de N_{min}-voorraad in de 0-60 cm werd betrokken bij de N-gift. In het onderzoeksverslag is echter niet het exponentiële model gebruikt voor afleiding van de optimale N-gift, maar het broken-stick model. Dit is gedaan voor de afzonderlijke proeven en de keuze voor het gekozen model is cruciaal voor de hoogte van het afgeleide advies. De op deze wijze afgeleide optimale N-gift bedroeg 224 – N_{min}.

De discussie over de keuze uit verschillende regressiemodellen voor het afleiden van de optimale N-gift is in een apart artikel gevoerd (Everaarts & van den Berg, 1996). Aangegeven is dat de keuze van het regressiemodel grote gevolgen heeft voor de ligging van de optimale N-gift (figuur 5.1). In het artikel is verder beschreven dat het exponentiële model in de geaggregeerde dataset beter presteerde dan het broken-stick model, maar dat er twee redenen zijn waarom de keuze uiteindelijk niet gevallen is op dit model. De eerste reden was dat de optimale N-gift op basis van de geaggregeerde dataset hoger uitviel dan in afzonderlijke datasets en de tweede reden was dat wordt gesteld dat de N_{min}-voorraad en de aanvoer met kunstmest niet volledig vergelijkbaar zijn. Op basis van het exponentiële model was de optimale N-gift gelijk aan 300 - N_{min} (0-60 cm).

De discussie over de keuze uit verschillende regressiemodellen voor het afleiden van de optimale N-gift is in een apart artikel gevoerd (Everaarts & van den Berg, 1996). Daarin werden 3 responsmodellen vergeleken: het kwadratische, lineair exponentiële en het broken-stick model (tabel 5.3). In de tabel is weergegeven wat het effect is van het meenemen van de N_{min}-voorraad in de 0-30

cm laag en/of 0-60 cm laag. De gevolgen voor de kwadratensom van de residuen, het percentage verklaarde variantie, de optimale N-gift en de relatieve opbrengst zijn weergegeven.

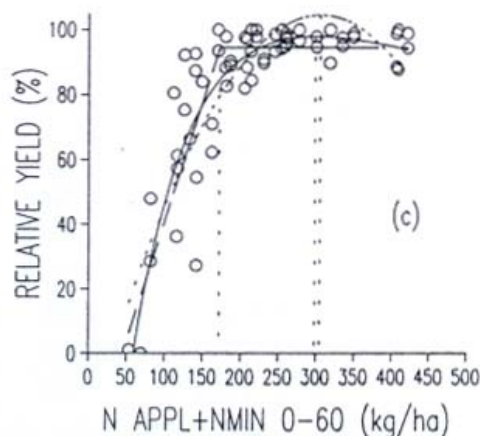
Tabel 5.3. **Resultaten van de regressie-analyse van de respons op de hoogte van de N-gift (N), op de N-gift plus de hoeveelheid Nmin bij planten in de 0-30 cm laag (N + Nmin (0-30)) of 0-60 cm laag (N + Nmin (0-60)). S.e. = standard error. (Bron: Everaarts & van den Berg, 1995).**

Responsmodel	Vrijheidsgraden	Kwadraatsom van residuen	Percentage verklaarde variantie, %	Optimale N-gift, kg N/ha (s.e.)	Relatieve opbrengst, % (s.e.)
Kwadratisch					
N	64	25056	39	224 (24)	101 (4)
N + Nmin (0-30)	64	19054	54	265 (16)	103 (3)
N + Nmin (0-60)	64	10849	74	305 (9)	105 (2)
Lineair exponentieel					
N	63	24262	40	234 (153)	96 (4)
N + Nmin (0-30)	63	17364	57	266 (77)	97 (3)
N + Nmin (0-60)	63	8307	80	299 (29)	98 (2)
Broken stick					
N	64	24933	40	115 (21)	96 (3)
N + Nmin (0-30)	64	19368	53	109 (8)	91 (3)
N + Nmin (0-60)	64	9258	78	172 (7)	95 (2)

Uit tabel 5.3 blijkt dat het lineair exponentiële model in de geaggregeerde dataset beter presteerde dan het broken-stick model, aangezien de kwadratensom van de residuen lager was en het percentage verklaarde variantie hoger. In het artikel hebben Everaarts & van den Berg (1995) echter niet gekozen voor dit model voor de afleiding van de optimale N-gift. Daarvoor voerden ze twee redenen aan. De eerste reden was dat de optimale N-gift op basis van de geaggregeerde dataset hoger uitviel dan in individuele datasets en de tweede reden was dat wordt gesteld dat de Nmin-voorraad en de aanvoer met kunstmest niet volledig vergelijkbaar zijn.

Uit tabel 5.3 blijkt ook dat de keuze van het regressiemodel grote gevolgen heeft voor de ligging van de optimale N-gift. Dit is ook nog eens weergegeven in figuur 5.1. Afleiding van de optimale N-gift met het kwadratische of het lineair exponentiële model leidde tot een N-gift van circa 300 - Nmin (0-60 cm) en gebruik van het broken-stick model leidde tot een optimale N-gift van 172 kg N per ha.

Uit tabel 5.3 blijkt verder dat het lineair exponentiële model in de geaggregeerde dataset beter presteerde dan het broken-stick model, aangezien de kwadratensom van de residuen lager was en het percentage verklaarde variantie hoger. In het artikel hebben Everaarts & van den Berg (1995) echter niet gekozen voor dit model voor de afleiding van de optimale N-gift. Daarvoor voerden ze twee redenen aan. De eerste reden was dat de optimale N-gift op basis van de geaggregeerde dataset hoger uitviel dan in individuele datasets en de tweede reden was dat wordt gesteld dat de Nmin-voorraad en de aanvoer met kunstmest niet volledig vergelijkbaar zijn.



Figuur 5.1. Relatie tussen N-gift + Nmin-voorraad en de relatieve opbrengst. Optimale N-giften zijn afgeleid volgens een broken-stick (links), een lineair exponentieel en een kwadratisch regressiemodel (Everaarts & van den Berg, 1996).

5.2.2 Van den Broek (1995)

In 1993 en 1994 zijn proeven uitgevoerd op ROC Zwaagdijk. Het effect van een aantal teelthandelingen, waaronder de N-bemesting, op het ontstaan bij gele onderkanten bij bloemkool is onderzocht. Daartoe zijn in de proeven 3 N-trappen aangelegd: 0, 100 en 200 kg N per ha. Uit het onderzoek bleek dat een toename van de N-gift leidde tot een toename van het optreden van gele onderkanten. Opbrengstgegevens zijn niet gepresenteerd. De proeven zijn niet bruikbaar voor actualisatie van het bestaande advies, aangezien opbrengstgegevens niet zijn gepresenteerd.

5.2.3 De Putter en Everaarts (2000)

In 1998 en 1999 zijn monsters verzameld van praktijkpercelen om de het inzicht te vergroten in de bijdrage van verschillende factoren aan het voorkomen van geel blad in bloemkool. De inventarisatie leverde niet echt een duidelijk beeld op. Wel werd opgemerkt dat seizoensinvloeden van groot belang zijn. Waarschijnlijk speelt N een rol, maar ook andere factoren. Vastgesteld werd dat geel blad een minder grote rol speelt dan in het verleden als gevolg van het gebruik van andere rassen, teeltmethoden en een andere behandeling ten behoeve van het veilingklaar maken (meer blad wegsnijden). De gegevens zijn niet bruikbaar voor actualisatie van het advies.

5.2.4 Everaarts (1998)

In de jaren 1995, 1996 en 1997 zijn de effecten van stikstof op de opbrengst, kwaliteit en N-benutting van bloemkool onderzocht (Everaarts, 1998). Dit is gedaan voor de late zomerteelt, ras Fremont. De proeven zijn uitgevoerd op de proeftuin in Zwaagdijk, op het PAV in Lelystad en op praktijkpercelen van een teler in Lutjebroek. Een bemesting volgens het advies is vergeleken met een controle-object zonder N-bemesting. De proeven zijn niet bruikbaar voor een aanpassing van het advies, aangezien de daarvoor benodigde objecten niet aanwezig waren.

Op de proeftuin Zwaagdijk en op de percelen te Lutjebroek was nauwelijks een effect van N-bemesting op de opbrengst (het aantal geoogste kolen) en kwaliteit aanwezig. Dit werd geweten aan de hoge Nmin-voorraad en N-mineralisatie op de percelen. Alleen op de percelen te Lelystad werd de opbrengst, maar met name de kwaliteit (percentage zessen) wel sterk beïnvloed door N-bemesting.

5.2.5 Vlaswinkel (1999)

In 1997 en 1998 zijn er door het toenmalige PAV 5 proeven uitgevoerd met zeer vroege en middenvroeg teelten van winterbloemkool. In het seizoen 1997/1998 en 1998/1999 werden er proeven uitgevoerd met een zeer vroeg en een middenvroeg ras op de proeflocatie te Colijnsplaat. In het seizoen 1998/1999 werd daarnaast een proef uitgevoerd met een middenvroeg ras op een praktijkperceel van een teler te Bruinisse.

In de proeven met het zeer vroege ras waren 7 N-behandelingen aanwezig, waarbij de N-gift varieerde van 0 tot 270 kg N per ha en waarbij de verdeling van de N-giften over het seizoen eveneens varieerde.

In de proeven met de middenvroeg rassen waren 8 N-behandelingen aanwezig, waarbij de N-gift varieerde van 0 tot 300 kg N per ha. Ook hier werd de N-gift op verschillende wijzen over de groeiperiode verdeeld.

De proeven zijn gebruikt voor afleiding van de bestaande adviezen, die in 2002 zijn vastgesteld door de CBAV en die zijn opgenomen in de huidige adviesbasis (Van Dijk, 2003).

In de proeven met het zeer vroege ras gaven de hoge giften van 220 en 270 kg N per ha de beste resultaten te zien. Het was daarbij gunstig de giften te verdelen over de maanden augustus, oktober en januari. Dit werd ook geconcludeerd in het artikel. Vervolgens is dit vertaald in een advies, waarbij de giften in de proef werden verminderd met de Nmin-voorraad in de bodem. Aangezien de Nmin-voorraden in de proeven zeer laag waren, was het effect hiervan (voor de omstandigheden waarbij de proeven zijn uitgevoerd) beperkt.

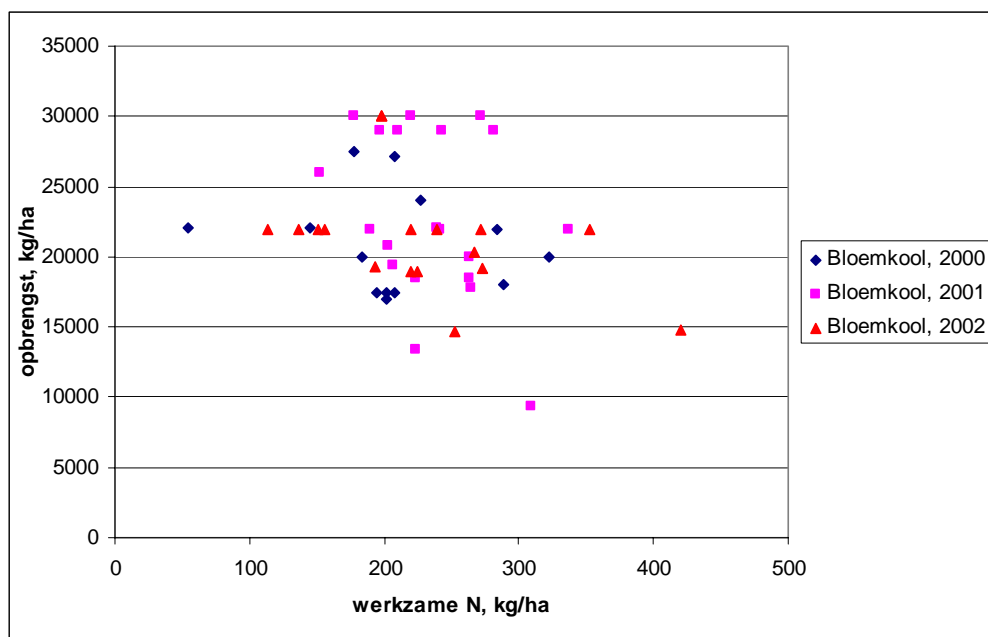
In de proeven met de middenvroeg rassen leidden de objecten met de hoogste bemesting (250-300 kg N per ha) tot de beste resultaten ten aanzien van veilbare opbrengst en kwaliteit. Dit leidde soms wel tot vrij hoge Nmin-voorraden in de bodem na de oogst, vooral bij een hoge N-gift in maart. Voorstel voor het advies was dan ook een totale N-gift van circa 250-300 kg N per ha (100 bij planten in augustus, 150 in januari en een eventuele aanvulling hierop van 50-70 in maart; Vlaswinkel, 1999). Het advies voor de eventueel te geven N in maart was echter niet gebaseerd op proefresultaten. Daarom heeft de CBAV het advies voor middenvroeg rassen het advies van 250 kg N per ha aangehouden, waarbij de giften werden verdeeld over een basisgift van 100 kg N per ha in augustus, een N-gift van 100 kg N per ha in januari en van 50 kg N in maart. Op de giften in augustus en januari werd vervolgens de Nmin-voorraad in mindering gebracht. Ook hier moet weer worden opgemerkt dat de Nmin-voorraden in de proeven erg laag waren en dat de N-gift vrijwel niet werd verlaagd door de Nmin-voorraad daarop in mindering te brengen. Er is geen aanleiding het advies voor winterbloemkool op basis van deze proefresultaten te herzien.

5.2.6 Databank Praktijkcijfers 2

Tabel 5.4. **N-bemesting van bloemkool in het project Praktijkcijfers 2. Weergegeven zijn de werkzame N-gift (gemiddelde van percelen), het percentage van het aantal percelen waarop de N-gift hoger was dan het N-bemestingsadvies van voorjaars-, zomer- en herfstteelt (uitgaande van 30 kg N per ha in 0-60 cm (Schröder et al., 2004)) en de spreiding in de werkzame N-gift tussen afzonderlijke bedrijven.**

Gewas	jaar	teeltwijze/soort	aantal telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-advies kg N/ha	% over-Schrijding	spreiding
Bloemkool	2000	vroeg + zomer	9	33	206	195	79	145-289
		Herfst	4	18	129	195	0	54-194
		winter + weeuwen	4	6	211	195	33	20-322
	2001	vroeg + zomer	6	19	226	195	68	178-351
		Herfst	5	17	205	195	71	152-272
		winter + weeuwen	5	10	236	195	100	210-309
	2002	vroeg + zomer	7	46	218	195	74	113-273
		Herfst	3	8	203	195	75	136-225
		winter + weeuwen	4	10	230	195	80	20-420

Uit tabel 5.4 blijkt dat de werkzame N-gift gemiddeld circa 210 kg N/ha bedroeg, en dat de gemiddelde gift varieerde van 130 tot 235 kg N/ha. Verder blijkt dat het percentage van de percelen dat een overschrijding laat zien van het N-bemestingsadvies gemiddeld circa 65% bedroeg en dat er sprake was van een aanzienlijke spreiding en flinke uitschieters (tot 420 kg N per ha) in de gift aan werkzame N op afzonderlijke percelen.



Figuur 5.2. Relatie tussen de werkzame N-gift en de opbrengst voor bloemkool (Praktijkcijfers 2).

Van een deel van de percelen is de N-bemesting en de opbrengst bekend. Deze zijn door de telers zelf opgegeven. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst per bedrijf is weergegeven in figuur 5.2. De spreiding blijkt dusdanig te zijn dat geen relatie uit deze figuur is af te leiden. De opbrengst lag vrijwel steeds tussen 15000 en 30000 kg N per ha.

5.2.7 Databank Telen met toekomst

In het project Telen met toekomst is in de periode 2000 t/m 2003 door de deelnemende praktijkbedrijven de bemesting op perceelsniveau geregistreerd. Evenals in het project Praktijkcijfers 2 betreft het hier bedrijven die een intensieve teeltbegeleiding hebben gehad, waarbij in het bijzonder aandacht aan het mineralenmanagement is besteed. De percelen met bloemkool waren gelegen in de twee groenteregio's (NBr, L) die in het project waren opgenomen. In tabel 5.5 is de gerealiseerde N-bemesting op de bloemkoolpercelen weergegeven.

Tabel 5.5. Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in relatie tot het N-bemestingsadvies in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.

Gewas	teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	Per-celen	N-werkzaam wettelijk	Ntotaal		
Bloemkool	meerdere	4	3	6	138	179	195	17

Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde aanvoer aan werkzame N op de percelen beneden het N-bemestingsadvies ligt. Aangezien er sprake is van een aanzienlijke spreiding tussen de afzonderlijke percelen, vertoont 17% van de percelen een overschrijding van het N-advies.

5.2.8 Gegevens afkomstig van Holland Crop.

Via LTO-GroeiService kwamen enige gegevens betreffende de gemiddelde N-bemesting bij bloemkool beschikbaar. De betreffende telers hebben een bedrijf in één van de volgende vier teeltgebieden: Wieringermeer en West-Friesland-Oost, omgeving Emmeloord, gemeente Dongeradiel (Friesland) en omgeving Woensdrecht/Ossendrecht. In tabel 5.6 zijn de gemiddelde gegevens samengevat.

Tabel 5.6. **Gewogen gemiddelde N-giften aan bloemkool op praktijkbedrijven.**

Jaar	Aantal telers	Gemiddelde gift, kg N/ha	Laagste gift, kg N/ha	Hoogste gift, kg N/ha
2002	22	256	115	383
2003	23	243	122	315
2004	19	218	129	286

De gemiddelde gift blijkt hoger te zijn dan die bij de deelnemers aan Praktijkcijfers 2 en veel hoger dan die bij de deelnemers aan Telen met toekomst. Bij Telen met toekomst waren echter geen bedrijven betrokken uit de door Holland Crop drie eerstgenoemde gebieden. Bij Praktijkcijfers 2 was de verdeling van de bedrijven over de regio's vergelijkbaar met die bij Holland Crop.

5.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

Aangezien er kanttekeningen zijn te plaatsen bij de afleiding van de adviezen voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt (vooral de keuze van het gebruikte regressiemodel voor afleiding van de optimale N-gift) lijkt een verhoging van het advies voor deze teeltwijzen verantwoord. Bij winterbloemkool is er op basis van proeven geen aanleiding het advies te verhogen.

5.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies bloemkool

5.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Sinds de laatste aanpassingen in het bestaande advies voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt en voor de teelt van winterbloemkool zijn doorgevoerd zijn geen nieuwe N-trappenproeven uitgevoerd. Wel kunnen de profresultaten en de analyse ervan opnieuw in beschouwing worden genomen. Cruciaal voor de hoogte van de afgeleide optimale N-gift en het daarop gebaseerde advies voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt van bloemkool is het toegepaste regressiemodel (broken-stick). Keuze voor een ander, eveneens veel toegepast, regressiemodel (lineair exponentieel of kwadratisch) zou tot een veel hogere optimale N-gift hebben geleid (300 – N_{min} (0-60)). Gezien het grote effect van de keuze van een regressiemodel voor de hoogte van de optimale N-gift (en daarmee het N-advies) enerzijds en de onvolkomenheden die altijd gepaard gaan met de keuze voor een van de beschikbare regressiemodellen anderzijds, lijkt het verantwoord op basis van de oude proeven het advies voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt van bloemkool te verhogen. Voorstel is om hiervoor het gemiddelde aan te houden van de optimale N-giften, zoals berekend met twee uiteenlopende regressiemodellen: het broken-stick model en het lineair exponentiële model. Het op deze wijze afgeleide optimale N-aanbod in de 0-60 cm laag bedraagt $(299 + 172)/2 = 236$ kg N per ha. Een daaruit afgeleide adviesgift zou dan gelijk zijn aan 240 – N_{min} (0-60).

Voor winterbloemkool is er op basis van proeven geen aanleiding om het advies aan te passen. Het huidige advies is pas enkele jaren geleden op basis van recent onderzoek bijgesteld.

5.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit informatie uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat de gemiddelde werkzame N-gift voor vrijwel alle combinaties van teeltwijze en jaar boven het bemestingsadvies ligt. In Praktijkcijfers 2 was de gemiddelde N-gift gelijk aan 210 kg N per ha. Uitgaande van een N_{min}-voorraad van 30 kg N_{min} (0-60 cm), zou het daar van afgeleide advies 240 – N_{min} (0-60) bedragen. In de praktijkprojecten was sprake van een aanzienlijke spreiding tussen de percelen, waardoor de N-gift op een vrij groot aandeel van de percelen hoger lag dan het bemestingsadvies. Dit percentage is vergelijkbaar voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt.

Volgens DLV is de benodigde N-gift voor bloemkool gemiddeld 230 kg N per ha. Volgens teeltadviseurs van Agrifirm is de behoefte rasafhankelijk en loopt deze op tot 350 kg N per ha. Gemiddelde gegevens van Holland Crop geven een gemiddelde N-bemesting aan van 240 kg N/ha.

5.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Op basis van oude proefresultaten en informatie uit de praktijk lijkt het zinvol het N-advies voor de voorjaars-, zomer- en herfstteelt van bloemkool met 15 kg/ha te verhogen. Voorstel is om hiervoor het gemiddelde aan te houden van de optimale N-giften, zoals berekend met twee uiteenlopende regressiemodellen: het broken-stick model en het lineair exponentiële model. Dit voorgestelde advies bedraagt 240 – N_{min} (0-60 cm).

Voorgesteld wordt om voor winterbloemkool het huidige advies niet aan te passen.

5.5 Literatuur

Broek R. van den (1996) Gele onderkant hoeft niet. Groenten en Fruit, Vakdeel Vollegrondsgroenten, week 12, 24 maart 1995, p. 19.

Dijk, W van (1999) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 95, 59 pp.

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Everaarts A.P. (1998) Extra stikstof niet altijd nodig. Groenten en Fruit, Vakdeel Vollegrondsgroenten, 17 april 1998, p22-23.

Everaarts A.P. & W. van den Berg (1996) A comparison of three nitrogen response models for cauliflower, Acta Horticulturae 428, p.171-179.

Everaarts A.P. & C.P. de Moel (1995) Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Verslag nr. 198, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 60 pp.

Putter H. de & A.P. Everaarts (2000) Stikstof van invloed op gele onderkanten? PAV-Bulletin Vollegrondsgroenteteelt, juli 2000, p.34-36.

Schröder JJ, Aarts HFM, Bode MJC de, Dijk W van, Middelkoop JC van, Haan, MHA de, Schils, RLM, Velthof GL & Willems WJ (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp. + bijlagen.

Sieling E.R.M. (red.; 1992) Stikstofbemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. IKC-AGV, Lelystad.

Vlaswinkel M.E.T. (1999) Vroege rassen winterbloemkool vroeg bemesten. PAV-bulletin Vollegrondsgroenteteelt, oktober 1999.

6 Aanpassing N-bemestingsadvies Engels raaigras 1^e-jaars

6.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

6.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Het huidige N-bemestingsadvies van 1^e-jaars Engels raaigras $165 - 0,6 * N_{min}(0-90)$ is gebaseerd op onderzoek uit de jaren 1978-1984 (Meijer, 1986) en beschreven in de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (Van Dijk, 2003). Er wordt in het advies geen onderscheid gemaakt naar typen en rassen, terwijl er als gevolg van verschillen in gewasstructuur en ontwikkelingsnelheid verschillen in N-behoefte kunnen bestaan. Er kan binnen Engels raaigras onderscheid gemaakt worden tussen grasveldtypen en voedertypen. De voedertypen zijn verder onder te verdelen naar vroegheid in hooitype en weidetype en naar diplöideniveau in diploïde rassen en tetraploïde rassen.

In tabel 6.1 staat het in de Adviesbasis beschreven advies van 1^e-jaars Engels raaigras met een aantal voetnoten en opmerkingen (Van Dijk, 2003). De voetnoten en opmerkingen geven aan dat teeltomstandigheden als stand, beweiding en onderwerken stro tot een andere N-behoefte leiden. Er wordt in het bestaande officiële advies geen onderscheid gemaakt naar grondsoorten en typen. Groeiregulatie wordt nog maar enkele jaren toegepast.

Naast dit formele advies is op basis van onderzoek van Vreeke (1986) een advies voor zandgrond opgesteld. Wegens een zwakker verband met de N_{min} voorjaar is hiervoor geen factor in het advies opgenomen. Het informele advies voor zandgronden is $160 - N_{min}(0-60)$.

Tabel 6.1. **N-bemestingsrichtlijnen graszaad.**

Gewas	Nazomer ¹	Voorjaar	
		eerstejaars	Overjarig
Engels raaigras	0-30	$165 - 0,6 * N_{min}(0-90)$	$160^{2,3}$

¹ Wanneer eerstejaarsgewassen slecht ontwikkeld onder de dekvrucht vandaan komen of laat worden gezaaid (na half september) wordt geadviseerd de bovengrens van het traject te hanteren, in alle andere gevallen de ondergrens.

² Omdat de hoeveelheid minerale bodem-N in het voorjaar in de meeste gevallen erg laag is bij overjarige gewassen kan het beste worden uitgegaan van een vast advies van 160 kg N/ha.

³ Wanneer in de herfst is beweid bedraagt de gift 180-200 kg N/ha.

Opmerkingen bij Tabel

Nazomerbemesting: Bij gewassen voor de eerste oogst zo vroeg mogelijk na de oogst van de dekvrucht bemesten (met name veldbeemd).

6.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies.

Het bestaande advies is gebaseerd op onderzoek van Meijer uit de jaren 1978-1984. In deze periode werd de economisch optimale N-bemesting bepaald in 14 N-trappenproeven met rassen van verschillende typen en zaai in zowel dekvrucht als open land (Meijer (1986). Er werd een betrouwbare relatie met de bodemvoorraad N in de laag 0-90 cm vastgesteld.

Het informele advies voor zandgronden op basis van onderzoek van Vreeke (1986) is gebaseerd op een kleinere dataset, met een minder goede relatie met de N_{min} voorjaar en het is daarmee minder betrouwbaar dan het klei-advies.

6.1.3 Motivering van de actualisatie.

Het huidige advies is gebaseerd op de teelt, zoals die in die jaren '70 en '80 werd toegepast. Als

gevolg van het wegvallen van herbiciden vindt de zaai nu voor het grootste deel in open land plaats. Daarnaast is het rassensortiment volledig gewisseld. Met de huidige rassen worden in een aantal teelten hogere zaadopbrengsten gehaald. Een andere verandering betreft de toelating van de groeiregulator Moddus. Door het beheersen van legering kan hiermee de N-gift op een hoger niveau liggen en kunnen hogere opbrengsten worden gehaald.

Daarnaast geven praktijkresultaten aan dat een gift van 140 kg N/ha, uitgaande van het bestaande bemestingsadvies en een Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm van 40 kg (WOG-rapport, Schröder et al, 2004) veelvuldig wordt overschreden.

6.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

In de onderstaande tabellen 6.2a en 6.2b staan de beoordeelde datasets. De balansmethode kan vanwege het ontbreken van objecten zonder N-bemesting niet worden gebruikt.

Tabel 6.2a. **Overzicht van beoordeelde datasets van 1^e-jaars Engels raai gras.**

nummer dataset	bron of Uitvoering	proef-Code	Proef omschrijving	oogst-jaar	proef-Plaats	grond-soort	Type ¹⁾	ras
1	PPO	KP 0485	Moddus	1999	Valthermond	dal	dw	
2	PPO	ZW 2056	Moddus	1999	Colijnsplaat	klei	dw	
3	PPO	KB 1157	Moddus	2000	Rolde	zand	dh	
4	PPO	AGV 3188	Moddus	2001	Lelystad	klei	th	Elgon
5	PPO	PAV 0641	N-ras	2000	Lelystad	klei	div	div
6	PPO	AGV 3171	N-ras	2001	Lelystad	klei	div	div
7	PPO	AGV 4021	N-ras	2002	Lelystad	klei	div	div
8	PPO	AGV 4040	N-ras	2003	Lelystad	klei	div	div
9	PPO	AGV 4334	N-ras	2004	Lelystad	klei	div	div
10	PPO	PAV 0642	N-deling	2000	Lelystad	klei	th	Elgon
11	PPO	AGV 3172	N-deling	2001	Lelystad	klei	th	Elgon
12	PPO	RH 0206	N-deling	2002	Colijnsplaat	klei	th	Elgon
13	PPO	KB 1191	N-deling	2002	Rolde	zand	th	Elgon
14	PPO	KB 1208	N-deling	2003	Rolde	zand	th	Elgon
15	Praktijkcijfers				Div	Div	div	div
16	Telen met Toekomst				Div	Div	div	div

1) dw = diploïd weidetype; dh = diploïd hooitype; th = tetraploïd hooitype; div = diverse typen of rassen

Tabel 6.2b. **Detailoverzicht van de beoordeelde proeven.**

Nr. dataset	proef-Code	aant. obj.	N-trappen aantal	traject N-bemesting		status dataset	methode
				laagste	Hoogste		
1	KP 0485	4	2	adviesbemesting	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil
2	ZW 2056	4	2	adviesbemesting	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil
3	KB 1157	4	2	adviesbemesting	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil
4	AGV 3188	4	2	adviesbemesting	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil
5	PAV 0641	21	3	advies – 90 kg N/ha	Adviesbemesting	formeel	verschil/respons
6	AGV 3171	18	3	advies – 90 kg N/ha	Adviesbemesting	formeel	verschil/respons
7	AGV 4021	21	3	advies – 90 kg N/ha	Adviesbemesting	formeel	verschil/respons
8	AGV 4040	21	3	advies – 60 kg N/ha	Adviesbemesting	formeel	verschil/respons
9	AGV 4334	18	3	advies – 90 kg N/ha	Adviesbemesting	formeel	verschil/respons
10	PAV 0642	6	4	advies – 90 kg N/ha	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil/respons
11	AGV 3172	6	4	advies – 90 kg N/ha	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil/respons
12	RH 0206	16	6	advies – 90 kg N/ha	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil/respons
13	KB 1191	16	6	advies – 90 kg N/ha	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil/respons
14	KB 1208	16	6	advies - 90 kg N/ha	advies + 45 kg N/ha	formeel	verschil/respons

6.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies voor 1^e-jaars Engels raaigras

In dit hoofdstuk worden de datasets uitgewerkt. Datasets uit hetzelfde project zijn vaak samengevoegd. Vanwege de grote variatie in proeven zijn in eerste instantie alle data bij elkaar gezet. Vervolgens zijn datasets afzonderlijk bekeken, waarbij onderscheid tussen typen, grondsoorten en wel of niet toepassen van groeiregulatie worden gemaakt.

6.3.1 Responsmethode

Alle proeven (dataset 1 t/m 14)

Door variaties in jaren, grondsoorten, typen en rassen is het opbrengstniveau tussen de proeven erg verschillend. De correlatie van de N-bemesting met de zaadopbrengst had maar een R^2 van 0,24. In de statistische analyse is als factor de proef meegenomen, waarmee de verschillen tussen de proeven zijn ondervangen. Door de punten zijn vervolgens diverse lijnen gefit, waaronder een lineair exponentiële curve, een 2^e-graads polynoom en een broken stick. De curves worden hier verder niet uitgelegd.

Voor het berekenen van de economisch optimale opbrengst is gerekend met kunstmestkosten van 61 eurocent per kg N en een prijs van 75 eurocent voor een kilo geschoond graszaad. (Vanaf 2006 wordt de EU-subsidieregeling niet meer specifiek aan een gewas gekoppeld en is hier daarom weggelaten).

In de statistische analyse is tevens steeds de Nmin-factor geschat.

De modellen verschillen in verklaarde variantie, in de standaardafwijking van de geschatte parameters en in de berekende economisch optimale N-gift. In tabel 6. 3 staan een aantal parameters en standaardafwijkingen van de gefitte modellen.

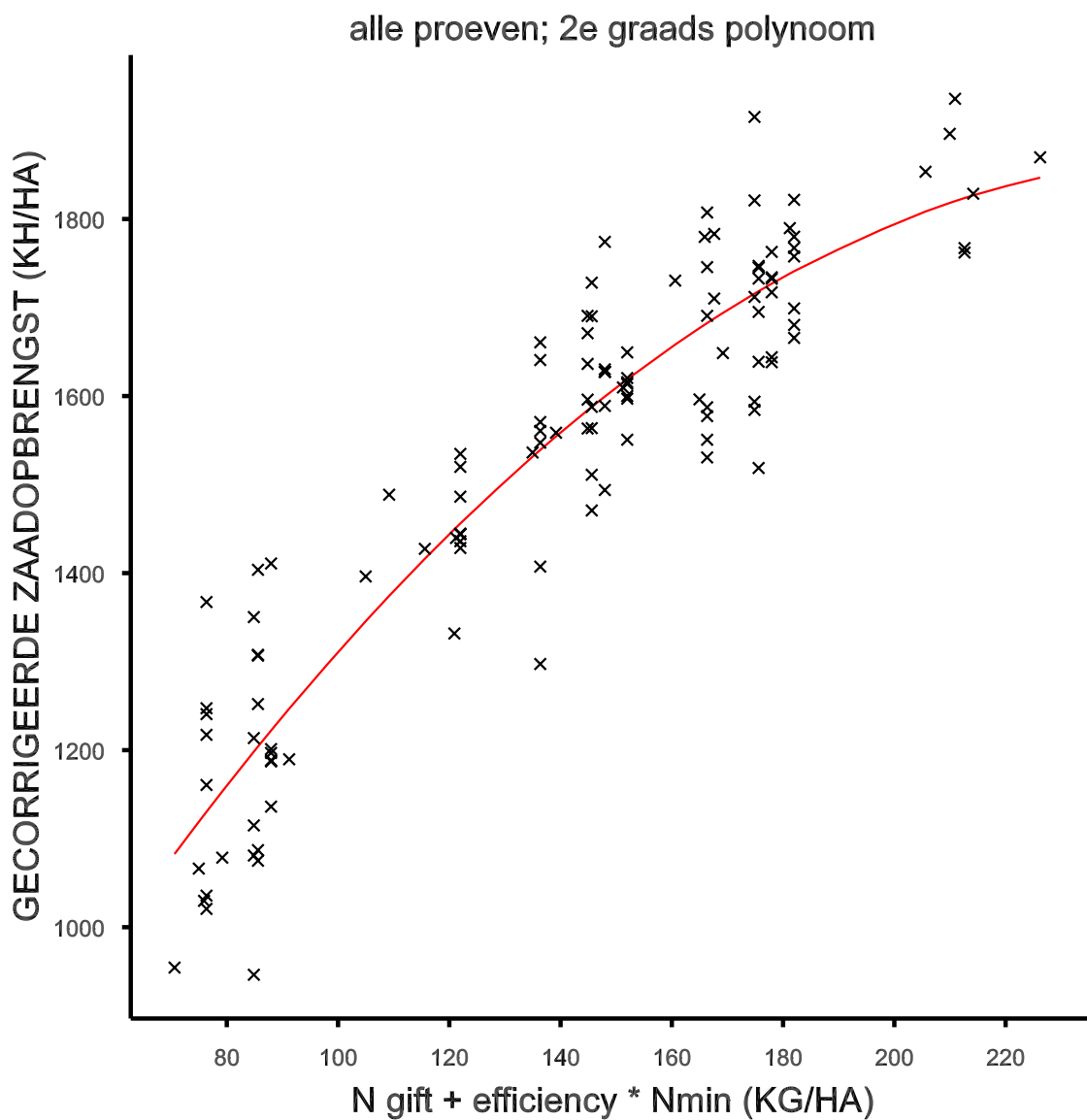
Tabel 6.3. **Gefitte modellen van de gehele dataset en adviesformules.**

Nr.	Model	R^2	Nmin factor	s.e.	Eco. opt. N-gift	s.e.	adviesformule
1	Exponentieel	94.5	1.183	0.411	305	27	$305 - 1,2 * N_{min}$
2	Polynoom	92.7	1.182	0.645	239	53	$240 - 1,2 * N_{min}$
3	Lineair plateau	92.1	1.01	1.72	194	45	$195 - N_{min}$
4	Quadratic plateau	92.7	1.182	0.434	257	18	$255 - 1,2 * N_{min}$

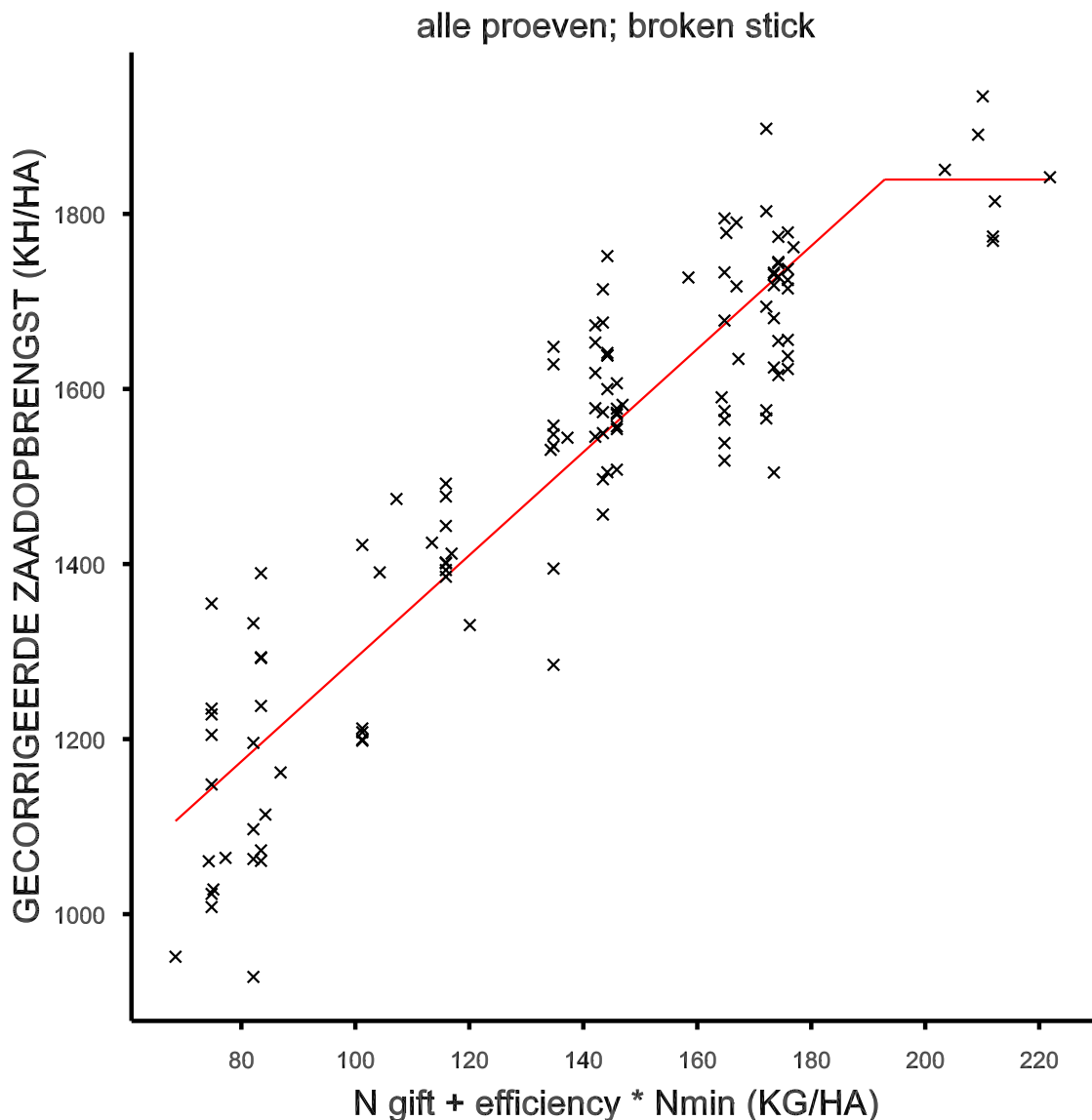
De afweging is nu welke model het beste is. Model 1 geeft de hoogste R^2 , maar de R^2 van de andere drie is maar een fractie lager. De hoogste N-trap die in de meeste proeven heeft gelegen is $210 - 0,6 * N_{min}$. Drie van de vier modellen geven een economisch optimale opbrengst die hoger ligt dan dit hoogste bemestingsobject. Omdat in de proeven geen bemestingsobjecten met deze hoge giften hebben gelegen zijn de op deze manier berekende adviezen gebaseerd op het extrapoleren van de lijnen naar het optimum toe. Model 3 geeft een duidelijk lagere optimale bemestingsgift.

De Nmin-factor wordt in drie van de vier modellen geschat op 1,2 en wijkt daarmee dus flink af van oude Nmin-factor van 0,6. De oude factor was gebaseerd op een veel grotere range van bodemvoorraden (tot 150 kg N/ha) en was op een andere manier afgeleid (Meijer, 1986). De spreiding van de Nmin in het voorjaar is in de nieuwe dataset te klein om de factor op dezelfde manier te berekenen als gedaan door Meijer. De standaardafwijkingen van de geschatte Nmin-factoren zijn erg hoog.

In figuur 6.1 en 6.2 zijn de N-gift + Nmin uitgezet tegen gecorrigeerde zaadopbrengst en is een 2^e-graads polynoom (figuur 6.1) en lineair plateau (figuur 6.2) door de punten gefit.



Figuur 6.1. Responscurve (2^e-graads polynoom) op de totale dataset.



Figuur 6.2. **Responscurve (lineair plateau) op de totale dataset.**

Per type (dataset 1 t/m 14)

In tabel 6.4 staan de resultaten van twee gefitte modellen, waarbij onderscheid is gemaakt naar type. De tetraploïde rassen van hooi- en weidetype zijn bij elkaar gevoegd, omdat ze maar 1 dag in doorschietdatum verschillen. De analyse heeft op dezelfde wijze plaats gevonden als op de gehele dataset. De datasets per type zijn kleiner, geven meer variatie en sterk uiteenlopende adviezen. De dataset is bij de tetraploïde rassen vrij groot, omdat daarin ook de datasets 10 t/m 14 zijn verwerkt. De verklaarde variantie is met uitzondering van de tetraploïde rassen lager dan op de gehele dataset. De 2^e-graads polynoom geeft vooral voor het weidetype een laag advies. Bij de broken stick komt ook het diploïde hooitype erg laag uit.

Het advies van het diploïde hooitype komt bij een Nmin van 25 kg N/ha op basis van de 2^e-graads polynoom 20 kg N/ha lager uit dan bij de tetraploïde rassen. Opvallend bij het weidetype is dat hoe hoger de Nmin hoe hoger het advies wordt. De proeven met de hoogste zaadopbrengst hadden blijkbaar ook de hoogste Nmin-voorjaar.

Tabel 6.4. **Resultaten statistische analyse en N-advies van aantal modellen per type.**

	2 ^e -graads polynoom		broken stick	
	verklaarde variantie	Economisch optimaal advies	verklaarde variantie	economisch optimaal advies
grasveldtype	-	-	-	-
tetraploïde rassen	96	207 - 0.74*nmin	95	183 - 1.7*nmin
diploïd hooitype	89	171 - 0.1*nmin	90	91 - 0.16*nmin
diploïd weidetype	90	118 + 0.6*nmin	88	106 + 0.7*nmin

In de figuren 6.3a t/m 6.3d staan responscurves per type. In de figuren is door de punten een 2^e-graads polynoom gefit, waarbij de zaadopbrengsten in relatieve cijfers zijn uitgedrukt door per proef de adviesbemesting op 100 te stellen. Verschillen tussen proeven worden hiermee deels rechtgetrokken. Dit is dus een andere benadering om verschillen tussen proeven recht te rekken dan de in tabel 6.3a toegepaste methode. In tabel 6.5 staan de N-giften waarbij de maximale en de economisch optimale opbrengst wordt bereikt.

De zaadopbrengst van het grasveldtype blijft maar stijgen (figuur 6.3a). Een optimum N-gift is daarmee niet te geven. In tegenstelling tot de andere typen zijn er van het grasveldtype bij 1^e-jaars gewassen geen data van giften boven het huidige advies.

De hoogste opbrengst bij de tetraploïde rassen (vrnl. Elgon) wordt bereikt bij 205 kg N/ha en de economisch optimale opbrengst bij een N-aanbod van 193 kg N/ha. Met de voorraad minerale bodem-N wordt de formule 214-Nmin. De R² stijgt van 0,87 naar 0,89.

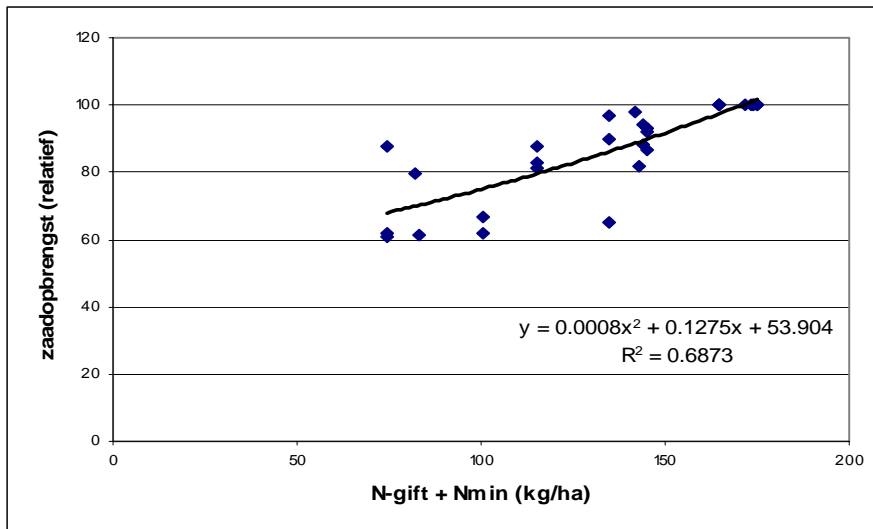
Bij het diploïd hooitype wordt bij een gift van 192 kg N/ha de optimale opbrengst bereikt. Voor een economisch optimale opbrengst is 178 kg N/ha voldoende. Het meetellen van Nmin met een factor 1 levert de economisch optimale formule 198 – Nmin op. Het verschil met de tetraploïde typen is daarmee 16 kg N/ha.

Bij het weidetype wordt de economisch optimale opbrengst bereikt bij een N-aanbod van 159 kg N/ha.

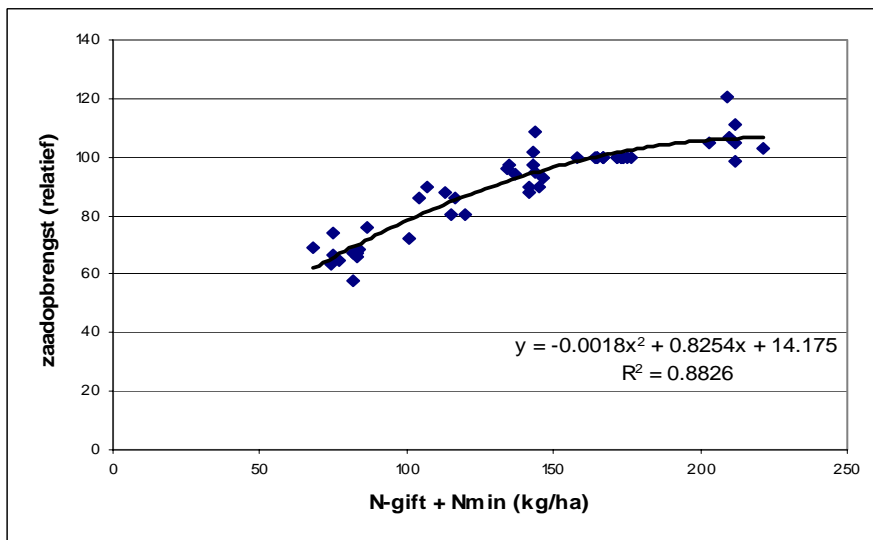
Door het meetellen van de Nmin verslechtert de R². Rekening houdend met de Nmin in het N-aanbod komt het advies op 189-Nmin. Door dezelfde methode op alle data toe te passen volgt een bemestingsadvies van 210 – Nmin. De tetraploïde rassen zitten iets boven en het diploïde hooitype iets onder en het diploïde weidetype onder dit advies.

Tabel 6.5. **N-aanbod met en zonder Nmin van de maximale en optimale opbrengst.**

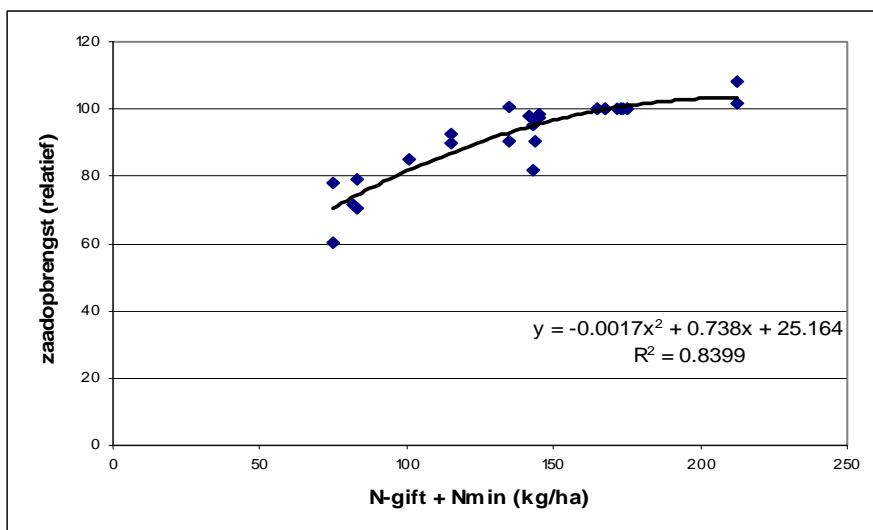
	N-gift, kg N/ha			N-gift + Nmin, kg N/ha		
	Maximum opbrengst	Optimum N-gift	R ²	Maximum Opbrengst	Optimum N-gift	R ²
Grasveld	-	-	0.61	-	-	0.72
Tetraploïde rassen	205	193	0.87	228	214	0.89
Diploïd hooitype	192	178	0.73	213	198	0.82
Diploïd weidetype	167	159	0.75	204	189	0.63



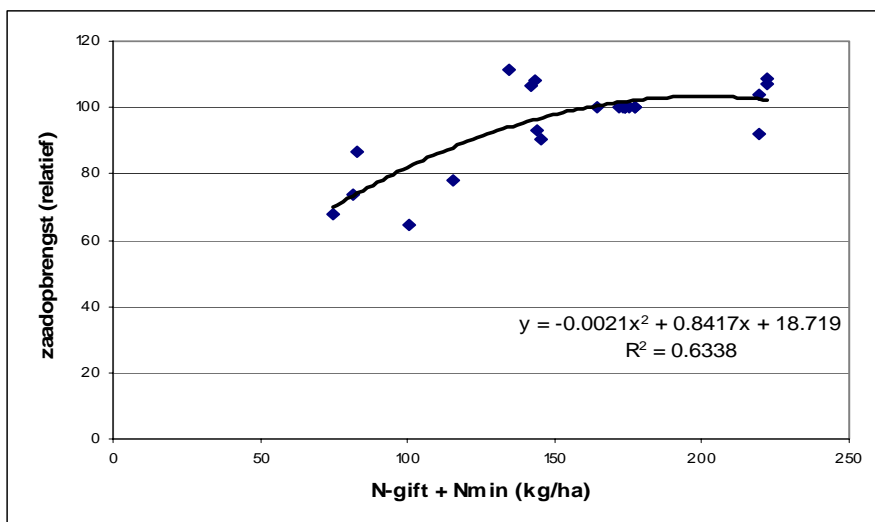
Figuur 6.3a. Responscurve grasveldtype.



Figuur 6.3b. Responscurve tetraploïde rassen.



Figuur 6.3c. Responscurve diploïd hooitype.



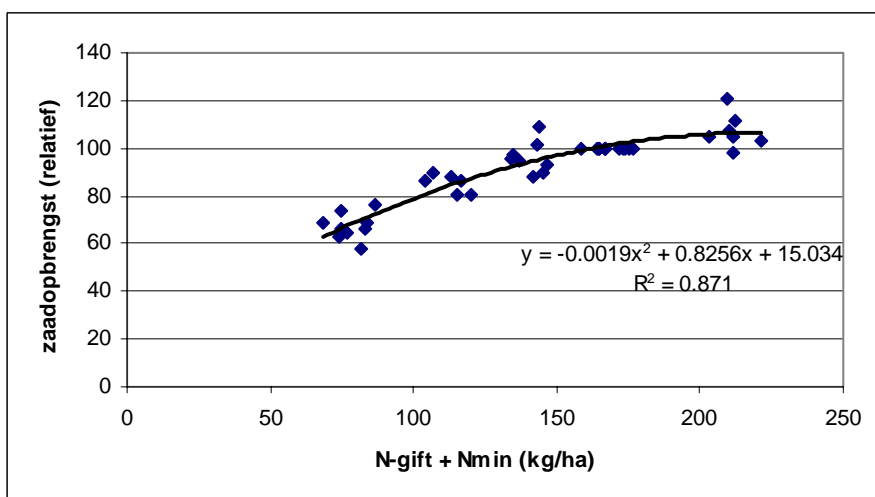
Figuur 6.3d. Responscurve diploid weidetype.

Elgon

Het ras Elgon is in veel proeven gebruikt. In figuur 4 zijn alle data van het ras Elgon weergegeven. Het betreft zowel proeven met als hoogst bemeste object de adviesbemesting, proeven met een gift van 45 kg N/ha boven het advies, proeven met en zonder toepassing van Moddus en proeven op zowel klei- als zandgrond.

Er is sprake van grote jaarinteracties. Bij het ras Elgon daalde de opbrengst in twee van de vijf proeven bij advies ten opzichte van de 30 kg N/ha lagere gift, in één proef was de zaadopbrengst vrijwel gelijk en in twee proeven was sprake van een forse opbrengststijging. De reden van de opbrengstdaling bij adviesbemesting t.o.v. advies minus 30 kg N/ha was een te vroege legering. Bij toepassing van Moddus was dit waarschijnlijk niet opgetreden.

De hoogste opbrengst werd bereikt bij een gift van 202 kg N/ha. Bij het meerekenen van de bodemvoorraad werd de R^2 iets verhoogd naar 0,87 en werd de maximale opbrengst bereikt bij een N-aanbod van 225 kg N/ha. Economisch was 212 kg N/ha het gunstigst. Dit is vergelijkbaar met de 215 kg N/ha uit tabel 6.3.



Figuur 6.4. Responscurve van het ras Elgon.

6.3.2 Verschilmethode

Moddus (datasets 1 t/m 4)

Het verschil in zaadopbrengst bij geen gebruik van Moddus tussen het berekende advies en 45 kg N/ha extra was gemiddelde 104 kg zaad. De combinatie van adviesbemesting met toepassing van

Moddus gaf een even hoge opbrengst als advies + 45 zonder Moddus.

Er waren wel verschillen tussen de proeven, waarin verschillende typen werden gebruikt. Alleen het diploïde hooitype in KB 1157 gaf bij N-advies + 45 een hogere opbrengst dan advies plus Moddus. Een andere uitschieter was het resultaat van de Moddustoepassing bij de verhoogde gift in de proef KP 0458.

Bij deze dataset moet worden aangetekend dat, op basis van later onderzoek aan eerste en 2^e-jaars Engels raaigras, de toepassing niet in het meest gunstige gewasstadium heeft plaats gevonden. Dit kan de resultaten hebben beïnvloed.

Tabel 6.6. **Effect van Moddus (0,8 L/ha in DC30-31) en hoogste N-bemesting op zaadopbrengst eerstejaars Engels raaigras in 1999, 2000 en 2001, kg zaad per ha.**

proef, jaar, type ¹⁾	onbehandeld		0,8 L/ha Moddus (DC30-31)	
	N advies	N advies + 45	N advies	N advies + 45
KP0458, 1999 dw	1.351	1.472	1.506	1.613
ZW2056, 1999 dw	1.775	1.846	1.929	1.778
KB1157, 2000 dh	2.099	2.265	2.117	2.150
AGV3188, 2001 th	1.222	1.279	1.295	1.274
Gemiddeld	1.612	1.716	1.712	1.704

1) dw = diploïd weidetype; dh = diploïd hooitype; th = tetraploïd hooitype

N-ras (datasets 5 t/m 9)

Doordat in deze proeven geen Moddus is toegepast hebben sommige rassen een wat lagere opbrengst bij de hoogste N-trap door te vroege legering. Het is de vraag of met toepassing Moddus dezelfde resultaten zouden zijn bereikt.

Het verschil in zaadopbrengst tussen adviesbemesting en 30 kg N/ha daaronder verschilde per type. Het weidetype kon in deze proeven gemiddeld met minder N toe. Het advies bij de andere typen lijkt te laag. Er was wel sprake van grote jaarinteracties.

Tabel 6.7. **Verskil in opbrengstniveau tussen adviesbemesting en suboptimale bemesting bij diverse typen (2000-2004).**

Type	Aantal rassen	Aantal jaar*ras combinaties	Opbrengstverschil in kg/ha tussen adviesbemesting en advies – 30 kg N/ha
Grasveldtype	5	5	176
Hooitype	3	8	94
Tetraploïd	2	8	91
Weidetype	2	5	-9

N-deling (datasets 10-14)

In deze proeven is steeds het ras Elgon (tetraploïd) gezaaid. In vier van de vijf proeven is Moddus gebruikt (KB1191 niet). De opbrengst bleef stijgen bij een hoger aanbod van stikstof. Het verschil in zaadopbrengst tussen adviesbemesting en suboptimale bemesting (-30) was ca 165 kg N/ha en tussen adviesbemesting en adviesbemesting plus 45 kg N/ha ca 170 kg zaad. Het huidige advies lijkt dus te laag.

Tabel 6.8. **Zaadopbrengsten van diverse N-trappenproeven, kg/ha.**

N-trap	PAV 0642	AGV 3172	RH0206	KB1191	KB1208
Advies + 45	2404	2609	2570	1740	1780
Advies	2248	2486	2490	1440	1600
Advies – 30			2310	1380	1510
Advies – 45	1800	2183			
Advies – 60			2140	1240	1440
Advies – 90	1498	1710	1890	910	1030

6.3.3 Andere datasets

Dataset 15 en 16

De gemiddelde werkzame N-gift uit de projecten Praktijkcijfers en TmT komt op 155 kg N/ha. De telers zijn in deze projecten intensief begeleid. Het is aannemelijk dat analoog aan andere gewassen de werkelijke praktijkgiften hoger liggen. Daarnaast was de spreiding groot. Het merendeel kon niet voldoen aan de gemiddelde N-gift volgens de Adviesbasis van 140 kg N/ha (N-gift rekening houdend met een Nmin-voorraad van 40 kg/ha).

Uit deze cijfers is geen extra informatie over de hoogte van de optimale gift te herleiden.

Tabel 6.9. Resultaten van praktijkprojecten.

Project	jaren	aantal		gift		overschrijdings% norm van 140 kg N/ha volgens Adviesbasis
		telers	percelen	N-werkzaam	range	
Praktijkcijfers 2	2000	20	41	155	112-275	68
Praktijkcijfers 2	2001	14	19	148	76-222	63
Praktijkcijfers 2	2002	8	14	158	136-180	86
Telen met Toekomst	00-03	3	14	170		79
Telen met Toekomst	2004		12	141		42

In het rapport Stikstofbemesting graszaadgewassen van Borm (2004) wordt aangegeven dat op basis van recent onderzoek één bemestingsadvies voor alle typen en rassen van Engels raaigras niet meer is vol te houden. Mede op basis van informatie van de hoofden teelt van de graszaadfirma's wordt het volgende onderscheid in typen van 1^e-jaars Engels raaigras voorgesteld met een bijbehorende optimale N-gift. Voor het grasveldtype met ca. 50% van het areaal wordt de hoogste gift voorgesteld. De giften in tabel 6.10 zijn exclusief de Nmin in de grond.

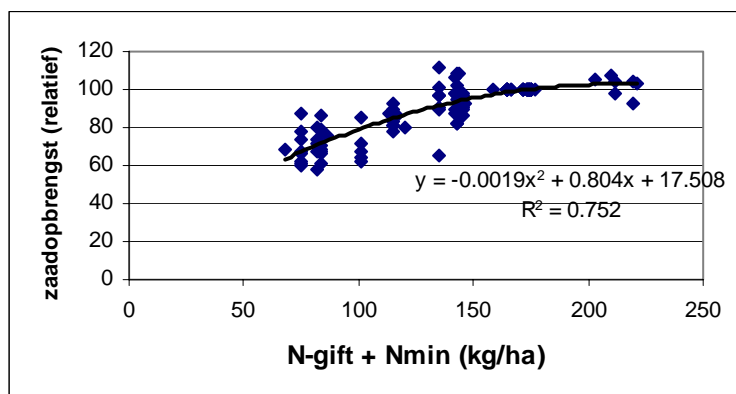
Tabel 6.10. Optimale stikstofgiften in kg/ha onderverdeeld naar type.

Type	N-gift
Grasveld	210
tetraploïd hooi	195
Diploïd hooi	180
Diploïd weide	175

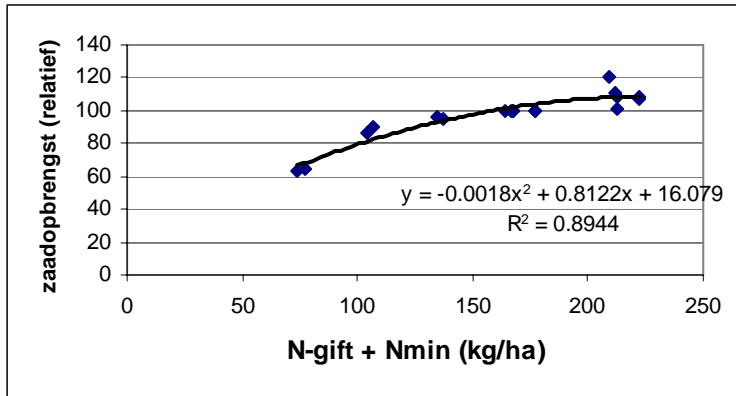
6.3.4 Grondsoort, groeiregulatie en Nmin-voorjaar

Grondsoort

De hoogste opbrengst wordt op klei bereikt bij een N-aanbod incl. Nmin van 210 kg N/ha en op zand bij 225 kg N/ha. Dat is een opvallend verschil en wordt sterk bepaald door de hoogste waarden uit de Moddus-proeven en de N-delingsproeven. De datasets van de beide grondsoorten komen uit verschillende jaren en zijn gebaseerd op andere typen/rassen. Dit maakt de interpretatie lastig.



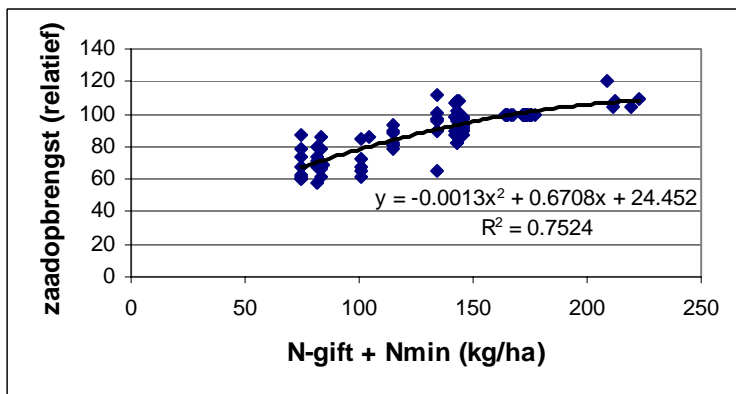
Figuur 6.5. Responscurve van kleigrond.



Figuur 6.6. Responscurve van zandgrond.

Moddus

Zonder Moddus ligt wordt de hoogste opbrengst bereikt met een N-aanbod (gift + Nmin) van maar liefst 260 kg N/ha en met Moddus met ca 210 kg N/ha. De verklaring ligt deels in het gebruik van andere datasets met de al eerdere genoemde effecten van te vroege legering.



Figuur 6.7. Responscurve bij geen toepassing van Moddus.

Nmin voorjaar

De gemiddelde hoeveelheid stikstof in de bodem in het voorjaar bedroeg in de proefjaren op kleigrond 24 kg N/ha in de laag van 0-90 cm. De range liep van 4 tot 40 kg N/ha. In de proeven van Meijer was de gemiddelde Nmin voorjaar met 60 kg N/ha veel hoger met een spreiding van 20 – 156 kg N/ha. Op zandgrond was de voorraad in de nieuwe proeven in de laag 0-60 cm maar 11 kg N/ha.

De door Meijer gebruikte methode om de Nmin-factor te berekenen kon in de nieuwe dataset niet goed worden toegepast, omdat de Nmin te weinig variatie gaf en de range te klein was. Daarvoor zijn Nmin-waarden hoger dan 50 kg N/ha nodig. De statistische analyse van alle data gaf in drie van de vier modellen een Nmin-factor van 1,2.

In bijlage 1 is aangegeven dat de Nmin-voorjaar op graszaadpercelen lager is dan die van onbeteelde grond.

Discussie

Verschilmethode

Het hanteren van de verschilmethode op de dataset van de Moddusproeven gaf aan dat zonder Moddus een gift van 45 kg N/ha boven het huidige advies een opbrengstverhoging gaf. Bij gebruik van Moddus was de adviesgift al voldoende en gaf gemiddeld over de proeven dezelfde opbrengst als het advies + 45 zonder Moddus. De uitkomsten van de afzonderlijke proeven waren wel verschillend. Dat kan liggen aan jaarverschillen en aan type- en/of rasverschillen.

Uit de rassenproeven, waarbij de rassen naar type, vroegheid of diploïdgraad zijn ingedeeld, kwamen bij drie van de vier groepen verschillen tussen suboptimale bemesting en adviesbemesting voor, waarbij een verdere opbrengstverhoging bij nog hogere giften mag worden verwacht. Belangrijk bij deze proeven is dat er geen Moddus is gebruikt. De rassen van het weidetype lieten gemiddeld geen

opbrengstverhoging zien. In de Moddusproeven werd echter bij het weidetype wel een opbrengstverhoging gerealiseerd. Het betrof hierbij wel weer andere rassen. De jaarverschillen in deze proeven waren daarnaast overigens groot. In N-delingsproeven kwam ook een duidelijk verschil tussen de adviesgift en een suboptimale N-gift te voorschijn, evenals een verschil tussen advies en 45 kg N/ha boven het advies. Dus ook daar zijn duidelijke aanwijzingen dat bemesting boven het huidige advies een opbrengstverhoging geeft. De verschilmethode hanterend zou het huidige advies met 45 kg N/ha kunnen worden verhoogd naar $210 - 0,6 * N_{min}$ (zie ook Van Dijk & Postma, 2005). Een differentiatie naar typen kan niet goed plaats vinden. De jaarinteracties zijn vrij groot en de invloed van het wel of niet toepassen van groeiregulatie is niet geheel duidelijk. De dataset met gebruik van Moddus is daarvoor te klein.

Responsmethode

Er zijn voldoende datasets met N-trappen voorhanden om de responsmethode toe te passen. Het voordeel t.o.v. de verschilmethode is dat een optimale gift kan worden afgeleid. De 45 kg N/ha boven het advies is in de meeste proeven min of meer willekeurig gekozen. Met lagere of hogere giften zou waarschijnlijk ook een hogere opbrengst zijn bereikt.

Uit de statistische analyse van alle data komen, afhankelijk van het gehanteerde model, verschillende adviezen naar voren. Het is lastig een goede afweging te maken welk model het beste advies geeft. Drie van de vier modellen geven een advies dat ligt boven de hoogste objecten die in de proeven hebben gelegen. Graszaad is bij te hoge N-giften gevoelig voor vroege legering. Het is daarmee niet verantwoord om, zonder dat in onderzoek is nagegaan wat de consequenties zijn, deze hoge giften te adviseren. Het advies berekend met het lineaire plateau-model van $195 - N_{min}$ geeft een advies dat wel ligt binnen de range van de in de proeven bemeste hoeveelheden.

In de dataset zijn de grasveldtypen (ongeveer de helft van het areaal) ondervetegenwoordigd en er zijn van dit type geen onderzoeksresultaten van bemesting boven het huidige advies. Bovendien is Moddus in een aanzienlijk deel van de proeven niet of niet in het optimale gewasstadium toegepast. De statistische analyse van de data per type, waarbij ook de N_{min} -factor wordt geschat, geeft met uitzondering van de tetraploïde rassen, door de te kleine datasets vreemde uitkomsten. Het advies voor tetraploïde rassen komt met de formule van $207 - 0,74 * N_{min}$ bij een N_{min} van 25 kg N/ha met als advies 188 kg N/ha bijna 20 kg N/ha hoger uit dan volgens de formule $195 - N_{min}$ op basis van de gehele dataset van alle typen.

Via een andere, simpeler analysemethode hebben de tetraploïde rassen, de rassen van het diploïde hooitype en de rassen van het diploïde weidetype respectievelijk afgerond 215, 200 en 190 kg N/ha als economisch optimale N-aanbod. Bij een N_{min} van 25 kg N/ha komt de adviesgift op respectievelijk 190, 175 en 165 kg N/ha. Hierbij is de 2^e-graads polynoom als model gebruikt. Het grasveldtype gaf door het ontbreken van giften boven het huidige advies geen optimum gift. Hierbij moet worden aangetekend dat, hoewel er een flink aantal rassen in de proeven zit, het de vraag is of de getoetste rassen de groep of type goed vertegenwoordigen. Daarnaast zijn de diverse datasets van de typen gebaseerd op deels andere proeven.

Een onderscheid naar type lijkt dus wel gewenst, maar de invloed van b.v. groeiregulatie is niet geheel duidelijk. Op basis van tabel 6.4 mag worden verwacht dat de optimale stikstofgift bij de rassen van het grasveldtype hoger is dan van de andere typen. Afzonderlijke proeven laten ook andere resultaten zien. De datasets in combinatie met Moddus zijn beperkt en spreken elkaar soms tegen. Uit de Moddus-proeven zelf kwam gemiddeld een gift van 45 kg boven advies met toepassing van Moddus niet hoger uit. Hierbij moet worden aangekend dat Moddus niet in het optimale stadium is toegepast. In proeven met N-deling is veelal Moddus meestal in het optimale gewasstadium gebruikt en was een hogere bemesting wel zinvol. In één proef zonder Moddus was ook sprake van een opbrengstverhoging bij hogere giften.

De grondsoorten en wel/geen Moddus afzonderlijk bekeken, gaven weinig goede nieuwe inzichten.

6.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies 1^e-jaars Engels raaigras

6.4.1 Resultaten van proeven

Uit de verschilmethode komt het advies van $210 - 0,6 \cdot N_{\min}$ op basis van de in de proeven opgenomen bemestingstrap van 45 kg N/ha boven het advies van $165 - 0,6 \cdot N_{\min}$.

Op basis van de beoordeelde datasets is het verantwoord een nieuw advies te formuleren op basis van de responsmethode. De datasets beslaan meerdere jaren en meerdere grondsoorten met voldoende N-trappen. Ook is de variatie binnen het gewas Engels raaigras wat betreft typen en rassen voldoende. Dit is tevens wel een belemmering om tot een goed advies per type te komen, mede omdat ook verschillen in teelttechniek (groei-regulatie) een rol spelen in de hoogte van het N-advies. Van een aantal afzonderlijke datasets kon geen optimum worden vastgesteld. Soms doordat de hoogste N-trap het huidige advies was of doordat de hoogste N-trap de hoogste opbrengst gaf. Dit laatste zou ook veroorzaakt kunnen zijn door de gunstige groeiomstandigheden (straling, temperatuur en vochtvoorziening, geen legering).

De analyse van de afzonderlijke typen gaf, afhankelijk van de gebruikte analysemethode, verschillende uitkomsten. De datasets waren met uitzondering van de tetraploïde rassen vrij klein. Voor de tetraploïde rassen kon een advies van $207 - 0,74 \cdot N_{\min}$ worden afgeleid. Een ander model gaf een veel lager advies van $183 - 1,7 \cdot N_{\min}$.

Een andere analyse van de afzonderlijke typen c.q. rassen gaf een range aan van 190 tot $215 - N_{\min}$. Van het grasveldtype kon geen optimum worden vastgesteld. Maar op basis van tabel 6.4 en praktijkervaring is het wel aannemelijk dat de optimale stikstofgift bij de rassen van het grasveldtype hoger is dan van de andere typen. Hoewel er duidelijke aanwijzingen zijn dat er typeverschillen in N-behoefte zijn binnen 1^e-jaars Engels raaigras, waren de uitkomsten van afzonderlijke datasets niet altijd eenduidig. De volgorde van de typen in N-behoefte lijkt wel steeds overeen te komen.

Uit de statistische analyse van alle proeven kwamen, afhankelijk van het gehanteerde model om de opbrengstreactie op stikstof te beschrijven, verschillende adviezen naar voren. De getoetste modellen verschilden weinig in verklaarde variantie.

Het hoogste advies was $305 - 1,2 \cdot N_{\min}$ en het laagste $195 - 1 \cdot N_{\min}$. De N_{\min} -factor is in de statistische analyse op basis van de gemeten N_{\min} -waarden ingeschat. De N_{\min} -voorjaar was gemiddeld over de proefjaren voor kleigrond 24 kg N/ha.

Drie van vier adviezen waren hoger dan de hoogste N-trap in de proeven en daarmee discutabel. Engels raaigras is als gevolg van hoge N-giften gevoelig voor legering en deze hoge giften zijn niet in proeven getoetst.

Op basis van de proefresultaten lijkt het gemiddeld advies voor alle typen van $195 - N_{\min}$ op basis van het broken stick model (lineair plateau) en bij een gemiddelde N_{\min} -voorraad van 24 kg/ha het meest verantwoord.

6.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit de praktijkprojecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst kwam een gemiddelde werkzame N-gift van 155 kg N/ha naar voren met als hoogste gemiddelde 170 kg N/ha. De spreiding rondom deze gemiddelden was overigens groot. Van een selectie van percelen uit Praktijkcijfers 2 kwam 17% boven de gift van 170 kg N/ha uit. Op 95% van de percelen bleef de gift onder de 185 kg werkzame N/ha.

Door teeltadviseurs worden hogere giften geadviseerd (zie tabel 6.11). Hierbij wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen, variërend van N-giften van 175 tot 210 kg N/ha. Voor grasveldtypen met circa 50% van het areaal wordt de hoogste gift geadviseerd.

Tabel 6.11. **Optimale stikstofgiften (excl. N_{\min}) in kg/ha onderverdeeld naar rastype .**

Type	N-gift
Grasveld	210
Tetraploid hooi	195
Diploid hooi	180
Diploid weide	175

6.4.3 Voorstel voor nieuw advies

Het bestaande advies van $165-0,6 \cdot N_{min}$ is, uitgaande van de resultaten van de het recente onderzoek, te laag.

Op basis van de beoordeelde datasets kan zonder onderscheid naar grondsoort en type een nieuw advies voor 1^e-jaars Engels raaigras worden voorgesteld van $195 - N_{min}$. Voor klei wordt daarbij de laag 0-90 cm bemonsterd en voor zandgrond de laag van 0-60 cm.

Hierbij moet worden aangetekend dat de gemiddelde N_{min} -voorjaar in de proeven op kleigrond 24 kg N/ha bedroeg. Het nieuwe advies en de N_{min} -factor van 1 is dan ook gebaseerd op deze gemiddelde N_{min} -waarde.

Op basis van informatie uit de proeven en uit de praktijk is een onderscheid naar typen aanbevelingswaardig. De volgorde in de hoogte van de adviesbemesting is uit beide bronnen hetzelfde. De volgende adviezen per type worden voorgesteld:

Grasveldtype	220 - N_{min}
Tetraploïde rassen	205 - N_{min}
Diploïd hooitype	190 - N_{min}
Diploïd weidetype	180 - N_{min}

Met het voorgestelde algemene N-bemestingsadvies voor alle typen Engels raaigras van $195-N_{min}$ en een veronderstelde N_{min} -voorjaar van 25 kg N/ha komt de adviesgift uit op een gift van 170 kg N/ha en in het bestaande advies is dit 150 kg N/ha. Het verschil tussen het oude en het nieuwe advies is dan 20 kg N/ha.

Landbouwkundig is differentiatie van het advies naar typen nodig. Bij grasveldtypen (ongeveer 50% van het areaal) wordt de adviesgift dan met 45 kg N/ha verhoogd ten opzichte van het bestaande advies. Bij tetraploïde rassen, diploïd hooitype en diploïd weidetype is dit resp. 30 kg, 15 kg en 5 kg N/ha.

NB

Dit voorstel voor aanpassing van het N-bemestingsadvies van Engels raaigras betreft alleen de voorjaarsbemesting van de 1-ste jaarsteelt. De wenselijkheid tot eventuele aanpassing van het N-bemestingsadvies bij overjarige gewassen en bij herfstbeweiding is niet bestudeerd.

In bijlage 1 is aangegeven dat de N_{min} -voorjaar op graszaadpercelen vermoedelijk lager is dan die van onbeteelde grond.

6.5 Literatuur

Borm, G.E.L., (2000). Moddus in graszaadgewassen 1999. Projectrapport PAGV nr. 46.7.16, 57 p.

Borm, G.E.L en R. Kassies, (2001). Toepassing Moddus in graszaadgewassen, oogst 2000. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146716, 68 p.

Borm, G.E.L., R. Kassies en A.C. Wever, (2004) Toepassing Moddus in graszaadgewassen, zaadoogst 2002 en verwerking over proefjaren. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146716.

Borm, G.E.L., R. Kassies en A.C. Wever, (2004) Toepassing Moddus in graszaadgewassen, zaadoogst 2002 en verwerking over proefjaren. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146716.

Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2001). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2000. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 37 p.

Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2003). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst

2001.

Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 41 p.

Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2002.

Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 41 p.

Borm, G.E.L. (2004). Stikstofgebruiksnormen graszaadgewassen. Onderbouwing van stikstofgebruiksnormen., Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 510485, 36 p.

Dijk, T.A. van & R. Postma (2005) Testcase actualisatie stikstofbemestingsadviezen brouwgerst, graszaad en prei. NMI-rapport 1088.05, 24 pp.

Dijk, W. van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307.

Kassies, R. en G.E.L. Borm, (2002). Toepassing van Moddus in graszaadgewassen, oogst 2001. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146716, 73 p.

Meijer, W.J.M., (1986). De stikstofbemesting van zaadteeltgewassen Engels raai, veldbeemd en roodzwenk. PAGV-verslag 55, 25 p.

Schoot, J.R. v.d. en G.E.L. Borm, (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2003.

Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146218, 50 p.

Schoot, J.R. v.d. en G.E.L. Borm, (2005). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2004 en verwerking over jaren. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146218, in voorbereiding.

Schröder, J.J. et al. (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. PRI-rapport nr. 79, 60 pp. + bijlagen.

Vreeke, S. (1986). Stikstofbemesting en zaaitijd bij Engels raaigras. Verslag S.I.O.: 118-120.

7 Aanpassing N-bemestingsadvies kropsla en ijssla

7.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

We kennen verschillende slatypen: kropvormende en niet kropvormende

- Kropsla ook wel botersla genoemd
- Ijssla, ook wel ijsbergsla genoemd
- Bataviasla
- Bindsla, incl. type little gem
- Pluksla, srijksla en krulsla (eikenbladsla, Lollo rossa en Lollo bionda)

Bij elk van deze typen kennen we verschillende teeltwijzen, die samenhangen met het oogstseizoen

- Bedekte teelt vroeg
- Vroege teelt
- Zomerteelt
- Herfstteelt

De stikstofbehoefte is niet voor alle typen en teeltwijzen gelijk. Bij een volgteelt en bij planting na 15 mei wordt een lager advies gegeven dan bij planting voor 15 mei.

Voor bindsla geldt een lager advies dan voor boter- en ijssla. Het advies voor bindsla is 100 kg N/ha. Er wordt bij bindsla in het advies geen rekening gehouden met de N_{min} in de grond.

Tabel 7.1. **N-bemestingsrichtlijn vollegrondssla. Bron: Van Dijk (2003).**

Gewas	N-bemesting in kg N/ha
<u>kropsla</u> ¹	
eerste teelt geplant voor 15 mei	190 - 1,4*N _{min} (0-30 cm)
eerste teelt geplant na 15 mei of volgteelt	140 - 1,4*N _{min} (0-30 cm)
<u>ijssla</u>	
eerste teelt geplant voor 15 mei	190 - 1,4*N _{min} (0-30 cm)
eerste teelt geplant na 15 mei of volgteelt	110 - N _{min} (0-30 cm)
Bindsla	100
Pluksla ²	50 à 100 - N _{min} (0-30 cm)
Veldsla	50

1. Met de hier geadviseerde giften is de kans op te hoge nitraatgehalten in het product (overschrijding Warenwetnorm) gering.

2. Pluksla is een verzamelnaam van tal van typen die variëren in kroggewicht van 200-700 gram. De N-gift hangt af van het kroggewicht. De typen met het grootste kroggewicht benaderen het kropsla-advies.

Voor vollegrondssla bestaat ook een bemestingsadviesstelsel gebaseerd op NBS. Deze is weergegeven in tabel 7.2. In deze actualisatie wordt hierop niet verder ingegaan, omdat het NBS geen kengetallen oplevert die als basis voor het vaststellen van een stikstofgebruiksnorm kunnen dienen.

Tabel 7.2. **Advies NBS bijmeststelsysteem bij kropsla en ijssla.**

Gewas	Teelt	Tijdstip	N-gift (kg/ha)
Kropsla	Zomer	- vlak voor planten ¹	50 – Nmin (0-30 cm)
		- ca 3 wkn na planten (kropstadium)	140 – Nmin (0-30 cm)
	Herfst	- vlak voor planten ¹	60 – Nmin (0-30 cm)
		- ca 3 wkn na planten (kropstadium)	130 – Nmin (0-30 cm)
Ijssla	Zomer en herfst (zand)	- vlak voor planten ¹	50 – Nmin (0-30 cm)
		- 3,5 wkn na planten (bolvorming)	140 – Nmin (0-30 cm)
	zomer en herfst (klei)	- vlak voor planten ¹	60 – Nmin (0-30 cm)
		- 3 wkn na planten (bolvorming)	130 – Nmin (0-30 cm)

1. Als het een volgteelt betreft kan worden volstaan met een vaste startgift van 25-30 kg N/ha.

7.1.1 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Ijssla. Er is tamelijk veel documentatie voorhanden. Het advies voor de vroege teelt (190 – 1,4*Nmin) is gebaseerd op onderzoek uit 1985-1987. Het is niet precies te achterhalen wanneer dit advies is vastgesteld. In 1991 is het advies voor de teelt na 15 mei en volgteelten aangepast tot 110-Nmin. Kropsla. Er is geen documentatie beschikbaar bij de Commissie Bemesting (CBAV).

7.1.2 Motivering van de actualisatie

Door de slatellers wordt het huidige advies als te laag ervaren. Nieuwe, compacte rassen zijn productiever en verdragen meer stikstof. Tevens wijzen zij erop dat voor de slateelt de bodemvruchtbaarheid op een hoog peil gehouden moet worden. De hoeveelheid stikstof die in bedrijfsverband nodig is, is dus hoger dan uit een gewasgerichte benadering naar voren komt. Het nitraatgehalte in slagewassen geteeld in de vollegrond blijft ruim beneden de EU-nitraatnorm voor slagewassen. Bijstelling (verhoging) van het N-bemestingsadvies hoeft om deze reden geen probleem te zijn. De adviesgift is gericht op het behalen van de hoogste economische opbrengst. De dataset met de sterkste reactie op de N-bemesting heeft daarom een zeer grote invloed op de geadviseerde N-gift.

7.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

Tabel 7.3 **Geraadpleegde databronnen.**

Bron	Omschrijving
1	Formele dataset. Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij kropsla te Lelystad in 1999 en 2000.
2	Formele dataset. Cultaanproeven met ijssla in de jaren 1999, 2000 en 2001 in de vroege en herfstteelt op klei en zandgrond
3	Formele dataset. Toetsing stikstofbijmeststelsysteem (NBS) bij ijssla
4	Formele dataset. Onderzoek stikstofvoorziening in biologische vroege ijsslateelt in 2001
5	Bemestingsgegevens ijssla projectdeelnemers Praktijkcijfers2
6	Bemestingsgegevens projectdeelnemers Telen met toekomst
7	Reactie DLV op huidig bemestingsadvies sla
8	Reactie van LTO op huidig bemestingsadvies sla
9	De invloed van stikstofbemesting en de groeiomstandigheden op het nitraatgehalte van bladgroenten (België)
10	EU-normering bladgewassen (België)

Van bindsla is geen informatie over N-bemesting gevonden.

7.2.1 Bron 1

Onderzoek interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij kropsla te Lelystad in 1999 en 2000. Het is een formele dataset. In beide jaren is één veldproef uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd op het PPO-fosfaattoestandenproefveld (klei, 23 % afslibbaar, 2 % organische stof). De N-trappen waren 0-40-80-120-240 kg/ha en de fosfaattoestanden waren Pw 15; Pw 30; Pw 50 en Pw 90. De resultaten zijn beschreven in Van der Schoot et al. (2002).

7.2.2 Bron 2

Onderzoek naar het perspectief van Cultan (controlled uptake long term ammonium nutrition) in de teelt van ijssla. Het is een formele dataset. Gedurende drie jaar is op twee proefplaatsen (PPO-locaties Lelystad en Meterik) een N-trappenproef uitgevoerd waarbij de Cultan-methode is vergeleken met bemesting met kalkammonsalpeter. De N-trappen waren 0-40-60-80-100-120-140-175 kg N/ha. Conclusies uit dit onderzoek zijn beschreven in gewasnieuwsbrieven van LTO-Groeiservice en in vakbladen: Van Geel (2002).

7.2.3 Bron 3

Stikstofbijmeststelsel (NBS) bij ijssla. Gedurende twee jaar is op ROC-Kollumerwaard onderzoek uitgevoerd om het NBS voor ijssla te toetsen. In het onderzoek waren meerdere N-trappen opgenomen. Het is een formele dataset. Het onderzoek is beschreven door Osinga (1996).

7.2.4 Bron 4

Onderzoek stikstofvoorziening in biologische vroege ijslateelt in 2001. Het is een formele dataset. In dit onderzoek, uitgevoerd op de PPO-locaties te Meterik en Westmaas waren, naast alternatieve stikstofmeststoffen, als standaard N-trappen met KAS opgenomen. Te Meterik (zand) was het N-traject 0-55-110 kg/ha en te Westmaas (klei) 0-50-100-150 kg/ha. Het onderzoek is beschreven in Van der Schoot(2002).

7.2.5 Bron 5

Praktijkcijfers 2

In het project Praktijkcijfers 2 (looptijd 2000 t/m 2002) hebben o.a. telers van ijssla hun bemestingsgegevens vastgelegd. De deelnemers in dit project werden bij de bemesting van hun gewassen begeleid door onderzoek en voorlichting. Het is een informele dataset.

7.2.6 Bron 6

In het project Telen met toekomst (looptijd 2000 t/m 2003 en voortgezet in gewijzigde vorm in 2004) hebben slatelers hun bemestingsgegevens vastgelegd. In de eerste periode betrof het de gegevens van twee telers van het slatype Lollo rossa en in 2004 betrof het gegevens van één teler met de teelt van Lollo rossa en één teler met de teelt van ijssla. De deelnemers in dit project werden bij de bemesting van hun gewassen begeleid door onderzoek en voorlichting. Het is een informele dataset.

7.2.7 Bron 7

Door DLV-vollegrondsgroenten is een reactie gegeven op het huidig N-bemestingsadvies voor de verschillende slatypen. Het zijn vuistgetallen.

7.2.8 Bron 8

Door LTO is een reactie gegeven op het huidige N-bemestingsadvies voor de verschillende slatypen. Het zijn vuistgetallen.

7.2.9 Bron 9

Het betreft gegevens van Belgisch onderzoek. In de vollegrondsteelt te Katelijne Waver op lemige zandgrond zijn proeven met kropsla uitgevoerd met de hoeveelheden 0-100-150-200 kg N/ha. Het onderzoek is uitgevoerd om de nitraatophoping in het gewas vast te stellen. Het is een formele dataset. Het onderzoek is beschreven door Vermeulen et al. (1987).

7.2.10 Bron 10

Het betreft gegevens van Belgisch onderzoek. Voor ijssla is met ingang van 24 april door de EU een aparte norm ingesteld. Het maximum gehalte bedraagt voor ijssla voor de periode 1 april tot 30 september 2000 mg NO₃/kg. Het is daarmee lager dan de norm van 2500 mg NO₃/kg voor kropsla. Onderzoek met N-trappen is beschreven door Peeters (2002).

7.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

7.3.1 Bron 1

Onderzoek interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij kropsla te Lelystad in 1999 en 2000. Het onderzoek is uitgevoerd op het PPO-fosfaattoestandenproefveld (klei, 23 % afslibbaar, 2 % organische stof). In het voorjaar is geen fosfaatbemesting uitgevoerd en het object Pw15 heeft al enige jaren geen fosfaatbemesting gehad. De kropsla is geplant in april. De N-min voor het planten in de laag 0-30 cm was beide jaren 9 kg N/ha. Het bemestingsadvies voor dit planttijdstip en deze Nmin-toestand van de grond is een bemesting van $190 - 1,4 \cdot 9 = 177$ kg N/ha. Het N-traject was 0-40-80-120-240 kg/ha en de fosfaattoestanden waren Pw 15; Pw 30; Pw 50 en Pw 90. Er was geen object opgenomen met een bemestingsniveau gelijk aan de Adviesbasis. Een directe toetsing met de Adviesbasis is daarom niet mogelijk.

De resultaten zijn weergegeven in de tabellen 7.4 t/m 7.7. De opbrengst is weergegeven in ton/ha. Bij analyse van de resultaten over twee jaar is de LSD-waarde 4 ton/ha bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%. Dat betekent dat verschillen groter of gelijk aan 4 ton/ha betrouwbaar zijn.

In tabel 7.4 zijn de resultaten van 1999 weergegeven. Bij de fosfaattoestanden Pw15 en Pw30 wordt de hoogste opbrengst gehaald bij de N-bemestingstrap van 120 kg N/ha en bij de fosfaattoestanden Pw50 en Pw90 is dit bij 240 kg N/ha.

In tabel 7.5 zijn de resultaten van 2000 weergegeven. Bij alle vier de fosfaattoestanden wordt nu de hoogste opbrengst gehaald bij de N-bemesting van 240 kg N/ha.

In tabel 7.6 worden de gemiddelde resultaten over beide jaren weergegeven. Gemiddeld over beide jaren wordt bij de hoogste fosfaattoestand de hoogste opbrengst bij een N-bemesting van 240 kg/ha gevonden en bij de drie overige fosfaattrappen bij een N-bemesting van 120 kg N/ha.

In tabel 7.7 is het resultaat weergegeven van een drietal regressievergelijkingen met de gegevens van beide jaren. De regressievergelijking op basis van de tweedegraads polynoom geeft de hoogste R^2 . Aan deze analyse wordt meer waarde toegekend dan aan de beschrijving van een exponentiële curve dan wel een beschrijving volgens 'broken stick'. Op basis van de regressieanalyse wordt geconcludeerd dat de optimale N-gift over de vier fosfaattoestanden gemiddeld 181 kg N/ha bedraagt. Dit is 4 kg N/ha hoger dan de geadviseerde gift volgens de Adviesbasis. De optimale N-gift hangt wel af van de fosfaattoestand. Naarmate de fosfaattoestand hoger is, is de optimale N-gift ook hoger. Deze neemt toe van 165 kg N/ha bij Pw15 tot 209 kg N/ha bij Pw90.

Conclusie bron 1 (kropsla, geplant voor 15 mei). De berekende optimale N-gift komt gemiddeld over 4 Pw-trappen vrijwel overeen met die van de Adviesbasis. In het traject Pw50-Pw90 is de optimale N-gift 18 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Tabel 7.4. Proefplaats Lelystad, kropsla 1999, geplant voor 15 mei, N/P-interactieproef.

1999	0 kg N/ha	40 kg N/ha	80 kg N/ha	120 kg N/ha	240 kg N/ha
Pw 15	19	29	41	42	31
Pw 30	23	34	48	51	44
Pw 50	22	32	46	49	47
Pw 90	22	33	48	50	52

Tabel 7.5. Proefplaats Lelystad, kropsla 2000, geplant voor 15 mei, N/P-interactieproef.

2000	0 kg N/ha	40 kg N/ha	80 kg N/ha	120 kg N/ha	240 kg N/ha
Pw 15	14	31	42	48	54
Pw 30	18	32	42	48	49
Pw 50	17	33	47	53	58
Pw 90	16	34	42	48	63

Tabel 7.6. **Proefplaats Lelystad, kropsla 1999 +2000, gepland voor 15 mei, N/P-interactieproef.**

Gemiddelde 2 jaar	0 kg N/ha	40 kg N/ha	80 kg N/ha	120 kg N/ha	240 kg N/ha
Pw 15	16	30	41	45	42
Pw 30	20	33	45	49	47
Pw 50	20	33	46	51	52
Pw 90	19	33	45	49	57

Tabel 7.7. **Proefplaats Lelystad, kropsla 1999 +2000, N/P-interactieproef. Berekening optimale N-gift volgens drie verschillende regressievergelijkingen.**

no	proef	adviesgift is 190-1,4*Nmin Nmin: 9 kg/ha Optimale N-gift volgens Adviesbasis	Berekende optimale N-gift (kg/ha)		
			Exponentiële curve (97,5% van max.opbrengst R-kwadraat= 0,949	2 ^e gr polynoom R-kwadraat = 0,987	“broken stick”- methode R-kwadraat = 0,966
1	Lelystad Pw 15	177	148	165 (5)	86 (9)
2	Lelystad Pw 30	177	160	169 (5)	89 (9)
3	Lelystad Pw 50	177	202	181 (6)	96 (4)
4	Lelystad Pw 90	177	280	209 (11)	104 (10)
	Gemiddeld	177	198	181	94

Getal tussen haakjes () geeft de standard error weer. Waar niet vermeld, was deze niet te berekenen.

7.3.2 Bron 2

Cultaanproeven met ijsla in de jaren 1999, 2000 en 2001 in de vroege en herfststeelt op klei en zandgrond. Het zijn formele proeven met stikstoftrajecten van 0-40-60-80-100-120-140-175 kg/ha N. Proefplaatsen: PPO-locaties Meterik (zand) en Lelystad (klei). Onderzoeker W. van Geel.

In tabel 7.8 zijn de resultaten per object en per proefveld weergegeven. In de tabel is ook de N-bemesting volgens de Adviesbasis weergegeven. Een duidelijke conclusie is hieruit niet te trekken. Door het uitvoeren van regressieberekeningen komt er meer duidelijkheid.

De resultaten van een drietal regressieberekeningen zijn weergegeven in tabel 7.9. Het betreft een analyse volgens een exponentiële curve, een analyse volgens een tweedegraads polynoom en de analyse volgens ‘broken stick’. Deze laatste analyse geeft de hoogste R².

Er was slechts één proef met een plantdatum vroeger dan 15 mei. Volgens de methode van broken stick voldeed de bemesting volgens de Adviesbasis.

Gemiddeld over de vier proeven met een plantdatum na 15 mei wordt volgens de methode van broken stick de hoogste opbrengst gehaald bij een N-bemesting van 101 kg N/ha. Dit is 53 kg N/ha hoger dan de bemesting volgens Adviesbasis.

Conclusie. In dit onderzoek met ijsla voldeed het advies van de Adviesbasis bij de planting voor 15 mei en was bij de planting na 15 mei met de optimale N-gift 53 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis.

Tabel 7.8. **Proefplaatsen Meterik en Lelystad, 1999 t/m 2001. Proeven met ijssla. Overzicht N-bemesting met kalkammonsalpeter.**

Jaar Plaats Teelt Nmin	advies basis N-gift kg/ha	bemes- ting N Kg/ha	bol- gewicht ex omblad gram	klasse1 %	vullings graad	opname kg N/ha
1999 Meterik	42	0	728	96	7.8	118
Herfst		60	783	98	7.6	146
Nmin= 68		70	781	99	7.6	142
		100	772	98	7.7	151
		140	812	95	7.8	166
<i>Lsd</i>			<i>58</i>	<i>10</i>	<i>0.7</i>	<i>16</i>
1999 Lelystad	29	0	767	60	7.4	135
Herfst		60	782	56	7.0	146
Nmin=81		80	799	51	7.3	136
		100	778	69	6.8	128
		140	782	54	7.5	148
<i>Lsd</i>			<i>59</i>	<i>20</i>	<i>0.7</i>	<i>15</i>
2000 Meterik	86	0	802	95	7.7	101
Herfst		60	858	96	7.7	129
Nmin=24		100	864	97	7.5	132
		140	854	92	7.6	151
<i>Lsd</i>				<i>61</i>	<i>6</i>	<i>0.4</i>
2001 Meterik	150	0	568	85	8.6	79
Vroeg		65	730	94	7.2	129
Nmin=29		120	857	95	7.3	165
		175	834	96	7.0	196
<i>Lsd</i>				<i>110</i>	<i>12</i>	<i>0.5</i>
2001 Meterik	34	0	729	98	7.9	92
Herfst		40	792	100	7.3	118
Nmin=76		80	814	97	7.4	124
		120	863	98	7.2	141
<i>Lsd</i>				<i>82</i>	<i>15</i>	<i>0.3</i>

Tabel 7.9. **Proefplaatsen Meterik en Lelystad, 1999 t/m 2001. Proeven met ijssla. Berekening optimale N-gift en standaarddeviatie volgens drie verschillende regressievergelijkingen op basis van bolgewicht.**

no	proef	Adviesgift bij vroeg teelt: $190 \cdot 1,4 \cdot N_{min}$ en bij Herfststeelt: $110 \cdot N_{min}$ Optimale N kg/ha Adviesbasis	Berekende optimale N-gift (kg/ha)		
			Exponentieel (97,5 % max. opbrengst)	2 ^e gr polynoom	"broken stick"
1	Lelystad herfst 1999	29	-1	88 (78)	77
2	Meterik herfst 1999	42	171	224 (665)	234
3	Meterik herfst 2000	86	12	97 (38)	36
4	Meterik herfst 2001	34	121	130 (66)	57
	Gemiddeld herfststeelt	48	76	135	101
5	Meterik vroeg 2001	150	199	154 (27)	111

7.3.3 Bron 3

Stikstofbijmeststelsysteem (NBS) bij ijssla. Status: formele dataset (Osinga, 1996).

In onderzoek op ROC-Kollumerwaard (20 % afslibbaar; 2,5 % organische stof) zijn 7 N-objecten met elkaar vergeleken in een zomerteelt. Doel van het onderzoek was de toetsing van het NBS. De sla werd in de eerste week van juli geplant en half augustus geoogst. Het betrof een tweede teelt in het betreffende jaar; er was al een teelt van ijssla aan voorafgegaan. Het onderzoek is in 1994 uitgevoerd met het ras Kelvin en in 1995 met Roxette. Bij het planten was de hoeveelheid N_{min} in 1994 30 kg N/ha en in 1995 50 kg N/ha. Bij volgen van de N_{min}-richtlijn zou de N-bemesting volgens de Adviesbasis in 1994 80 kg en in 1995 60 kg N/ha bedragen. Bij volgen van het NBS-advies werd in beide jaren 105 kg N/ha bemest.

In 1994 gaven objecten die in totaal met 80 kg N/ha waren bemest dezelfde opbrengst als het object met een N-bemesting van 105 kg N/ha. In 1994 was de hoogte van de optimale N-bemesting gelijk aan die volgens de Adviesbasis.

In 1995 hadden de objecten met een N-totaalgift van 105 kg N/ha een gemiddeld bolgewicht van 680 gram, terwijl objecten met een bemesting van in totaal 170 kg N/ha een gemiddeld bolgewicht van 715 gram hadden. Een bemesting van 60 kg N/ha, zoals volgens de Adviesbasis, zou in 1995 veel te laag zijn geweest. In 1995 was de optimale N-gift 110 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis. Uit bron 3 (ijssla geplant na 15 mei) wordt de conclusie getrokken dat gemiddeld over beide proefjaren de optimale N-bemesting 55 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis.

7.3.4 Bron 4

Onderzoek stikstofvoorziening in biologische vroege ijsslateelt in 2001. Status: formele dataset (Van der Schoot, 2002).

In dit onderzoek, uitgevoerd op de PPO-locaties te Meterik en Westmaas waren, naast alternatieve stikstofmetstoffen, als standaard N-trappen met KAS opgenomen. Te Meterik (zand) was het N-traject 0-55-110 kg/ha en te Westmaas (klei) 0-50-100-150 kg/ha. De hoogste stikstofgiften scoorden in deze proef de hoogste opbrengsten.

Conclusie: de hoogste giften liggen nog beneden de adviesgift, zodat de hoogste opbrengst ook bij die giften verwacht mag worden.

7.3.5 Bron 5

Praktijkcijfers2-Ijssla. Status: Informele dataset.

In de jaren 2000 t/m 2002 zijn voor ijssla op 55 percelen op diverse grondsoorten de werkzame stikstofgiften gevolgd en vergeleken met de adviesgift (tabel 7.10). Dit vond plaats in diverse teelten. Resultaten: het aanbod van stikstof varieerden van 115 tot 289 kg/ha. Op 90 % van de bedrijven was het aanbod hoger dan het advies; gemiddelde hoger aanbod was ten minste 32 kg N/ha (getoetst op het advies van de vroege planttijdstop); in 2000 werd aanzienlijk minder bemest dan in de andere 2 jaren.

Conclusie: afhankelijk van het jaar ervaren de ijsslatelers het stikstofadvies als te laag.

Tabel 7.10. **Bemestingsgegevens sla in project Praktijkcijfers 2. N in kg/ha.**

Gewas	jaar	aantal telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-bemesting volgens Adviesbasis	% overschrijding	spreiding
Eikenbladsla	2000	1	1	171	160	100	
	2001	1	1	154	160	0	
	2002	1	1	117	160	0	
Ijsbergsla	2000	3	25	177	160	68	115-289
	2001	2	15	209	160	100	198-211
	2002	2	15	200	160	100	164-268
Kropsla	2000	2	3	232	160	67	118-289

7.3.6 Bron 6

In het project Telen met toekomst kwam krop- en ijssla maar beperkt voor. De bemestingsresultaten zijn weergegeven in tabel 7.11 en 7.12.

Tabel 7.11. **Bemestingsgegevens project Telen met toekomst 2000 t/m 2003.**

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-bemesting volgens Adviesbasis	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	Percele n	N-werk-zaam wettelijk	N-totaal		
Lollo rossa	Vroeg	1	4	5	207	365	160	80
Lollo rossa	Zomer vroeg	1	4	4	159	307	160	75
Lollo rossa	Zomer laat+herfst	2	4	11	117	131	70	82
Lollo rossa	Totaal			20				80

Tabel 7.12. **Bemestingsgegevens project Telen met toekomst in 2004.**

Gewas	Teeltwijze	aantal per-celen	Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-bemesting volgens Advies basis	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
			Nwerk-zaam wettelijk	Ntotaal		
Ijssla	vroeg bedekt	1	452	452	160	100
Ijssla	Vroeg	1	135	135	160	0
Lollo rossa	Zomer vroeg	1	140	260	160	0
Lollo rossa	Zomer laat	1	96	479	70	100

7.3.7 Bron 7

Reactie DLV-groenten op voorgestelde gebruiksnorm. DLV stelt voor de N-bemestingsadviezen van de Adviesbasis bij krop- en ijssla met 20 kg N/ha te verhogen. Het N-bemestingsadvies van Lollo rossa moet gelijkgesteld worden aan dat van kropsla.

7.3.8 Bron 8

LTO geeft aan dat bij ijssla wordt uitgegaan van een bemesting van 200 kg N/ha voor een eerste teelt en 100 kg N/ha voor een tweede teelt. De spreiding in N-behoefte op basis van voorvrucht levert de grootste differentiatie op. Bij een voorvrucht van kool, in het teeltgebied rond Heerhugowaard gebruikelijk, kan worden gesteld dat 30 kg minder nodig is dan de benodigde 200 kg N/ha. Een voorvrucht als aardappelen en bieten is in andere regio's gangbaar en vraagt 30 kg N/ha meer. Er worden 70.000 planten per ha geplant en er wordt in stuks afgeleverd. Een gemiddelde sortering is 600 gram per krop. Dit betekent dat er circa 40.000 kg /ha wordt geoogst.

Bij kropsla gaat de praktijk uit van een N behoefte van 200 kg N/ha. De verschillen tussen de seizoenen lopen op van 220 kg N/ha voor de voorjaarsteelten en 180 kg N/ha voor zomerteelten. Voor kropsla geldt dat er per stuk wordt verkocht. Er worden 80 à 90.000 planten per ha geplant van een gemiddelde sortering van 400 gr/stuk.

7.3.9 Bron 9

De invloed van stikstofbemesting en de groeiomstandigheden op het nitraatgehalte van bladgroenten. Gewas: kropsla. Status : formele dataset (Vermeulen et al., 1987).

Onderzoek is uitgevoerd bij onder andere het gewas kropsla om de nitraatophoping in het gewas vast te stellen. In de vollegrondsteelt te Katelijne Waver op lemige zandgrond zijn proeven met sla uitgevoerd met de hoeveelheden 0-100-150-200 kg/ha N. De hoogste opbrengst werd in zomer- en herfstteelt verkregen bij een N-aanbod (N-mineraal + N-bemesting) van 150-200 kg/ha. De nitraatgehalten bleven daarbij binnen de EU-normen.

Conclusie: De optimale N-gift was in dit onderzoek hoger dan die van de Adviesbasis.

7.3.10 Bron 10

Aparte EU-nitraatnorm voor ijssla, die lager is dan de EU-norm voor andere vollegrondssla soorten.

Gewas: ijssla. Status: formele dataset (Peeters, 2002).

Voor ijssla is met ingang van 24 april door de EU een aparte norm ingesteld. Het maximum gehalte bedraagt voor ijssla voor de periode 1 april tot 30 september 2000 mg NO₃/kg. Dit gehalte is daarmee lager dan de norm voor sla (*Lactuca sativa*) voor genoemde periode van 2500 mg NO₃/kg. Conclusie: Deze lagere norm voor ijssla zal geen problemen opleveren bij het huidige stikstofadvies gezien de gemiddeld hogere productie per ha van dit gewas ten opzichte van die van andere slasoorten.

7.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies kropsla en ijssla

7.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Voor kropsla zijn alleen de resultaten van de planting voor 15 mei van N/P-interactieproef uit Lelystad bekend. Uit dit tweejarig onderzoek is geconcludeerd dat het N-bemestingsadvies bij hoge Pw-toestand van de grond ongeveer 20 kg N/ha te laag is. Er zijn geen gegevens bekend van onderzoek met kropsla met een planttijdstip na 15 mei.

Bij ijssla zijn van de planting voor 15 mei alleen de resultaten bekend van een proef in Meterik in 2001. In deze proef voldeed de bemesting volgens de Adviesbasis. Bij planting na 15 mei is het huidige N-bemestingsadvies bij ijssla wel te laag. Uit de resultaten van 4 proeven uitgevoerd van 1999 t/m 2001 in Meterik en Lelystad en in 2 proeven uitgevoerd in 1994 en 1995 in Kollumerwaard blijkt dat de optimale N-gift 55 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis.

Uit Belgisch onderzoek blijkt dat een verhoging van de adviesbemesting geen bezwaren oplevert met betrekking tot het nitraatgehalte in het geoogste product.

7.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst zijn voor kropsla onvoldoend aantal gegevens bekend, zodat vanuit deze projecten geen conclusie kan worden getrokken. Bij ijssla kan in Praktijkcijfers 2 geen onderscheid worden gemaakt in planttijdstip voor en na 15 mei. Wel is duidelijk dat de gemiddelde N-bemesting tenminste 32 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis. De spreiding in bemestingsniveau is zeer groot.

7.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Op basis van de onderzoeksresultaten en gesteund door praktijkervaringen wordt voorgesteld de N-bemestingsadviezen voor kropsla geplant voor 15 mei, kropsla geplant na 15 mei en ijssla geplant voor 15 mei met 20 kg N/ha te verhogen. Voor ijssla geplant na 15 mei wordt voorgesteld het N-bemestingsadvies met 55 kg N/ha te verhogen.

Tevens wordt voorgesteld om bij de teelt van pluksla, gericht op een hoog kropgewicht het N-bemestingsadvies van kropsla te hanteren.

Er zijn geen gegevens gevonden om het N-bemestingsadvies voor bindsla aan te passen. Binnen de slateelt is deze teeltwijze ook minder belangrijk.

7.5 Literatuur

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Geel, W. van, 2001. PPO vond geen stikstofbesparing door rijenbemesting in vroege slateelt. LTO Groeiservice Gewasnieuws IJssbergsla, jrg. 4, nr 3. 31 okt 2001, p. 3.

Geel, W., van, 2002. PPO vond weinig voordeel Cultan in herfstteelt ijsbergsla - Deling stikstofgift en inspelen op mineralisatie biedt meer perspectief. LTO Groeiservice Gewasnieuws ijsbergssla, jrg. 5, nr 2 (12 juni 2002), p. 3-4.

- Osinga, 1996, K.J., Stikstofbijmeststelsysteem (NBS) bij ijssla, Jaarboek 1995/1996, afgesloten onderzoek vollegrondsgroenteteelt nr 81B, pg 40-45.
- Peeters. L., 2002, EU-normering bladgewassen: wijzigingen vanaf 24 april 2002. Proeftuinnieuws 8, pg 35-36.
- Schoot, J.R. e.a., 2002. Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij kropsla, PPO-agv Lelystad, Projectrapport 11.25.2.36, 39 p.
- Schoot; J.R. van der, 2002, Alternatieve meststoffen voor bloedmeel., Ekoland 1, pg 24-25.
- Vermeulen, J. , e.a, 1987, De invloed van stikstofbemesting en de groeiomstandigheden op het nitraatgehalte van bladgroenten, IOWNL, Landbouwtijdschrift deel 40, no 4, 14 pg.

8 Aanpassing N-bemestingsadvies peen

8.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

8.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Bij peen zijn enkele teeltwijzen te onderscheiden

- bospeen, de peen wordt met loof aangevoerd. Binnen dit segment zijn bedekte teelt, voorjaarsteelt en herfstteelt te onderscheiden
- waspeen voor de verse markt, de peen wordt gewassen zonder loof aangevoerd (A- en B-peen). Hierbinnen te onderscheiden zijn bedekte teelt, voorjaarsteelt, herfstteelt en onderdekkersteelt.
- waspeen voor de industrie (< 20 mm doorsnede)
- Parijse Markt voor de industrie (< 25 mm doorsnede)
- middengrove peen voor de verse markt, de peen wordt gewassen zonder loof aangevoerd (B-peen). Te onderscheiden zijn een zomer- en een herfstteelt.
- grove peen voor de verse markt, de peen wordt gewassen en ook wel ongewassen zonder loof aangevoerd (C- en D-peen). We onderscheiden zomer- en herfstteelt en bewaarteelt.
- grove peen voor de industrie (D-peen), de peen wordt ongewassen zonder loof aangevoerd. Het betreft een herfstteelt. Bij teelt van peen voor de drogerij worden rassen met een hoog drogestofgehalte geteeld.

Waspeen en bospeen worden tezamen vaak als fijne peen aangeduid.

In de Adviesbasis Bemesting (Van Dijk, 2003) wordt volstaan met een indeling in drie teeltwijzen (bospeen, waspeen en winterpeen), waarbij voor bos- en waspeen hetzelfde N-advies geldt (tabel 8.1).

Tabel 8.1. **N-bemestingsrichtlijn peen (Van Dijk 2003).**

gewas	Gift
bos/waspeen	80 - Nmin (0-60), max. 60
Winterpeen	100 - Nmin(0-60), max. 60

* Bij een Nmin-voorraad van > 150 kg/ha en op gescheurd grasland is er een grote kans op negatieve beïnvloeding van de kwaliteit.

8.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Winterpeen

Het advies is gebaseerd op onderzoek uit 1985-1987. Beschikbare documentatie gaat in op hoogte advies en (vooral) op laagdiepte bemonstering Nmin.

Bos- en Waspeen

Geen documentatie beschikbaar.

8.1.3 Motivering van de actualisatie

Het onderzoek waarop het bestaande advies is gebaseerd heeft plaats gevonden in de jaren 1985-1987 (Slangen et al., 1990). Sindsdien is in de praktijk het opbrengstniveau (sterk) toegenomen, vooral in de teelt van winterpeen. Deze stijging is voornamelijk mogelijk gemaakt door de ontwikkeling die in het rassensortiment heeft plaatsgevonden. Daar staat tegenover dat enkele opbrengsten die in het genoemde onderzoek werden gerealiseerd al heel behoorlijk waren. Deze hoge opbrengsten werden vooral gerealiseerd op gronden in Noord-Holland die rijk zijn aan organische stof en waren gekoppeld aan hoge voorraden minerale N in het voorjaar. De huidige teelt van winterpeen vindt voor een groot deel plaats in Noord-Holland(wieringermeer), Flevoland en Groningen op gronden die

gemiddeld veel minder rijk aan N zijn.

De rassen die werden toegepast in een deel van de proeven zijn peentypes voor de teelt van D-peen voor de verwerkende industrie en daarmee minder representatief voor de voor winterpeen gebruikelijke B of C peen.

Teneinde de kwaliteit van de peen te bevorderen en beschadiging van de peen zoveel mogelijk te voorkomen heeft de mechanisatie van de peenooft een ontwikkeling doorgemaakt waarbij de peen aan het loof uit de grond wordt getrokken met een zogenaamde klembandrooier. Dit betekent dat in de huidige teelt hoge eisen worden gesteld aan de stevigheid van het loof van de peen en daarmee aan een goede N-voorziening.

8.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

De bronnen die beoordeeld zijn, zijn weergegeven in tabel 8.2. Bron 1 betreft de data die ten grondslag hebben gelegen aan het huidige N-bemestingsadvies voor winterpeen. Deze data zijn opnieuw wiskundig geanalyseerd.

Tabel 8.2. **Overzicht van de gebruikte informatiebronnen.**

Bron	Status	Door wie	methode	(proef)plaats	grondsoort	Wanneer	ras	teeltwijze	aantal N-trappen	Nultrap
1	Formele dataset	Slangen et al.	respons en verschil	Goeree-Overflakkee, Wieringermeer, Zwaagdijk, Avenhorn	zavel (gedeeltelijk o.s.-rijk)	1985-1987	Karotan, Berlanda, Flakeese	winterpeen, industriepeen	6	Ja
2	Informele dataset	Agrifirm	respons	NONederland, flevoland	div. vnl. o.s. arme zavel	2003-2004	Nerac, Nepal Narbonne	winterpeen	div.	Nee
3	Praktijk informatie	Agrifirm	vuistregel	nvt	div.	Nvt	div.	winterpeen, bos-en waspeen	nvt	nvt
4	Praktijk informatie	DLV	vuistregel	div.	div.	Nvt	div.	winterpeen, bos- en waspeen	nvt	nvt
5	Praktijk informatie	LTO	vuistregel	Nvt	div.	Nvt	div.	winterpeen, waspeen	nvt	nvt
6	Praktijk informatie	Praktijkcijfers 2	registratie	div.	div.	2000-2002	div.	winterpeen, waspeen	nvt	nvt
7	Praktijk informatie	Telen met Toekomst	registratie	div.	div.	2000-2003	div.	winterpeen, fijne peen, parijse markt	nvt	nvt

8.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

8.3.1 Bron 1, Slangen et al., winterpeen

Met moderne methoden werden de gegevens van bron 1 opnieuw geanalyseerd. Aan de objectgemiddelden van de 11 proeven uit deze dataset werd per proef afzonderlijk een kwadratische curve aangepast: $Y = a + bN + cN^2$.

Uit de berekende curves is een optimale N-gift afgeleid. In drie proeven is dit berekende optimum gecorrigeerd. Bij de proeven IB3095 en IB3150 werd een negatief optimum berekend. In deze gevallen werd de optimale N-gift op 0 gesteld. Bij de proef IB3149 werd een holle lijn gefit. Dit heeft tot gevolg dat een minimum wordt berekend. Aangezien de opbrengstcurve van deze proef bij toenemende N-gift blijft stijgen is de hoogste gift als optimum vastgesteld.

Op basis van de optimale N-giften en de voorraad N_{min} (0-60) in het voorjaar is per proef een optimaal N-aanbod berekend.

Het percentage verklaarde variantie (R^2_{adj}) van de afzonderlijke proeven staat in tabel 8.3 vermeld. Deze zijn in een aantal gevallen niet hoog doordat de gefitte curves vrij vlak lopen.

Tabel 8.3. **Kentallen van de gefitte respons (kwadratische responscurve) per proef voor de data van bron1.**

Proef	A	B	c	R ² _{adj}	berekende opt-N gift	gecorrigeerde opt-N gift	Nmin 0-60	Optimale N-gift+Nmin
IB3019	53,6	0,112	-0,000754	0,40	74	74	23	97
IB3020	94,3	0,031	-0,000398	0,59	39	39	20	59
IB3021	85,4	0,138	-0,000556	0,36	125	125	17	142
IB3093	89,0	0,124	-0,000893	0,85	70	70	15	85
IB3094	84,5	0,297	-0,001944	0,76	75	75	39	114
IB3095	109,8	-0,029	-0,000218	0,38	-67	0	155	155
IB3096	137,2	0,118	-0,000814	0,19	73	73	145	218
IB3149	85,2	-0,000	0,000286	0,34	1	120	44	164
IB3150	69,9	-0,012	-0,000571	nihil	-108	0	39	39
IB3151	91,4	0,097	-0,000343	0,81	141	141	159	300
IB3152	130,9	0,348	-0,003257	0,91	53	53	93	146
gemiddeld						70	68	138

Het N-aanbod waarbij de optimale opbrengst werd bereikt bedraagt bij bewerking van de gegevens met het kwadratische responsmodel gemiddeld 138 kg per ha. Het optimale aanbod varieerde van 39 tot 300 kg per ha. Op 7 van de 11 onderzocht percelen was het optimaal benodigde aanbod hoger dan het oorspronkelijke advies van 100-Nmin.

Behalve de analyse volgens het kwadratische model is ook een analyse uitgevoerd met het exponentiele model.

$$Y = \alpha + \beta\rho^N$$

De opbrengst stijgt dan steeds minder per kilogram extra toegevoegde stikstof en gaat naar een maximale opbrengst (α). Voor de snelheids parameter, ρ , geldt dan : $0 < \rho < 1$. Aangepast aan deze dataset bleef de opbrengst vanaf N-gift 0 eerst constant om bij hogere Ngiften te gaan dalen, de snelheidsparameter ρ , was groter dan 1. Omdat er in elke proef een maximum opbrengst is, waarbij verdere verhoging van de Ngift de opbrengst doet dalen, ligt het voor de hand om dan de lineair exponentiele curve te beproeven

$$Y = \alpha + \beta\rho^N + \gamma N$$

Bij dit lineair exponentieel model is het gebruikelijk dat de opbrengst bij lage N-gift snel stijgt als functie van de N-gift en voorbij de gift met maximale opbrengst vindt er een geleidelijke lineaire daling plaats. Hierbij geldt voor ρ weer: $0 < \rho < 1$ en $\gamma < 0$. Echter aangepast aan de dataset was $\rho > 1$ en de schatting van parameter γ was positief. Ondanks dat konden er toch maxima worden geschat per proef, uitgezonderd bij proef 3095. De schatting van de optimale N-giften per proef is weergegeven in tabel 8.4. Wanneer de berekende negatieve optima gelijk aan 0 worden gesteld dan is de berekende gemiddelde optimale N-gift volgens het lineair exponentieel model 75 kg N/ha. Dit is 5 kg N/ha hoger dan met het kwadratische model (tabel 8.3).

Ook is een analyse uitgevoerd volgens het broken stick model. Bij aanpassen van dit model aan de data was in 4 van de 11 proeven het eerst lijnstuk vaak dalend of viel de schatting van de drempel buiten het traject van de Ngiften in de proef. Het aanpassen van 2 lijnstukken waarvan de eerste stijgend en de tweede dalend, was wel bij alle 11 proeven mogelijk. De knik of drempel geeft dan de optimale bemesting aan. De berekende gemiddelde optimale N-bemesting is met het broken stick model 77 kg N/ha. Het advies dat met het kwadratische model is opgesteld lijkt dan ook voorzichtig geformuleerd.

Tabel 8.4 **Berekende optimale N-giften per proef bij toepassing van drie responscurves bij winterpeen.**

Proef	Kwadratische responscurve	Liniair exponentiele curve	Broken stick
IB3019	74	85	66
IB3020	39	39	70
IB3021	125	125	90
IB3093	70	80	62
IB3094	75	85	75
IB3095	0	0	126
IB3096	73	83	56
IB3149	120	0	16
IB3150	0	0	107
IB3151	141	122	101
IB3152	53	60	72
gemiddeld	70	75	77

De oorspronkelijke conclusie van Slangen et al, 1990, vermeldt ook dat het N-aanbod maximaal 150 kg/ha hoeft te zijn. Het uiteindelijke advies werd gebaseerd op de stelling dat op het merendeel der velden met een aanbod van 100 kg per ha kan worden volstaan. Letterlijk gezien is dit niet juist. Om tot dat advies te komen heeft kennelijk de overweging een rol gespeeld dat de opbrengsten in het onderzoek niet sterk reageren op variaties in de N-voorziening wanneer deze reactie wordt gerelateerd aan de N-reactie die bij andere gewassen kan worden vastgesteld.

Indien het uitgangspunt wordt gekozen dat het N-advies in weinig gevallen tot een suboptimale bemesting mag leiden uit oogpunt van veranderde eisen die aan de kwaliteit (waaronder oogstbaarheid) worden gesteld, dan moet een advies op basis van deze bestaande dataset een N-aanbod nastreven van ca. 140 kg N per ha (N-min. voorjaar (0-60cm) plus stikstofgift).

8.3.2 Bron 2 Agrifirm, praktijkdata winterpeen

De dataset biedt gegevens van N-giften en behaalde opbrengsten winterpeen op een groot aantal praktijkpercelen. De opbrengsten zullen beïnvloed zijn door meer factoren dan alleen de verschillen in N-bemesting. Van drie factoren die hierbij belangrijk kunnen zijn, zijn in de dataset gegevens voorhanden namelijk jaar, ras en voorvrucht.

Van een aantal waarnemingen was de voorvrucht niet bekend. Van sommige voorvrucht, ras, jaar combinaties kwamen minder dan 3 waarnemingen voor. Deze waarnemingen zijn buiten de analyse gehouden. Per combinatie van jaar, ras en voorvrucht zijn de volgende aantallen waarnemingen beschikbaar (tabel 8.5).

Tabel 8.5. **Aantal waarnemingen en minimum, gemiddelde en maximum voor N-gift en opbrengst per combinatie van jaar, ras en voorvrucht. Praktijkpercelen winterpeen, gegevens Agrifirm.**

Jaar	Ras	Voorvrucht	Count	min_N	gem_N	max_N	min_Y	gem_Y	max_Y
2003	Narbonne	consumptieaardappel	4	123	139	153	75	86	102
2003	Narbonne	pootaardappel	6	100	116	150	66	77	92
2003	Narbonne	Zomergerst	3	117	124	129	66	78	89
2003	Nepal	Wintertarwe	3	49	85	108	75	80	83
2003	Nerac	consumptieaardappel	9	87	123	154	82	104	119
2003	Nerac	pootaardappel	9	95	130	160	76	91	104
2003	Nerac	Suikerbiet	7	98	125	164	78	92	103
2003	Nerac	Wintertarwe	10	77	129	174	72	83	92
2003	Nerac	Zomergerst	7	104	146	181	35	78	102
2004	Narbonne	pootaardappel	3	80	106	129	43	63	87
2004	Nerac	consumptieaardappel	5	104	126	136	44	73	88
2004	Nerac	pootaardappel	20	81	109	165	41	62	92
2004	Nerac	Suikerbiet	9	79	118	156	39	70	88
2004	Nerac	Wintertarwe	9	80	96	124	43	57	73
2004	Nipomo	consumptieaardappel	5	99	119	157	73	81	99
2004	Nipomo	pootaardappel	3	106	111	120	77	80	82

Op de beschikbare data is een zogenaamd “broken stick” model aangepast om de N-gift te benaderen waarboven de opbrengst niet meer toeneemt en die recht doet aan de invloed van jaar, ras en voorvrucht op het opbrengstniveau.

$$y = \beta(N - \delta) * (N \leq \delta) + \alpha_i + \varepsilon$$

Parameter δ is de bemesting waarboven de opbrengst niet meer toeneemt, parameter β is de opbrengsttoename in ton/ha per kg N die extra wordt toegevoegd. Parameter α_i is de maximale opbrengst voor ras, voorvrucht, jaar combinatie i (Tabel 8.6).

Het percentage verklaarde variantie was 52,1. De schatting voor de drempel δ was 119,14 met standard error 8,65. Dit betekent dat de laagste Ngift waarbij gemiddeld de hoogste opbrengst werd bereikt 119 kg N per ha bedroeg met een betrouwbaarheidsinterval (95%) van ongeveer plus of min 18 kg. Beneden deze drempel nam de opbrengst per kg N toe met 0,43 ton per ha.

Verder is de maximale opbrengst per combinatie van ras en voorvrucht weergegeven. Voor het ras Narbonne na consumptieaardappel was de maximale opbrengst bijvoorbeeld 86,2 ton/ha. De invloed van de combinatie van het geteelde ras en de voorvrucht (en jaar) op de opbrengst is daarmee overigens zeker zo belangrijk als de N-gift.

Tabel 8.6. **Analyse van de opbrengstgegevens praktijkpercelen winterpeen beschikbaar gesteld door Agrifirm.**

			Estimate	standard error (ton/ha)
δ			119.12	8.65
β			0.425	0.142
2003	Narbonne	Consumptieaardappel	86.24	6.35
2003	Narbonne	pootaardappel	81.15	5.50
2003	Narbonne	zomergerst	78.56	7.43
2003	Nepal	wintertarwe	94.41	8.19
2003	Nerac	consumptieaardappel	107.29	4.41
2003	Nerac	pootaardappel	93.49	4.33
2003	Nerac	suikerbiet	95.47	5.06
2003	Nerac	wintertarwe	85.78	4.11
2003	Nerac	zomergerst	79.07	4.88
2004	Narbonne	pootaardappel	69.56	7.59
2004	Nerac	consumptieaardappel	74.57	5.71
2004	Nerac	pootaardappel	67.94	3.51
2004	Nerac	suikerbiet	74.32	4.61
2004	Nerac	wintertarwe	67.43	5.02
2004	Nipomo	consumptieaardappel	85.54	5.92
2004	Nipomo	pootaardappel	83.80	7.5

Een advies gebaseerd op een gemiddeld optimale gift van 119 plus of min 18 kg betekent, uitgaande van een geschatte N-voorraad voor de betreffende grondsoorten van ongeveer 30 kg, een gewenst aanbod van 150 kg N per ha met een spreiding tussen 130 (131) en 170 (167) kg per ha.

8.3.3 Bron 3 Agrifirm, advies winterpeen en waspeen

In de praktijk wordt voor winterpeen een advies gegeven van bemesting met 100 tot 150 kg N/ha afhankelijk van grondsoort en omstandigheden.

Voor waspeen wordt een advies van 100 min N-min gehanteerd.

8.3.4 Bron 4 DLV, advies winterpeen en bos- en waspeen

In het door DLV plant BV uitgegeven bemestingsgids akkerbouw conformeert het vermelde advies voor waspeen en winterpeen zich aan het advies van de adviesbasis bemesting. Voor Parijse peen wordt een advies vermeld van 60 kg N – N-min (0-60). Op de vraag aan DLV-adviseurs welke adviezen door hen in de praktijk worden gehanteerd, worden voor winterpeen, bospeen en waspeen hogere N-giften aangegeven. Door DLV wordt voor winterpeen een advies gehanteerd van 140 min N-min kg/ha. Voor bos- en waspeen wordt een advies van 100 min N-min gehanteerd.

8.3.5 Bron 5 LTO, advies winterpeen en waspeen

LTO-Groeiservice geeft aan dat in de praktijk wordt uitgegaan van een totale N-behoefte van 140 kg per ha. Variatie van de benodigde gift treedt op door grondsoort en seizoensinvloeden. De hoogte van de variatie door deze factoren bedraagt voor beiden afzonderlijk ca 25 kg/ha.

Voor waspeen is een N-aanbod van 120 kg per ha nodig.

8.3.6 Bron 6 Praktijkcijfers 2, winterpeen en waspeen

In 2000 tot en met 2002 werd op bedrijven in Praktijkcijfers 2 gemiddeld over 35 percelen aan waspeen 102 kg/ha werkzame stikstof gegeven met een spreiding tussen 0 en 233 kg per ha. In 2000 tot en met 2002 werd op deze bedrijven gemiddeld over 35 percelen aan winterpeen 105 kg/ha werkzame stikstof gegeven met een spreiding tussen 52 en 166 kg werkzame stikstof per ha.

8.3.7 Bron 7 Telen met toekomst, winterpeen, fijne peen, Parijse markt

In 2000 tot en met 2003 werd op bedrijven in Telen met toekomst gemiddeld over 4 percelen aan winterpeen 104 kg/ha werkzame stikstof gegeven. Op de bedrijven werd gemiddeld over 10 percelen aan fijne peen 99 kg N/ha gegeven. Op deze bedrijven werd gemiddeld over 3 percelen aan Parijse markt 4 kg N/ha gegeven.

8.3.8 Bespiegeling tav de teeltwijzen

Bij punt 8.1.1. zijn diverse teeltwijzen onderscheiden. Het is niet goed mogelijk in een advies deze teeltwijzen goed van elkaar te onderscheiden, omdat in de meeste gevallen gegevens ontbreken. In het oorspronkelijke advies worden enerzijds winterpeen en anderzijds waspeen en bospeen onderscheiden. De achtergrond van dit onderscheid is vooral de maat van de betreffende peen. Het is wellicht logischer om in de advisering van de bemesting verschillen in opbrengst en teeltduur als uitgangspunt te nemen, omdat deze een grotere samenhang met de N-ontrekking en daarmee met de N-behoefte hebben dan simpelweg de maat van de peen. Bospeen heeft een vrij korte teeltduuren was- en winterpeen over het algemeen een lange teeltduur. Deze benadering sluit ook aan bij het feit dat grove peen steeds vaker ook gewassen wordt en dat de teelt zodanig gedifferentieerd is dat ook fijnere peen wordt geteeld. Het onderscheid tussen deze teeltvormen is daardoor in de afgelopen jaren vervaagd. Tenslotte is het opbrengstniveau van sommige waspeenteelten vergelijkbaar geworden met winterpeenteelten. Dit pleit ervoor om in de advisering onderscheid te maken tussen de kortdurende en lager opbrengende bospeenteelt enerzijds en de hoog opbrengende en langer durende teelten van waspeen en winterpeen anderzijds.

8.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies peen

8.4.1 Resultaten van proeven

De bewerking van de gegevens waarop het huidige bemestingsadvies is gebaseerd leiden tot de conclusie dat het advies voor winterpeen met 40 kg N/ha verhoogd moet worden tot 140-Nmin. Voor N-bemesting van waspeen en bospeen zijn geen proefveldgegevens beschikbaar.

8.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Voor winterpeen wordt door diverse bronnen een stikstofbehoefte aangegeven van 115 tot 165 kg N/ha of een toegepaste bemesting gemeld variërend van 52 tot 166 kg N per ha met een gemiddelde gift van ca 100 kg N per ha. Dit komt met elkaar overeen bij een veronderstelde N-voorraad van ca. 40 kg per ha in het voorjaar. Ook op waspeen worden hogere N-giften gegeven. Uit de analyse van de relatie tussen bemesting en gerealiseerde opbrengsten in de praktijk op gronden in belangrijke teeltgebieden wordt een hogere optimale N-bemesting gevonden dan op basis van het huidige advies verwacht zou mogen worden. Er is aanleiding om het bestaande advies aan te passen.

8.4.3 Voorstel voor nieuw advies

Voorgesteld wordt om het huidige advies voor winterpeen met 40 kg N/ha te verhogen en geen onderscheid meer te maken in het bemestingsadvies voor was- en winterpeen. Voor beide peentypen wordt dan een gift van 140-Nmin geadviseerd.

Voor Parijse peen is geen onderbouwd advies te geven en ook moeilijk van andere adviezen af te leiden gezien het totaal afwijkende product. Voorgesteld wordt om in het advies een voetnoot op te nemen om bij dit peentype voorzichtig te zijn met de N-bemesting.

Voorgesteld wordt om het huidige advies voor bospeen te verhogen met 20 kg N/ha naar 100-Nmin.

Tabel 8.7. **Op grond van landbouwkundige overwegingen bijgesteld voorstel voor een bemestingsadvies.**

Peen ⁵	Totaalgift	Bijbemesting
<i>Bospeen</i>	100 - Nmin (0-60),	
<i>Winterpeen en waspeen</i> *	140 - Nmin(0-60),	Gift bij voorkeur te verdelen over een basisgift van ca 100 -Nmin aangevuld met een bijbemesting op basis van waarnemingen.

* Bij teelt van Parijse Broei wordt een lagere N-gift geadviseerd.

8.5 Literatuur

Brakeboer T. (1990), Bospeen: stikstof doet eerder kwaad dan goed, Groenten en fruit, Vol. 45, no. 39, p. 59.

Dijk van W. (samensteller), Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, PPO publicatie 307, februari 2003.

DLV Plant BV. Bemestingsgids akkerbouw 2004-2005, paragraaf 8.12-peen, p.110-115, januari 2004.

Drenth H. (2004), Rekenen aan stikstof voor toppeen [Thema Bemesting op maat], Oogstplus: akkerbouw/vollegrond, Vol. 17, no. 8, p. 6-7.

Slangen J.H.G, Titulaer H.H.H, Niers H. en van der Boon J., Stikstofbemesting bij peen., verslag nr.95, PAGV Lelystad 1990

Tonckens W. (2000), Bemesting peen afstemmen op behoefte gewas, Vakdeel vollegrondsgroenten, no. 21, p. 18-19

Wildeman J. (1995), Winterpeen: stikstofgift heeft zeker minimum grens, Vakdeel vollegrondsgroenten, no. 11, p. 23.

Wildeman J.(1994), Winterpeen: hoe hou ik het loof groen en sterk? Vakdeel vollegrondsgroenten, no. 30/31, p. 6-7.

9 Aanpassing N-bemestingsadvies prei

9.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

9.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Het bestaande voorraadbemestingsadvies voor zomer-, herfst- en winterprei is opgebouwd uit drie N-giften (Van Dijk, 2003; tabel 9.1).

Tabel 9.1. **N-bemestingsrichtlijn prei (Van Dijk, 2003).**

teelt	Basisgift	Bijbemesting	
		Hoeveelheid	Tijdstip
zomer-, herfst- en winterprei	120 - Nmin(0-60)	2x75	1 ^e gift: 6 weken na het planten 2 ^e gift: voor half september, late winterprei in het voorjaar

De hoogte van de eerste gift is afhankelijk gesteld van de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm en bedraagt 120 – Nmin (0-60). Als wordt uitgegaan van een Nmin-voorraad van 55 kg N per ha op 1 juni, dan bedraagt het advies voor de eerste gift dus 65 kg N per ha.

De tweede en derde gift dienen uitgevoerd te worden als bijbemesting en bedragen 75 kg N per ha per keer. De tweede gift dient 6 weken na het planten te worden uitgevoerd en de derde gift bij zomer- en herfstprei voor half september en bij late winterprei in het voorjaar.

Bij de Nmin-voorraad van 55 kg N per ha in de laag 0-60 cm op 1 juni, bedraagt de totale adviesgift voor prei $65 + 75 + 75 = 215$ kg N per ha. Voor zomerprei echter, die in de periode eind maart – half mei wordt geplant, zou een Nmin (0-60) moeten worden gehanteerd van 30-40 kg N per ha en bedraagt de adviesgift 230-240 kg N per ha.

Naast het in tabel 9.1 weergegeven voorraadbemestingsadvies, is er voor prei een N-bijmeststelsel (NBS) beschikbaar (Van Dijk, 2003). Daarbij wordt de N-gift gebaseerd op de Nmin-voorraad in de grond, die gedurende de groeiperiode meerdere keren wordt bepaald. Dit systeem wordt in de praktijk veelvuldig toegepast.

9.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Er is zeer weinig informatie beschikbaar over de totstandkoming en onderbouwing van het bestaande advies. In het archief van de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt (CBAV) is in het geheel geen gedocumenteerde informatie aanwezig over de onderbouwing van het bestaande advies. Door het secretariaat van de commissie werd gemeld dat het advies “zeker meer dan 20 jaar oud” is en dat het waarschijnlijk voornamelijk gebaseerd is op kennis en ervaring afkomstig van adviseurs, onderzoekers en zaadbedrijven. Uitgebreide N-trappenproeven zijn voor dit gewas waarschijnlijk nooit aangelegd. Dit werd bevestigd door enkele leden van de CBAV, die reeds lang zitting hebben in de commissie (Persoonlijke mededelingen J. Janssen van EC-LNV en T. van Mierlo van Blgg).

Begin jaren '90 is het stikstofbijmeststelsel (NBS) voor een aantal groenten, waaronder prei, in Nederland geïntroduceerd. Dit was hoofdzakelijk gebaseerd op het Duitse KNS (Kultur Begleitende Sollwerten)-stelsel en is later op een aantal punten aangepast aan de Nederlandse situatie. Ook dit bemestingsadvies is dus niet gebaseerd op veldproeven met meerdere stikstoftrappen.

9.1.3 Motivering van de actualisatie

De preiwerkgroep van LTO-Groeiservice pleit voor een verhoging van het officiële advies tot 300 kg N per ha. De belangrijkste argumenten die de werkgroep hiervoor aandraagt zijn de ontwikkeling van ter plaatse gezaaide prei, de komst van hybriden en de trend naar toenemende plantdichtheden die zullen leiden tot hogere opbrengsten en N-opnames.

De DLV adviseert een N-bemesting van 270-N_{min} voor zaadvaste rassen en van 300-N_{min} voor hybriden.

9.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

Hierna worden datasets/publicaties beschreven die bruikbaar zijn voor de actualisatie van adviezen. In de paragrafen 2.1 t/m 2.3 zijn zes N-trappenproeven beschreven. Met behulp van regressie-analyse is per afzonderlijk proef de gewasresponse van prei op stikstof vastgesteld met netto-opbrengst als y-variabele en N-gift als x-variabele. De analyse is uitgevoerd met de objectgemiddelden van de N-trappen (dus niet met de waarnemingen van de individuele herhalingen).

Voor elke proef is nagegaan wat het beste regressie-model is. Conform de leidraad voor de vaststelling van N-bemestingsadviezen van de Commissie Bemesting

Akkerbouw/Vollegroenteteelt zijn hierbij vijf modellen vergeleken: 2e-graads polynoom, exponentieel model, lineair+exponentieel model, broken-stick en kwadratisch+plateau-model.

Vervolgens is het model gekozen met het hoogste percentage verklaarde variantie (R^2 adjusted). Bij gelijke R^2 van modellen is het model gekozen met de grootste statistische significantie (op basis van de F-probability van het regressiemodel). Met behulp van het geselecteerde model is de optimale N-gift berekend. De resultaten van de regressie-analyse zijn weergegeven in tabel 9.3 en in de figuren 9.1 t/m 9.3.

Bij het exponentiële model blijft de opbrengst langzaam toenemen bij steeds verdere verhoging van de N-gift, waardoor niet kan worden geschat bij welke N-gift de maximale opbrengst wordt bereikt. Daarom is hier de N-gift berekend waarbij 99% van de maximale opbrengst werd gerealiseerd. Bij het lineair+exponentieel model kan de opbrengst zowel blijven doorstijgen als afnemen bij steeds verdere verhoging van de N-gift. In geval van een stijging kan eveneens niet worden bepaald bij welke N-gift de maximale opbrengst wordt bereikt. In tabel 9.3 is daarom bij deze modellen in de meeste gevallen geen optimale N-gift weergegeven, indien deze niet goed was te schatten.

9.2.1 Van Geel en Meurs E.J.J. (2004)

De proeven zijn door PPO uitgevoerd in 2002 en 2003 met late herfstprei (hybride ras) op een zandgrond op proeftuin Meterikse Veld. Het betreft twee formele datasets, die geschikt zijn om de optimale N-gift af te leiden met de responsmethode. In de proeven is een groot aantal objecten vergeleken, waarbij in dit geval de N-trappen 0, 60, 120, 180, 240 en 300 kg N per ha het meest relevant zijn. De bemestingswijze bij de vaste N-trappen (vooraf vastgestelde gift die volgens een vast delingspatroon wordt toegediend) komt het meest overeen met de bemesting volgens de stikstof-bemestingsrichtlijn en is voor deze studie daarom als meest representatief beschouwd.

In al deze objecten is de N-gift evenredig verdeeld over 3 toedieningstijdstippen (bij de start, half augustus, 1 oktober). De N_{min}-voorraad in de bodem voor planten van de prei is bepaald. Bij de eind oogst zijn de volgende parameters bepaald: bruto-opbrengst, drogestofopbrengst, veilbare opbrengst, % klasse 1, sortering, N-opname (waaruit de N-benutting is berekend) en N_{min} na de oogst (Tabel 9.2).

Tabel 9.2. **Resultaten van N-trappenproeven met prei, uitgevoerd te Meterik (Van Geel & Meurs, 2004). ANR= schijnbare N-benutting, ofwel het deel van de toegediende N dat wordt opgenomen.**

Jaar	N-gift, kg N per ha	opbrengst, ton per ha		klasse I, g/100 g netto	N-opname, kg N per ha	ANR, %
		bruto	netto			
2002	0	65,3	39,5	39,5	157	-
	60	73,1	44,7	44,7	199	70
	120	76,3	44,1	44,1	227	58
	180	82,7	46,8	46,8	260	57
	240	79,2	45,6	45,6	260	43
	300	82,8	47,1	47,1	285	42
2003	0	73,8	44,8	94,9	223	-
	60	78,4	47,2	95,9	259	67
	120	78,9	48	96,2	279	50
	180	79,3	46,1	94,7	300	45
	240	76,8	45,9	94,8	296	32
	300	74,8	44,7	93,4	292	24

In beide jaren was het effect van stikstofbemesting op de opbrengst klein. Zonder N-gift werd in 2002 al circa 80 procent van de maximale opbrengst aan veilig product gehaald en in 2003 meer dan 90 procent! De N-opname in de onbemeste veldjes bedroeg 157 kg N per ha in 2002 en 223 kg N per ha in 2003. De belangrijkste redenen voor de hoge N-opname in de controle-objecten zonder N-toediening waren i) een hoge N_{min}-voorraad voor planten (alleen in 2003; de N_{min}-voorraad in 0-60 cm bedroeg 62 kg N/ha in 2002 en 120 kg N/ha in 2003), ii) N-mineralisatie tijdens de groeiperiode (81 – 90 kg N/ha in 0-45 cm laag), iii) geen N-verlies door uitspoeling in de zomer van 2002 en de N-aanvoer met beregeningswater (50 – 65 kg N/ha). Deze laatste is in wezen een vorm van bemesting, waarvoor de proefresultaten kunnen worden gecorrigeerd.

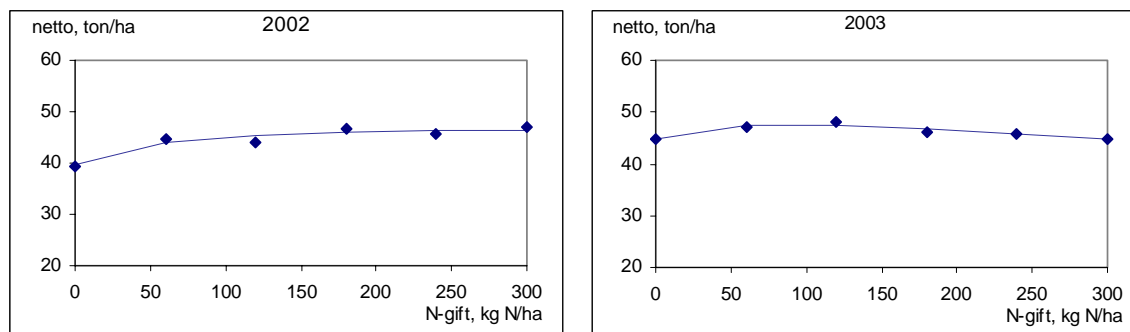
In geen van de proeven had de hoogte van de stikstofgift significant effect op de kwaliteit. Wel was er in 2003 een tendens tot lichte afname van de kwaliteit bij N-trappen >120 kg N per ha.

In de objecten met 180, 240 en 300 kg N per ha

- bedroeg de bruto-opbrengst in 2002 circa 80 ton per ha (79,2-82,8) en in 2003 iets minder (74,8-79,3 ton per ha);
- varieerde de N-opname in 2002 van 260-285 en in 2003 van 292-300 kg N per ha.

Het effect van stikstof op de netto-opbrengst werd voor de proef van 2002 het best beschreven door een exponentiële curve. Omdat deze curve blijft doorstijgen bij verhoging van de N-gift, is als optimale N-gift de gift genomen waarbij 99% van de maximale opbrengst wordt bereikt (c.q. 99% van de asymptoot). Deze gift bedroeg 165 kg N per ha.

In 2003 was de reactie op stikstof zwak. Geen van de gehanteerde regressiemodellen was significant. Het lineair+exponentiële model had nog de hoogste mate van betrouwbaarheid. Bij regressie-analyse met de bruto-opbrengst als y-variabele was dit model wel significant. Derhalve is met dit model de N-gift bepaald waarbij de maximale bruto-opbrengst werd bereikt. Deze gift bedroeg 125 kg N per ha.



Figuur 9.1. Relatie tussen N-gift en marktbaar opbrengst van prei in 2002 en 2003. Per object zijn de gemiddelde netto-opbrengsten aangegeven met markers; met de lijn is het meest optimale regressiemodel per jaar weergegeven.

Gezien de hoge Nmin-voorraad in 2003 en de extra aanvoer van N met beregeningswater in beide jaren, is het zinvol het totale N-aanbod te berekenen waarbij de maximale opbrengst in de proeven is gerealiseerd. Het totale N-aanbod (exclusief N-mineralisatie) vormt ook het uitgangspunt voor het bestaande N-bemestingsadvies.

- In 2002 bedroeg de Nmin-voorraad voor planten 62 kg N per ha in de 0-60 cm laag en werd 50 kg N/ha aangevoerd met beregening. Het totale N-aanbod bij de optimale N-gift bedroeg, exclusief N-mineralisatie, $165 + 62 + 50 = 277$ kg N per ha.
- In 2003 bedroeg de Nmin-voorraad voor planten 120 kg N per ha in de 0-60 cm laag en werd 65 kg N/ha aangevoerd met beregening. Het totale N-aanbod bij de optimale N-gift bedroeg zodoende $125 + 120 + 65 = 310$ kg N per ha.

De N-opname bedroeg bij optimale N-gift in beide jaren ca. 260 kg N per ha. De schijnbare N-benutting (=deel van de toegediende N dat wordt opgenomen) bedroeg bij optimale N-gift 57% in 2002 en 61% in 2003. Dat is veel hoger dan de benutting van 31%, die is gevonden door Greenwood et al. (1989), zoals beschreven door Smit (1996). Gebleken is dat de benutting onder andere kan worden verhoogd door het toepassen van een NBS (stikstofbijmeststelsel), waarbij beter rekening wordt gehouden met de vrijkomende N door mineralisatie.

Tabel 9.3. Resultaat van verschillende responsemodellen voor bepaling van de optimale N-gift t.a.v. de marktbaar opbrengst¹.

Proef	2e graad polynoom			exponentieel model			lineair+exponentieel model		
	R ² -adj	F-prob	opt N-gift	R ² -adj	F-prob	opt N-gift	R ² -adj	F-prob	opt N-gift
Meterik 2002	0,729	0,066	250	0,821	0,035	165²	0,820	0,106	
Meterik 2003	0,560	0,135	137	0,015	0,646		0,780	0,129	88
Meterik 2003 bruto	0,885	0,018	151	0,112	0,389		0,940	0,036	125
Meterik 1999	0,738	0,062	244	0,749	0,059		0,624	0,217	
Meterik 2000	0,670	0,165	251	0,677	0,116		0,770	0,302	>250
Meterik 2000 bruto	0,954	0,023	178	0,902	0,049		0,918	0,182	175
Meterik 2001	0,999	0,018	204	0,994	0,044		0,780	0,129	
Droevendaal 2000	0,840	0,011	243	0,817	0,015		0,787	0,057	

Tabel 9.3. **vervolg.**

Proef	broken stick			kwadratisch + plateau		
	R ² -adj	F-prob	opt N-gift	R ² -adj	F-prob	opt N-gift
Meterik 2002	0,758	0,055	74	0,758	0,055	106
Meterik 2003	0,015	0,646	58	0,015	0,646	15
Meterik 2003 bruto	0,112	0,389	60	0,112	0,389	6
Meterik 1999	0,795	0,043	150	0,739	0,062	222
Meterik 2000	0,725	0,138	76	0,725	0,138	98
Meterik 2000 bruto	0,968	0,016	106	0,951	0,024	150
Meterik 2001	0,988	0,064	117	0,999	0,014	199
Droevendaal 2000	0,866	0,008	168	0,841	0,011	218

Noten:

1. De optimale N-gift van het als beste geselecteerde model is vetgedrukt.
2. N-gift waarbij 99% van de maximale opbrengst (c.q. 99% van de asymptoot wordt bereikt).

9.2.2 Cultan-onderzoek in prei, PPO 1998 t/m 2001.

Er zijn door PPO relevante gegevens verzameld in het kader van onderzoek naar de mogelijkheden van Cultan-bemesting (PPO, 2005). Daartoe zijn in 1999, 2000 en 2001 een late herfstteelt prei (in alle drie de jaren met een hybride ras) N-trappenproeven met 4-6 N-trappen aangelegd op een zandgrond op proeftuin Meterikse Veld, waarbij de N-giften globaal varieerden tussen 0 en 250 kg N per ha (Tabel 9.4). De N-bemesting werd steeds uitgevoerd via 3-4 giften. De Nmin-voorraad is in al deze proeven bepaald en varieerde van 60–88 kg N per ha in de laag 0-30 cm en van 24–48 kg N per ha in de laag 30-60 cm (Van Geel, 2005).

Tabel 9.4. **Resultaten van relevante objecten uit Cultan-onderzoek bij prei te Meterik (Van Geel, 2005).**

Jaar	N-gift, kg N per ha	opbrengst, ton per ha		klasse I, g/100 g netto	N-opname, kg N per ha	ANR, %
		bruto	netto			
1998	0	32,8	14	43,9	77	
	158	38,9	17	50,2	134	36
1999	0	64,5	46,1	23,8	133	
	100	68,9	50,6	42,8	177	44
	130	70,9	51,0	43,9	184	39
	150	74,4	53,7	39,7	210	51
	200	70,8	51,2	40,5	194	31
	250	75,9	53,6	38,1	221	35
2000	0	49,1	34,1	56,6	106	
	70	52,8	38,7	59,6	135	41
	130	55,2	37,8	57,4	151	35
	190	54,6	39,1	55,7	162	30
	250	54,4	40,3	52,2	159	21
2001	0	49,8	39,5	81,7	88	
	75	61,9	49,6	79,7	149	82
	150	70,7	54,7	85,4	187	66
	225	75	55,8	72,0	218	58

Enkele opvallende zaken die uit de tabel naar voren komen zijn

- hoge opbrengsten en N-opname in objecten zonder N-bemesting;
- daardoor een beperkte respons van opbrengst en N-opname op N-gift, behalve in 2001;
- grote verschillen tussen jaren;
- vrij lage schijnbare N-benutting (ANR), vooral bij hogere N-giften.

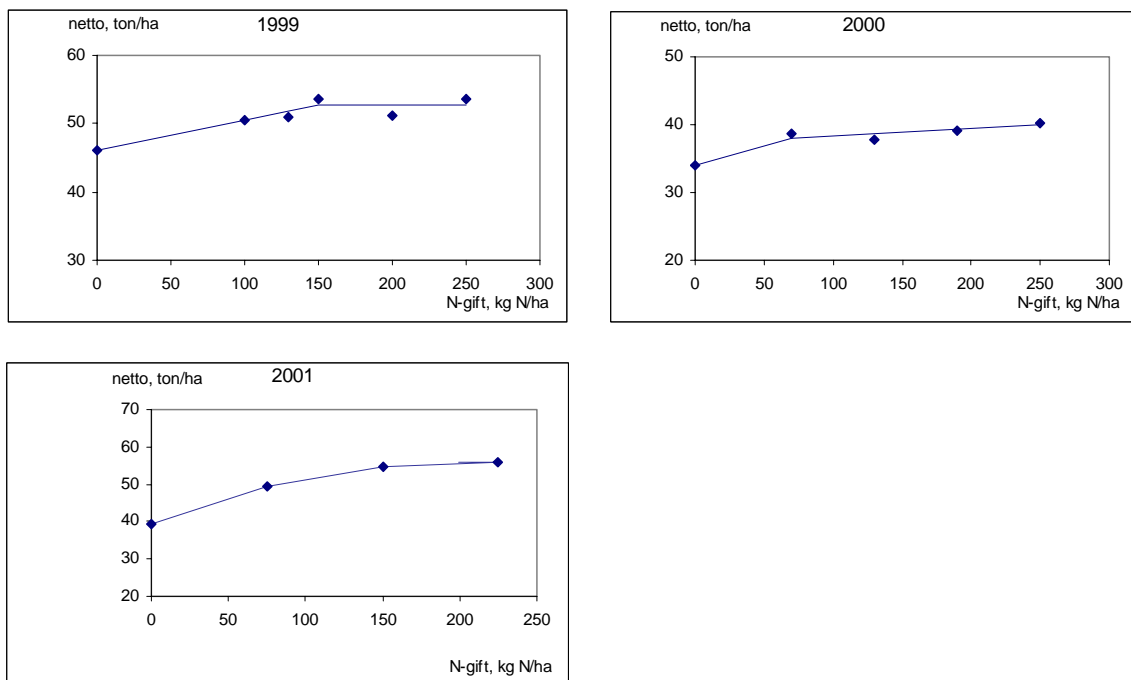
In de proef van 1999 werd de opbrengstresponse het best beschreven door het broken stick-model. Volgens dit model werd bij 150 kg N per ha de maximale netto-opbrengst behaald.

In de proef van 2000 was de reactie op stikstof bij de N-trappen >70 kg N per ha zwak. Het gemeten verschil in netto-opbrengst tussen de laagste en hoogste N-trap (70 en 250 kg N per ha) bedroeg slechts 1,6 ton per ha en was niet significant (lsd5% = 4,4 ton per ha). Ook was geen van de gehanteerde regressiemodellen significant.

De netto-opbrengst fluctueerde sterker dan de bruto-opbrengst. Bij de N-trappen 70, 190 en 250 kg N per ha was de verhouding tussen netto-opbrengst en bruto-opbrengst vrijwel constant (73%), terwijl deze bij de tussenliggende trap van 130 kg N/ha lager was (68%). In de overige proeven was deze verhouding steeds vrij constant of zat er een duidelijk verloop in bij verhoging of verlaging van de N-gift. De fluctuatie in de proef van 2000 kan niet worden verklaard. Bij regressie-analyse met bruto-opbrengst als y-variabele waren de meeste modellen wel significant. De response werd het best beschreven door de broken stick, die aangaf dat bij 106 kg N per ha de maximale bruto-opbrengst werd bereikt. Evenwel voldeden de 2^e graads polynoom en het kwadratisch+plateau-model bijna even goed. Deze modellen gaven een hogere N-gift aan waarbij de maximale opbrengst werd bereikt: respectievelijk 178 en 150 kg N per ha.

In de proef van 2001 werd de opbrengstresponse het best beschreven door het kwadratisch+plateau-model. Volgens dit model werd bij 199 kg N per ha de maximale netto-opbrengst behaald. Het verschil met de 2^e graads-polynoom was gering, zowel qua betrouwbaarheid van het model als geschatte N-gift (tabel 9.2a).

In geen van de proeven had de hoogte van de stikstofgift significant effect op de kwaliteit. Wel was er in de proef van 2000 een tendens tot lichte afname van de kwaliteit bij N-trappen >70 kg N per ha..



Figuur 9.2. **Relatie tussen N-gift en marktbare opbrengst van prei in de jaren 1999, 2000 en 2001. Per object zijn de gemiddelde netto-opbrengsten aangegeven met markers; met de lijn is het meest optimale regressiemodel per jaar weergegeven.**

In de proeven van 1999 en 2000 is eveneens beregend met nitraathoudend bronwater. In 2001 was dit niet het geval. Er is is echter niet precies bekend hoeveel er is beregend (in tegenstelling tot 2002 en 2003). Er is wel een schatting hiervan gemaakt op basis van het neerslagpatroon gedurende het groeiseizoen. Die schatting is dat in beide jaren in droge perioden waarschijnlijk totaal ca. 60 mm is beregend. Verder is altijd een kleine gift beregend na het strooien van meststoffen en kort na planten. Totaal betreft dit naar schatting ca. 15 mm. Voor de beide jaren wordt daarom uitgegaan van een totale beregeningsgift van ca. 75 mm, waarmee ongeveer 30 kg N/ha is aangevoerd.

In 2001 lag de proef op armere zandgrond (een voormalige fruitteeltproeftuin), was het groeiseizoen vrij nat, waardoor weinig is beregend en bevatte het beregeningswater veel minder nitraat dan in de

andere proefjaren (het kwam uit een andere bron).

Tot slot geldt ook bij deze proefserie dat de N_{min} in 0-60 cm vóór de teelt relatief hoog was en dat het zinvol is het totale N-aanbod te berekenen. De N_{min}-voorraad in de 3 jaren was:

- 1999: 86 kg N per ha;
- 2000: 108 kg N per ha;
- 2001: 96 kg N per ha;

Het totale N-aanbod waarbij de maximale opbrengst werd gerealiseerd werd daarmee:

- 1999: 150 + 86 + 30 = 266 kg N/ha;
- 2000: 106 + 108 + 30 = 244 kg N/ha;
- 2001: 199 + 96 = 295 kg N/ha.

9.2.3 Data preiproeven Plant Research International; 1996-2000 Bert Smit

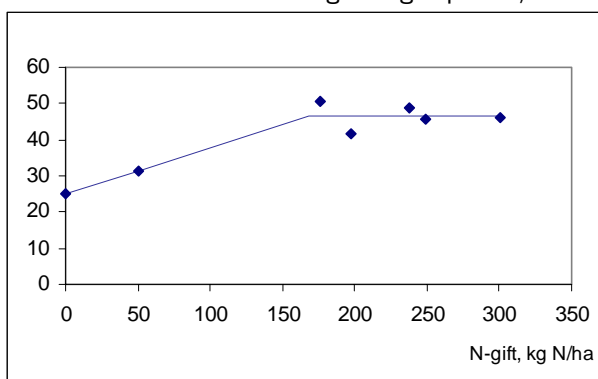
Er zijn in deze periode door PRI 5 proeven uitgevoerd op een zandgrond te Droevendaal, Wageningen. In de proeven waren meerdere N-trappen aanwezig, waarbij het tijdstip van toediening een belangrijk aandachtspunt in het onderzoek was. Zo waren er objecten aanwezig waar pas vanaf half november werd begonnen met de N-toediening.

In 2000 was in alle objecten sprake van een startgift die half juni werd gegeven. Gedurende het seizoen werd de bijbemesting uitgevoerd op basis van een aantal uiteenlopende instrumenten, zoals NBS en een gewasgroeimodel. Dit resulteerde in een proef met 7 N-trappen, variërend van 0 tot 300 kg N per ha. De verdeling van de totale N-gift over startgift en bijmestgiften was verschillend voor de objecten. De N-gift en resultaten van de bruto opbrengst, N-opname en daaruit berekende ANR is weergegeven in tabel 9.5. Er waren geen gegevens over de marktbaar opbrengst en kwaliteit beschikbaar.

Tabel 9.5. Opzet en resultaten van PRI-proef, uitgevoerd te Wageningen (Droevendaal) in 2000.

Object	N-gift, kg N/ha				totaal	opbrengst, t/ha	N-opname, kg N/ha	ANR
	14-6-00	18-8-00	14-9-00	13-10-00				
1	0	0	0	0	0	25,1	58	
2	88	75	75	0	238	49	162	0,44
3	53	90	33	0	176	50,6	162	0,59
4	50	50	36	61	197	41,5	130	0,37
5	50	70	51	78	249	45,6	144	0,35
6	50	90	66	95	301	46,3	157	0,33
7	50	0	0	0	50	31,5	76	0,36

De regressie-analyse is uitgevoerd met de bruto-opbrengst. Het broken stick-model voldeed het beste en gaf aan dat de maximale opbrengst werd bereikt bij een N-gift van 168 kg N per ha. De N_{min}-voorraad vóór de teelt bedroeg 32 kg N per ha, zodat het totale N-aanbod 200 kg N per ha bedroeg,



Figuur 9.3. Resultaten van de relatie tussen N-gift en bruto opbrengst in een PRI-proef, uitgevoerd te Droevendaal, Wageningen in 2000. Per object zijn de gemiddelde netto-opbrengsten aangegeven met markers; met de lijn is het meest optimale regressiemodel weergegeven.

Droevendaal mag worden gekarakteriseerd als een niet-stikstofrijke zandgrond. In de proeven in de

jaren 1996, 1997, 1998 en 1999 bedroeg de bovengrondse N-opname zonder N-gift op deze locatie respectievelijk 71, 80, 79 en 115 kg N per ha. Deze data zijn bruikbaar voor de balansmethode.

9.2.4 De Kraker (1993)

In een viertal veldproeven in 1989 t/m 1993 is in een vroege winter teelt prei onderzoek gedaan naar het effect van het N-bemestingsniveau op de ziektegevoeligheid van het gewas. De proeven zijn uitgevoerd op de proeftuin Breda. Jaarlijks zijn drie N-niveaus aangelegd. In het seizoen 1989/1990 betrof dat 120% en 60% van de N-bemestingsrichtlijn en 60% van de richtlijn plus drie aanvullende bladbemestingen met ureum à totaal 12 kg N per ha per keer. Het laatste object is in 1990/1991 en 1991/1992 vervangen door een NBS, waarbij bij planten en twee maanden na planten de bodemvoorraad 0-30 cm is aangevuld tot 120 kg N per ha. In 1992/1993 zijn twee NBS-varianten toegepast: de voornoemde variant en 180 kg N – N_{min} één maand na planten plus 60 kg N – N_{min} drie maanden na planten. Ook is een nulobject aangelegd.

Gedurende de teelt is het productieverloop gemeten, het N-opnameverloop en het verloop van de N_{min}-voorraad. In tabel 9.6 de resultaten weergegeven van het oogsttijdstip waarop de hoogte netto-opbrengst in de proef werd gemeten.

Tabel 9.6. **Resultaten van het onderzoek naar N-niveau en ziektenaantasting op proeftuin Breda. (PAGV, 1993).**

Teeltjaar ¹	Totale N-gift (kg N/ha)	Netto-opbrengst (ton/ha)	N-opname (kg N/ha)
1989/1990	252	53,7	269
	90	49,0	268
1990/1991	248	52,1	280
	90	53,3	220
	44	52,1	240
1991/1992	209	34,5	188 ²
	92	37,0	175 ²
	95	35,5	203 ²
1992/1993	148	30,8	128
	194	32,7	172
	0	23,1	81

Noten:

1. N_{min}0-30 (kg N/ha) vóór planten: 1989: 72; 1990: 76; 1991 en 1992: 25
2. Opbrengst op 17 januari, N-opname op 17 november

In 1989/1990 was de opbrengst het hoogst bij de hoogste N-gift, die boven het niveau van het bemestingsadvies lag. In de groeiseizoenen 1990/1991 en 1991/1992 waren N-giften ver beneden het advies al voldoende hoog.

In 1992/1993 was de opbrengst hoger bij hogere N-gift. Door het beperkte aantal N-trappen en het ontbreken van hogere trappen (boven de 200 kg N/ha), kan niet worden opgemaakt welke N-gift optimaal zou zijn geweest.

Een extra zware N-bemesting leidde niet tot een hogere ziektegevoeligheid.

Hoewel de proeven in herhalingen zijn uitgevoerd, worden in het verslag geen Isd-waarden gegeven.

In 1992/1993 werd een N-opname gemeten bij het nulobject van ca. 80 kg N per ha. De ANR bedroeg gemiddeld over de twee N-trappen 39%.

9.2.5 Osinga (1996)

Het onderzoek is uitgevoerd door PPO, op een lichte kleigrond op het proefbedrijf de Kollumerwaard (Munnikezijl) en op een dalgrond op het proefbedrijf 't Kompas (Valthermond) in 1994 en 1995. De proeven waren gericht op een vergelijking van gangbare bemesting met bladbemesting. De N-giften varieerden van 0 tot 150 kg N per ha, maar het aantal N-trappen was beperkt. Door de relatief lage N-giften en het beperkt aantal N-trappen is de bruikbaarheid van informatie uit de proeven voor de actualisatie van het advies beperkt.

In een aantal objecten is de N-opname bepaald. In de controle-objecten zonder N-toediening bedroeg de N-opname 52 kg N per op Kollumerwaard en 122 kg N per ha op 't Kompas. Deze informatie is bruikbaar voor de actualisatie met de balansmethode.

9.2.6 Postma (1993)

De proeven zijn uitgevoerd door NMI in 1991 en 1992 op zandgrond te Breda (1991) en Rolde (1992).

De bruikbaarheid van de proeven is beperkt, aangezien de N- en K-toediening gelijktijdig zijn gevarieerd, waardoor een N-effect niet is te scheiden van een eventueel K-effect. De N-toediening varieerde van 0 tot 250 (1991) en 230 (1992). De N-opname in onbemeste veldjes varieerde van 77 tot 82 kg N per ha.

9.2.7 Booij, Kreuzer, Smit en Van der Werf (1996)

Uitgevoerd door het voormalige AB-DLO in de periode van 1991 en 1992 op zandgrond te Wageningen. N-giften waren 0, 125 en 250 kg N per ha in 1991 en 0, 60 en 250 (ineens of gedeeld) kg N per ha in 1992. Aangezien het aantal N-trappen beperkt was, was het niet mogelijk de optimale N-gift in de proeven af te leiden met de responsmethode. Er zijn wel veel waarnemingen aan diverse gewasparameters verricht tijdens seizoen. Er werden grote verschillen in groei, N-opname en reactie op N-bemesting gemeld tussen prei en spruitkool. De reactie van de groei prei op een N-toediening is veel minder sterk dan van spruitkool. In 1992 had een N-gift van 250 kg N per ha vrijwel geen effect op de drogestofproductie. De langzame N-opname door prei vergroot het risico op N-verliezen, waardoor de schijnbare N-benutting of ANR van dit gewas vaak laag is, zeker als alle N ineens (voor planten) wordt toegediend. De ANR die werd gerealiseerd bij een N-gift van 250 kg N per ha varieerde van 58 in 1991 tot 32 in 1992. De N-opname in een onbemest gewas varieerde van circa 100 (1991) tot 180 kg N per ha (1992).

9.2.8 Bries, Vanongeval, Vandendriessche en Geypens (1996)

Er worden in deze publicatie vijf uitgebreide N-trappenproeven in prei beschreven, die in het seizoen 1994/1995 in België zijn uitgevoerd. Het aantal N-trappen bedraagt 7 en de N-gift varieert van 0 tot 350 kg N per ha. Er worden twee karakteristieke dosis – responscurven getoond, waaruit de optimale N-gift kan worden afgeleid. De een is verkregen op een perceel met hoge N-toestand en daar wordt in het geheel geen reactie van de opbrengst op de N-gift vastgesteld. In het andere geval, waar de bodemvruchtbaarheid laag is, wordt een zeer duidelijke respons van de marktbaar opbrengst op de N-gift vastgesteld. De optimale N-gift werd in dat geval tussen 200 en 300 kg N per ha gerealiseerd.

9.2.9 Van Geel (2003) en van Geel (2005)

De toetsing geleide bemesting in prei was gericht op het beproeven van stikstofbijmestsystemen onder praktijkomstandigheden. Het betrof het NBS-bodem en de CropScan-methode. In 2002 en 2003 is de toetsing uitgevoerd in een late winterteelt prei die was voorafgegaan door een broccoliteelt in hetzelfde jaar. De gewasresten van de broccoli bleven achter op het veld. Deze gewasresten bevatten veel stikstof, die merendeels door mineralisatie vrijkomt tijdens de preiteelt. Door toepassing van een NBS kan beter worden ingespeeld op die N-mineralisatie en stikstof worden bespaard. Het betreft echter een specifieke situatie, die sterk afwijkt van de gemiddelde teeltomstandigheden en die derhalve als niet representatief kan worden beschouwd.

In de toetsing van 2004 is op twee praktijkpercelen van Telen met Toekomst in een vroege winterprei de CropScan-methode vergeleken met de bijmestmethode van de telers, waarbij met KAS en Entec is bijbemest. Op één van de percelen zijn twee CropScan-varianten gehanteerd: 3 keer meten en bijbemesten met KAS (de standaarmethode) en 2 keer meten en bijbemesten met Entec. Bij de CropScan-methode werd ook rekening gehouden met de bodemvoorraad stikstof in augustus.

Op het ene perceel is direct voor de preiteelt een grasgroenbemester geteeld, op het andere perceel niets. In tabel 9.7 is een overzicht gegeven van de bemesting, de opbrengst en de N_{min} bij oogst. De werkzame N uit drijfmest is hierbij berekend door uit te gaan van een werking van 60%.

Er waren tijdens de teelt geen zichtbare verschillen in gewasontwikkeling en -kleur tussen de bemestingsvarianten. Bij de oogst en verwerking zijn geen kwaliteitsverschillen geconstateerd. Aangezien de toetsing in enkelvoud is uitgevoerd, is moeilijk aan te geven in hoeverre de gevonden opbrengstverschillen een gevolg zijn van de veldvariatie of van de stikstofbemesting. Gelet op de hoge N_{min}-voorraad bij oogst bij teler 1 is een N-tekort hier niet erg waarschijnlijk geweest en lijkt veldvariatie de oorzaak van het opbrengstverschil. Mogelijk had met een nog lagere N-gift kunnen worden volstaan. Bij teler 2 leidde toepassing van de CropScan-methode niet tot een lagere opbrengst. De N-gift bij toepassing van de CropScan-methode kwam uit op een niveau dat onder tot net boven het bemestingsadvies lag.

Tabel 9.7. **Overzicht N-bemesting (kg N/ha), opbrengst (ton/ha) en Nmin na oogst (kg N/ha) in toetsing geleide bemesting 2004.**

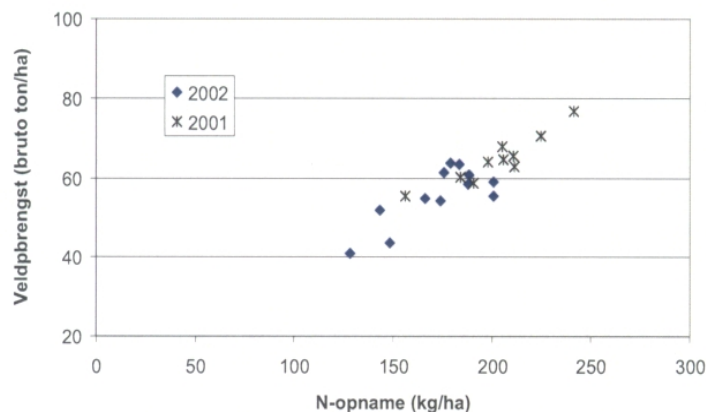
Maand	Teler 1		Teler 2		
	bemesting teler	CropScan-methode	bemesting teler	CropScan-methode	
				3x meten	2x meten
N-werkzaam uit drijfmestgift 2004	79	79	96	96	96
Bijbemest	240	173	249	71	94
Totale N-gift	319	252	345	167	190
marktbaar opbrengst (25 november)	55	51			
bruto opbrengst (17 december)			56	64	61
Nmin 0-60 cm oogst	212	163	122	42	143

9.2.10 Meurs en Booij (2002) en Meurs en Booij: CropScan-onderzoek PRI

Meurs & Booij (2003) (PRI) hebben in 2001 en 2002 gewerkt aan de ontwikkeling van een N-bijmeststelsel op basis van CropScan-metingen. Daartoe hebben ze in 2001 metingen verricht op 3 en in 2002 op 6 praktijkpercelen in Noord- en Midden Limburg. Het bijmeststelsel op basis van CropScan werd vergeleken met een aantal andere systemen, zoals gebruik van Entec, Cultan en NBS op basis van grondonderzoek. De gepresenteerde informatie is te gebruiken voor de actualisatie met behulp van de balansmethode, omdat er informatie over de N-opname op praktijkpercelen is verzameld.

Enkele voor ons doel relevante resultaten zijn:

- Er werd een sterke correlatie gevonden tussen N-opname en bruto opbrengst, waarbij de opbrengst varieerde tussen 40 en 80 ton per ha en de N-opname tussen 125 en 250 kg N per ha (Figuur 4).
- Aangezien het opbrengsniveau van het CropScan-object bij een lagere N-gift werd bereikt dan de andere objecten was de efficiëntie van de N-gift in dit object het hoogst. De N-efficiëntie in het Cultan-object was het laagst.



Figuur 9.4. **Relatie tussen N-opname en opbrengst in prei op praktijkpercelen (Meurs & Booij, 2003).**

9.2.11 Bodemkwaliteitsonderzoek met prei

In 2003 heeft PPO (Simone Radersma) op een aantal uiteenlopende praktijkpercelen prei op zandgrond onderzoek gedaan naar de relatie tussen bodemkwaliteitsparameters en N-benutting door prei. Hierbij is ook de N-opname vastgesteld zonder N-bemesting. Op de stikstofrijkere percelen bedroegen die N-opnamen 115, 160 en 212 kg N per ha. Op een niet-rijk perceel bedroeg het 86 kg N per ha.

Deze data zijn bruikbaar voor de balansmethode.

9.2.12 Database van Praktijkcijfers 2

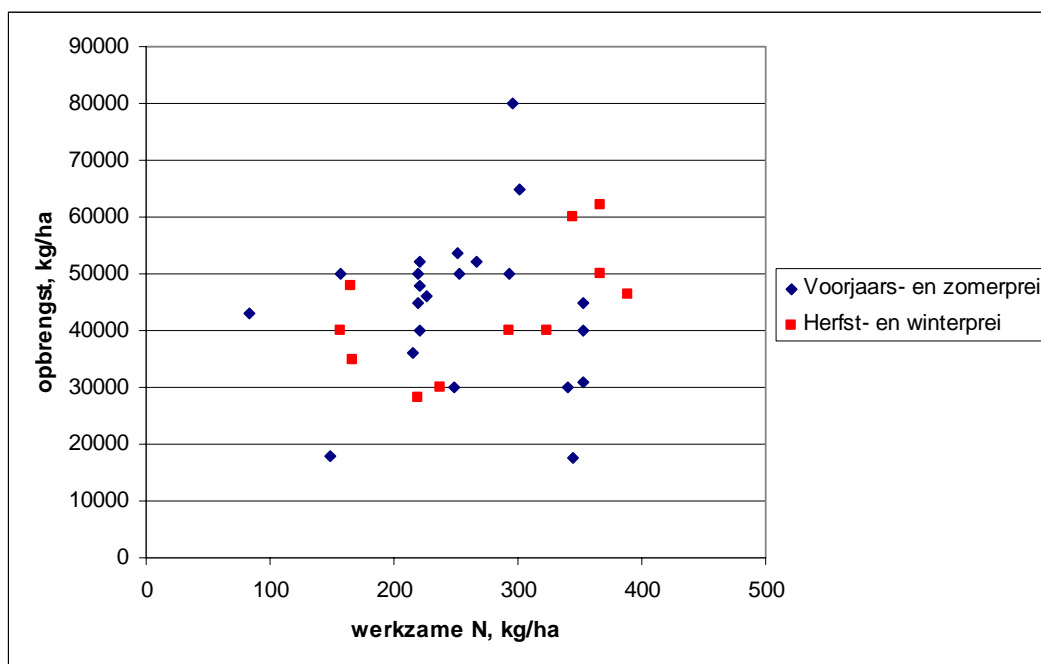
Bij de data van Praktijkcijfers 2 is de N-bemesting op 10 praktijkbedrijven met prei in de periode 2000-2002 geregistreerd. Daarbij is steeds onderscheid gemaakt naar zomerprei en herfst-/winterprei (tabel 9.8) Het betreft hier dus steeds de gangbare bemesting op praktijkpercelen, en er waren geen andere objecten (N-trappen) aanwezig. Deze informatie is niet direct bruikbaar voor een actualisatie van adviezen met de verschil-, balans- of responsmethode, maar is wel zinvol, aangezien het gaat om informatie over de bemesting op voorloperbedrijven, die relatief bewust omgaan met hun mineralenmanagement.

Tabel 9.8. **Bemesting van prei in het project Praktijkcijfers II. Weergegeven zijn de werkzame N-gift (gemiddelde van percelen), het percentage van het aantal percelen waarop de N-gift hoger was dan het N-bemestingsadvies (uitgaande van een Nmin-voorraad in de 0-60 cm op 1 juni van 55 kg N per ha) en de spreiding in de werkzame N-gift tussen individuele percelen.**

Gewas	jaarteeltwijze/soort	aantal telers	Aantal Percelen	N-gift werkzaam	N-advies, kg N/ha	% overschrijding	spreiding
Prei	2000voorj.-zomer	9	36	242	215	64	157-344
	herfst-winter	4	12	230	215	75	165-267
	2001voorj.-zomer	7	15	266	215	93	83-353
	herfst-winter	4	14	327	215	79	166-859
	2002voorj.-zomer	7	22	249	215	59	149-355
	herfst-winter	5	14	283	215	71	157-416

Uit de tabel blijkt dat de werkzame N-gift gemiddeld 266 kg N per ha bedroeg, maar dat de gemiddelde gift varieerde van 230 (herfst- en winterprei, 2000) tot 327 kg N per ha (herfst- en winterprei in 2001). Verder blijkt dat het percentage van de percelen dat een overschrijding laat zien van het bemestingsadvies vrij hoog was (59-93%) en dat er sprake was van een aanzienlijke spreiding en flinke uitschieters (859 kg N per ha!) in de gift aan werkzame N op individuele percelen.

Van een deel van de percelen is de N-bemesting en de opbrengst door de telers geregistreerd. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst per bedrijf is weergegeven figuur 5 waarbij onderscheid is gemaakt naar voorjaars- en zomerprei enerzijds en herfst- en winterprei anderzijds.



Figuur 9.5. **Relatie tussen werkzame N-gift en opbrengst voor voorjaars- en zomerprei en herfst- en winterprei op individuele bedrijven.**

Uit de figuur blijkt dat

- de N-bemesting op individuele bedrijven globaal fluctueert tussen 100 en 400 kg werkzame N per ha
- de (bruto) opbrengst op individuele bedrijven globaal fluctueert tussen 20 en 80 ton per ha. Uitgaande van een gemiddeld N-gehalte van 3 g N per kg vers product, betekent dit een variatie in opname van 60 tot 240 kg N per ha.
- er geen duidelijke verschillen zijn tussen voorjaars- en zomerprei enerzijds en herfst- en winterprei anderzijds
- er is geen duidelijke relatie tussen de N-bemesting en opbrengst.

Een advies kan op basis van uit deze gegevens praktijkcijfers 2 niet worden afgeleid. Wanneer één enorme uitschieter buiten beschouwing wordt gelaten bedraagt de gemiddelde werkzame N-gift bij de deelnemers aan Praktijkcijfers 266 kg N/ha. Daarbij is rekening gehouden met de Nmin-voorraad in de bodem.

9.2.13 Database van Telen met toekomst

In het project Telen met toekomst is in de periode 2000 t/m 2003 door de deelnemende praktijkbedrijven de bemesting op perceelsniveau geregistreerd. Evenals in het project Praktijkcijfers II betreft het hier bedrijven die een intensieve teeltbegeleiding hebben gehad, waarbij in het bijzonder aandacht aan het mineralenmanagement is besteed. De percelen met prei waren gelegen in de twee groenteregio's (NBr, L) die in het project waren opgenomen. In tabel 9.9 is de gerealiseerde N-bemesting op de preipercelen weergegeven.

Tabel 9.9. **Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in relatie tot het N-bemestingsadvies in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.**

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	Per-Celen	N-werkzaam, wettelijk	Ntotaal		
prei	Zomer	3	4	11	213	312	215	55
Prei	Herfst vroeg	4	4	8	230	350	215	50
Prei	Herfst laat	4	4	11	227	325	215	64
Prei	Winter vroeg	4	4	11	230	361	215	73
Prei	Winter laat	5	4	7	211	262	215	43

Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde aanvoer aan werkzame N op de percelen op of iets boven het bemestingsadvies ligt. Aangezien er sprake is van een aanzienlijke spreiding tussen de individuele percelen is het aandeel percelen met een overschrijding van het bemestingsadvies van 215 kg N per ha aanzienlijk (gemiddeld meer dan de helft, zie tabel 9.7).

9.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

In het voorgaande zijn verschillende soorten datasets/informatie beschreven. Enerzijds zijn dat de resultaten van veldproeven te Meterik, Wageningen (Droevendaal) en uit België, op basis waarvan met de responsmethode de N-gift is afgeleid waarbij de maximale opbrengst werd verkregen. Anderzijds waren er resultaten uit andere, minder uitgebreide of minder geschikte proeven, die konden worden gebruikt om parameters voor de balansmethode af te leiden. Het betreft met name informatie over de N-opname in onbemeste objecten en informatie over de schijnbare N-benutting of ANR van het gewas prei bij een bepaalde N-gift. Ten slotte zijn er nog de gegevens uit de praktijkprojecten Praktijkcijfers II en Telen met toekomst, die informatie opleveren over de bemesting op voorloperbedrijven in de praktijk en van gangbare opbrengstniveaus op die praktijkbedrijven.

De huidige N-bemestingsadviezen gaan in de regel uit van een economisch optimale N-gift. Dit is de N-gift waarbij een afwijking van de gift naar boven een even grote invloed heeft op het financieel resultaat als een afwijking van de gift naar beneden. Deze economisch optimale N-gift is berekend voor de dataset met de zes N-trappenproeven. Het resultaat van de berekening is weergegeven in

tabel 9.9.

Voor alle proeven is eerst het totaal N-aanbod berekend als: optimale N-gift + N_{min0-60} vóór aanvang teelt + aanvoer van stikstof via nitraat in het bronwater. Het totale N-aanbod is vergeleken met het aanbod van 270 kg N/ha volgens het bestaande N-bemestingsadvies voor prei. Voor elke proef afzonderlijk is berekend wat de financiële opbrengstderving zou zijn bij een aanbod van 270 kg N/ha. Hierbij zijn de kosten in rekening gebracht van fysieke opbrengstderving en de meststofkosten van overdosering dan wel –besparing bij onderdosering. Er is gerekend met de prijs voor vroege winterprei à €600 per ton marktbaar opbrengst. De prijs van zomerprei, herfstprei en late winterprei is volgens KWIN 2002 lager. Als stikstofprijs is €0,65 per kg N gehanteerd.

Het effect op de opbrengst is berekend met behulp van het meest optimale responsmodel voor elke proef. Voor de proeven te Meterik in 2000 en 2003 is het responsmodel met de bruto-opbrengst gehanteerd en is als netto-opbrengst 73%, respectievelijk 60% hiervan genomen. Voor de proef te Droevendaal in 2000 is aangenomen dat de netto-opbrengst 75% bedraagt van de bruto-opbrengst en is derhalve gerekend met een prijs van $0,75 \times 600 = 450$ euro per ton bruto.

Vervolgens is door middel van iteratie bepaald bij welk N-aanbod een afwijking van de stikstofgift naar boven een even grote invloed heeft op het financieel resultaat als een afwijking van naar beneden. Bij een N-aanbod van 270 zijn de totale kosten door een te lage N-gift hoger dan de totale kosten door een te hoge N-gift. Bij een totaal N-aanbod van 282 kg N per ha zijn deze kosten met elkaar in evenwicht (tabel 9.9) en hiermee is het economisch optimale N-aanbod vastgesteld op 282 kg N per ha.

Uit de proefresultaten blijkt dat het economisch optimale N-aanbod (282 kg N per ha) weinig hoger is dan het gemiddeld N-aanbod waarbij de maximale opbrengst wordt behaald (265 kg N per ha) Op basis van de totale dataset van proeven bedraagt het verschil 17 kg N per ha (tabel 9.10).

Vanuit praktijk wordt aangegeven dat sinds enige jaren hybride rassen beschikbaar zijn gekomen, die productiever zijn en een hogere N-behoefte hebben. Er zijn geen gegevens beschikbaar van stikstoftrappenproeven waarin een directe vergelijking heeft plaatsgevonden tussen hybride rassen en zaadvaste rassen. De proeven van 1999 t/m 2003 te Meterik zijn alle met een hybride ras uitgevoerd.

Een beperking van de datasets is dat alle N-trappenproeven een late herfstteelt prei betroffen. Onbekend is of bij een winterteelt het optimale N-aanbod hoger ligt (bijvoorbeeld door meer N-verlies en een lagere ANR) dan bij late herfstteelt. Dit maakt het lastig de conclusies voor late herfstteelt te vertalen naar de winterteelt. Van de zes geanalyseerde proeven lagen er bovendien vijf op dezelfde locatie (Meterik) en slechts één op een andere locatie (Droevendaal). Dit maakt het lastig om alleen op basis hiervan een algemeen geldend advies voor de zeer uiteenlopende omstandigheden op praktijkpercelen te genereren.

Tabel 9.10. **Bepaling economisch optimale N-gift over alle N-trappenproeven.**

Proef	Optimale N-gift	Totaal N-aanbod	Marktbaar opbrengst	
			opt N-gift	270N
Meterik 2002	165	277	46,0	45,9
Meterik 2003	125	310	47,7	47,4
Meterik 1999	150	266	52,7	52,7
Meterik 2000	106	244	40,0	40,0
Meterik 2001	199	295	55,8	55,5
Droevendaal 2000	168	200	46,6	46,6
Gemiddeld	152	265		
Som				

Tabel 9.10 (vervolg). **Bepaling economisch optimale N-gift over alle N-trappenproeven.**

Proef	derving € bij 270N		Opbrengst bij N-aanbod 281,62	derving € bij 282N	
	door te lage gift	door te hoge gift		door te lage gift	door te hoge gift
Meterik 2002	29,19		46,0		3,00
Meterik 2003	115,15		47,5	55,84	
Meterik 1999		2,60	52,7		10,15
Meterik 2000		16,90	40,0		24,45
Meterik 2001	136,63		55,7	34,76	
Droevendaal 2000		45,50	46,6		53,05
Gemiddeld					
Som	280,97	65,00		90,60	90,66

In de diverse overige beschreven datasets is informatie beschikbaar van de N-opname in onbemeste veldjes, van de schijnbare N-benutting (ANR) bij praktijkgiften en van op praktijkpercelen voorkomende opbrengsten en bijbehorende N-opnames. Deze informatie kan worden gebruikt om met de balansmethode te komen tot een actualisatie van het bemestingsadvies (zie ook Van Dijk & Postma, 2005).

Voor de balansmethode is het nodig over informatie te beschikken over de N-opname in de bemeste en de onbemeste situatie en over de ANR in de bemeste situatie. In tabel 9.11 is een overzicht gegeven van de N-opname en de ANR uit de beschikbare datasets. Voor de N-trappenproeven zijn de N-opname en ANR uitgezet tegen de N-gift en hieruit zijn de N-opname en ANR geschat bij de optimale N-gift per proef. Ook zijn de geschatte N-opname en ANR weergegeven bij de economisch optimale N-gift (280 – N_{min} in 0-60 cm; onder aftrek van de N-aanvoer via het beregeningswater). Dit geeft geringe verschuivingen. De N-opname blijft dan gemiddeld gemiddeld gelijk, de ANR daalt iets. Van de overige datasets is (daar waar gemeten) de N-opname weergegeven van het object waarbij de N-gift voldoende hoog was. Indien nulveldjes waren opgenomen in het onderzoek, is de ANR weergegeven en de N-opname bij het nulveldje. Aangezien de N-opname in nulveldjes sterk uiteen liep, leek het zinvol onderscheid te maken naar situaties met een hoog en een laag N-leverend vermogen. Daarom zijn de N-opnames van de nulveldjes ingedeeld in de categorieën hoog en laag. In geval van twijfel of extremen is de N-opname niet in een categorie aangebracht. De N-opname van de categorie hoog is als representatief beschouwd voor gronden met een hoge N-mineralisatie of N-leverend vermogen (NLV). De lage N-opname is als representatief beschouwd voor gronden met een (relatief) lage NLV.

Op basis van de gegevens in tabel 9.10 kan met de balansmethode voor verschillende uitgangspunten een benodigde N-gift worden afgeleid. Daarbij is onderscheid gemaakt naar een gemiddelde, een N-rijke en een niet-N-rijke grond:

- Gemiddelde N-opname en gemiddelde NLV $(210 - 110)/0,47 = 213$ kg N per ha
- gemiddelde N-opname en hoge NLV: $(210 - 130)/0,47 = 170$ kg N per ha
- gemiddelde N-opname en lage NLV: $(210 - 75)/0,47 = 287$ kg N per ha

Bij topopbrengsten bedraagt de N-opname ca. 260 kg N per ha. De benodigde N-giften worden dan:

- hoge N-opname en gemiddelde NLV $(260 - 110)/0,47 = 319$ kg N per ha
- hoge N-opname en hoge NLV: $(260 - 130)/0,47 = 277$ kg N per ha
- hoge N-opname en lage NLV : $(260 - 75)/0,47 = 394$ kg N per ha

Dit geeft de range aan van benodigde N-giften onder verschillende omstandigheden. Volgens deze benadering varieert de benodigde N-gift tussen 170 en 394 kg N per ha en is sterk afhankelijk van het opbrengstniveau en het N-leverend vermogen van de grond. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat het kan zijn dat de N-opname in de nulveldjes en de ANR, met name bij de topopbrengsten, afwijken van de gepresenteerde cijfers. In het uiteindelijke advies wordt er alleen rekening gehouden met

verschillen in bodemvruchtbaarheid (N-mineralisatie) door de Nmin-voorraad voor planten op te nemen in de adviesregel en wordt geen rekening gehouden met het opbrengstniveau.

Ook bij deze benadering is een beperking dat de gehanteerde ANR uitsluitend is gebaseerd op de late herfstteelt en voor de vroege winterteelt mogelijk lager is.

Tabel 9.11. **N-opname en ANR.**

Proef	Teelt	N-opname	ANR	N-opname	ANR
		bij optimale N-gift		Bij 280-Nmin	
MV 2002	laat herfst	247	55%	248	55%
MV 2003	laat herfst	283	53%	273	58%
MV 1999	laat herfst	208	41%	208	40%
MV 2000	laat herfst	146	38%	153	34%
MV 2001	laat herfst	208	61%	203	62%
Droevendaal 1996	laat herfst				
Droevendaal 1997	laat herfst				
Droevendaal 1998	laat herfst				
Droevendaal 1999	laat herfst				
Droevendaal 2000	laat herfst	146	47%	151	39%
Breda 1989/1990	vroeg winter	269			
Breda 1990/1991	vroeg winter	230			
Breda 1991/1992	vroeg winter	189			
Breda 1992/1993	laat herfst	172	39%		
Osinga, VP 1995	laat herfst				
Osinga, KW 1995	laat herfst				
Postma, Breda 1991	Herfst				
Postma, KW 1992	Herfst				
Radersma 2004/2005	vroeg winter				
Radersma 2004/2005	vroeg winter				
Radersma 2004/2005	vroeg winter				
Radersma 2004/2005	laat winter				
Gemiddeld totaal		210	48%	210	47%
Gemiddeld N-trappenpoeven		206	49%	206	48%

Tabel 9.11 (vervolg). **N-opname en ANR.**

Proef	Teelt	N-opname nulobject	N-opname nulobject	
			N-hoog	N-laag
MV 2002	laat herfst	157		
MV 2003	laat herfst	223		
MV 1999	laat herfst	133	133	
MV 2000	laat herfst	106	106	
MV 2001	laat herfst	88		88
Droevendaal 1996	laat herfst	71		71
Droevendaal 1997	laat herfst	80		80
Droevendaal 1998	laat herfst	79		79
Droevendaal 1999	laat herfst	115		
Droevendaal 2000	laat herfst	58		58
Breda 1989/1990	vroeg winter			
Breda 1990/1991	vroeg winter			
Breda 1991/1992	vroeg winter			
Breda 1992/1993	laat herfst	80		80
Osinga, VP 1995	laat herfst	122	122	
Osinga, KW 1995	laat herfst	52		52
Postma, Breda 1991	Herfst	82		82
Postma, KW 1992	Herfst	77		77
Radersma 2004/2005	vroeg winter	212		
Radersma 2004/2005	vroeg winter	86		86
Radersma 2004/2005	vroeg winter	160	160	
Radersma 2004/2005	laat winter	115	115	
Gemiddeld totaal		110	130	75

9.4 Formuleren van mogelijk nieuw advies met omschrijving van het toepassingsgebied

9.4.1 Resultaten uit proeven

Er zijn de afgelopen jaren vrij veel veldproeven uitgevoerd, waarin de N-bemesting van prei centraal stond. De meeste proeven zijn uitgevoerd te Meterik. Daarnaast was er een bruikbare proef aanwezig die in Wageningen is uitgevoerd en zijn in de literatuur proeven met prei in België gevonden. De optimale N-gift is in deze proeven afgeleid met de responsmethode en ze verschilden als volgt tussen locaties en tussen jaren:

- Meterik: uitgevoerd in 1999 – 2003; optimale N-gift varieerde van circa 88 tot 199 kg N per ha, of van 244 – Nmin (0-60) tot 310 – Nmin (0-60).
- Wageningen: uitgevoerd in 2000; 168 kg N per ha, of 200 – Nmin (0-60).
- België: uitgevoerd 1994/1995; optimale N-gift bedroeg 0 op een sterk mineraliserend perceel en tussen 200 en 300 kg N per ha op een perceel zonder hoge N-mineralisatie.

Opgemerkt moet worden dat deze optimale N-giften sterk worden beïnvloed door de keuze voor het regressiemodel waarmee ze worden berekend.

De verschillen in optimale N-gift tussen percelen en jaren kunnen vooral worden begrepen uit verschillen in de bodemvruchtbaarheid en N-mineraliserend vermogen en mogelijk het rastype (hybride ras versus zaadvast ras).

Op basis van de informatie uit de proeven van 1999 en 2000 te Meterik en 2000 te Wageningen zou het bestaande N-bemestingsadvies hebben voldaan. Op basis van de proeven van 2001 t/m 2003 te Meterik lag de optimale N-gift hoger dan de N-gift volgens de Adviesbasis.

Uit de balansmethode blijkt dat de optimale N-gift sterk afhangt van het opbrengstniveau en het N-leverend vermogen van de grond en dat de benodigde N-gift op basis van de variaties in opbrengst fluctueert tussen 213 en 319 kg N per ha. Bij gemiddelde N-opname en gemiddelde N-leverendvermogen van de grond is de berekende optimale N-gift 213 kg N/ha. Uitgaande van een N_{min} van 55 kg N/ha komt dit overeen met 268-N_{min}.

Op basis van de resultaten van de responsmethode wordt vanuit het onderzoek voorgesteld het N-bemestingsadvies van prei met 10 kg N/ha te verhogen tot 280-N_{min}.

9.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit informatie uit de praktijkprojecten Praktijkcijfers II en Telen met toekomst blijkt dat de gemiddelde werkzame N-gift vrijwel steeds boven het bemestingsadvies lag. Ook het aandeel van de percelen waarbij de N-bemesting hoger was dan het advies is hoog. Voor een deel kan dit worden begrepen uit het gebruik van drijfmest, voorafgaand aan de teelt. Dit is bij prei heel gebruikelijk en kan, door een lage N-behoefte van het gewas in de beginfase, gemakkelijk leiden tot N-verliezen.

Uit de gegevens van Telen met Toekomst blijkt verder dat de werkzame-N-giften in de vroege en late herfstteelt en de vroege winterteelt gemiddeld nagenoeg gelijk zijn. In de zomerteelt en late winterteelt was de N-gift gemiddeld iets lager.

Niettemin werd in de vroege winterteelt vaker boven het advies bemest dan in de andere teelten. Blijkbaar heeft men in praktijk in de vroege winterteelt dus meer moeite om aan het advies te voldoen. Berekend is dat bij een advies van 230 kg N per ha voor de vroege winterteelt het overschrijdingspercentage ongeveer evenhoog is als bij de huidige advies van 215 kg N per ha in de late herfstteelt.

In de zomerteelt en vroege herfstteelt daarentegen, werd het advies minder vaak overschreden dan in de late herfstteelt.

Door de meeste teeltadviseurs wordt voor prei een N-bemesting van 270-300 kg N per ha – N_{min} geadviseerd.

9.4.3 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies prei

Gelet op het relatief groot aantal proeven dat met prei is uitgevoerd, wordt aan de resultaten van deze proeven de hoogste waarde toegekend. Geadviseerd wordt om het N-bemestingsadvies met 10 kg N/ha te verhogen tot 280-N_{min}.

9.5 Literatuur

Booij R., Kreuzer ADH, Smit AL & Van der Werf (1996) Effect of nitrogen availability on dry matter production, nitrogen uptake and light interception of Brussels sprouts and leeks', *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44, 3-19.

Bries J, Vanongeval L, Vandendriessche H & Geypens M (1996) *Agricontract* 285, september 1996. Stikstofbemesting bij prei en spruitkool in België.

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Dijk, T.A. van & Postma R (2005) Testcase actualisatie stikstofbemestingsadviezen brouwergerst, graszaad en prei. NMI-rapport 1088.05, 24 pp.

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Geel van W.C.A. (2005) 'Toetsing geleide bemesting in de vollegrondsgroenteteelt 2003-2004', PPO-projectrapport 510169, maart 2005.

Geel van W.C.A. (2003) 'Toetsing geleide bemesting vollegrondsgroenteteelt. Jaarrapport 2002. Project 510169. PPO, maart 2003

Geel van W.C.A. & Meurs E.J.J. (2004) Ontwikkeling geleide bemestingssystemen in de teelt van prei 2002-2003. PPO-Projectrapport 510168, 46 pp.

Kraker J de (1993) PAGV-Jaarboek 1992/1993 Vollegrondsgroenten, blz. 6-13. Invloed van het niveau van de stikstofvoorziening op aantasting door schimmelziekten bij prei.

Meurs EJJ & Booij R (2003). Stikstofbijbemesting in prei op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie, fase II. Plant Research International, nota 240, 24 pp + bijlagen.

Meurs EJJ & Booij R (2002). Stikstofbijbemesting in prei op basis van CropScan: milieukundige en landbouwkundige potentie. Plant Research International, nota 171, 23 pp + bijlagen.

Osinga KJ (1996) PAGV-Jaarboek 1995/1996. Vollegrondsgroenten, blz. 70-81. Stikstofbladbemesting in herfstprei

Postma R (1993) PAGV-Jaarboek 1992/1993 Vollegrondsgroenten, blz. 73-77. Stikstof- en kaliumbemesting van spruitkool en prei.

10 Aanpassing N-bemestingsadvies schorseneer

10.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

10.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Voor het bestaande advies is geen formele onderbouwing beschikbaar. Het advies is weergegeven als een adviesbemesting die geen rekening houdt met de stikstofvoorraad in de bodem.

Tabel 10.1. **N-bemestingsrichtlijnen schorseneer, N in kg/ha (Van Dijk, 2003).**

Schorseneer	Basisgift	Bijbemesting Hoeveelheid	Tijdstip bijbemesting
	90	(50)	indien nodig

10.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies.

Voor schorseneren is geen onderbouwing van het advies gedocumenteerd.

10.1.3 Motivering van de actualisatie.

Van het bestaande advies is geen onderbouwing beschikbaar. Een normale opbrengst ligt op een niveau van 30 ton per hectare. Een goede bemesting draagt naast het opbrengstniveau bij aan een voldoende sortering van de wortels. Bij schorseneren wordt een ondergrens gesteld aan de diameter van het netto product.

Het gewas wordt op lichte gronden geteeld, ondermeer in verband met de gewenste lengte van het product. De begingroei is langzaam en de teeltduur is lang. Om gegeven N efficiënt te benutten wordt daarom in de praktijk gestart met een beperkte gift. Daarna wordt enkele keren bijbemest vanaf het moment dat de loofontwikkeling van het gewas duidelijk op gang komt.

10.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

In tabel 10.2 staan de gebruikte bronnen vermeld.

Tabel 10.2. **Bronnen gebruikt voor de actualisatie.**

Bron	Status	door wie	methode	(proef) plaats	grondsoort	wanneer	ras	aantal N- trappen	Nultrap
1	Formele dataset Praktijk	Geelen	verschil	Vredepeel	Zuidoostelijk zand	1982-1986	Duplex, Negro, Lange Jan	4	Gedeeltelijk
2	informatie Praktijk	Agrifirm	vuistregel	Nvt	div.	Nvt	div.	nvt	nvt
3	informatie Praktijk	DLV	vuistregel	div.	div.	Nvt	div.	nvt	nvt
4	informatie Praktijk	LTO Telen met	vuistregel gemiddeld	Nvt	div.	Nvt	div.	nvt	nvt
5	informatie Praktijk	Toekomst Praktijk-	gebruik gemiddeld	div.	div.	2000-2003	div.	nvt	nvt
6	informatie	cijfers 2	gebruik	div.	div.	2000-2002	div.	nvt	nvt

10.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

10.3.1 Bron 1, Dataset Geelen

Dit betreft onderzoek naar N-giften als aanvulling op een gift in de vorm van dierlijke mest. De N-voorraad in de bodem was onder invloed van deze bemesting steeds hoog en liep in de diverse onderzoeksjaren ver uiteen van 88 tot 342 kg N per ha in de laag 0-60cm. De N-min voorraad is steeds minimaal 6 weken na toedienen van de dierlijke mest bepaald. In tabel 10.3 staan de opbrengsten uit de jaren 1982-1986 bij verschillende N-giften vermeld. In 1987 kon geen opbrengst worden bepaald.

Tabel 10.3. **Proefplaats Proefboerderij Vredepeel. Opbrengsten schorseneren in ton/ha.**

Jaar	N-min (0-60cm)	Stikstofgift kg N/ha					Fprob.	LSD (5%)
		0	30	60	90	120		
1982	342	40,6	37,7	34,5	35,3	-	0,273	n.s.
1983	130	48,7	47,2	51,7	51,9	-	0,003	2,0
1984	130	28,8	34,7	36,3	35,5	-	0,005	3,2
1985 ³⁾	264	-	¹⁾ 34,0	²⁾ 32,8	²⁾ 34,1	31,6	-	-
1986	251	-	¹⁾ 45,8	²⁾ 47,5	²⁾ 47,6	46,6	0,686	n.s.

1) gemiddelde van 2 verschillende delingen met zelfde totaalgift

2) gemiddelde van 3 verschillende delingen met zelfde totaalgift

3) geen wiskundige analyse mogelijk

n.s. niet significant

Het is op basis van deze gegevens moeilijk om een optimaal niveau voor de stikstofbemesting aan te geven. Wel bleek schorseneer bij een voorraad van 130 kg N per ha nog op een aanvullende stikstofgift van 30 tot 60 kg/ha te reageren (1983, 1984). In deze jaren werd optimaal bemest met resp. $130+60=190$ kg N/ha en $130+30=160$ kg N/ha.

In 1986 doet zich dezelfde trend voor, maar in dit jaar ontbreekt een nulobject (geen aanvullende kunstmeststikstof op de basisbemesting met dierlijke mest. Het verschil met de laagste gift van 30 kg/ha is niet betrouwbaar. De gegevens van 1985 zijn niet op veldjesniveau beschikbaar, daardoor kunnen de gegevens van dat jaar niet wiskundig worden geanalyseerd.

De bemesting met dierlijke mest betekent dat gedurende het seizoen (schorseneer staat tot de winter op het veld) nog een aanzienlijke hoeveelheid stikstof zal zijn gemineraliseerd wat de te berekenen optimale bemesting verhoogt met naar schatting 30 kg stikstof per ha.

Uitgaande van een geschatte voorraad van eveneens 30 kg N/ha in het voorjaar, in het geval geen dierlijke mest zou zijn gegeven, betekent dit een geschatte optimale bemesting in 1983 en 1984 van resp. $190+30-30=190$ en $160-30+30=160$ kg werkzame N per ha. Dit alles maakt aannemelijk dat het huidige advies aan de lage kant ligt.

10.3.2 Bron 2, advies Agrifirm

In de praktijk wordt voor schorseneer een advies gegeven van 100 tot 150 kg per ha afhankelijk van grondsoort en omstandigheden.

10.3.3 Bron 3, advies DLV

In de praktijk wordt schorseneer voor schorseneer een advies gegeven van 150 tot 180 kg werkzame N per ha afhankelijk van grondsoort en omstandigheden. Er wordt gestart met een aanvulling van de werkzame stikstof uit organische mest tot 90 kg stikstof per ha. Vanaf het moment dat de loofgroei goed op gang komt wordt afhankelijk van de omstandigheden 2 tot 3 maal bijbemest met ca. 30 kg N per ha.

10.3.4 Bron 4, LTO-groeiservice

Een normale opbrengst ligt op 28 ton per hectare. In Telen met Toekomst blijkt 225 kg N/ha aan totale hoeveelheid stikstof nodig te zijn (waarvan 160 kg werkzame N per ha) om een acceptabel resultaat te bereiken.

10.3.5 Bron 5, Telen met toekomst

In 2000 tot en met 2003 werd op deze bedrijven gemiddeld over 8 percelen aan schorseneren 162 kg/ha werkzame stikstof gegeven.

10.3.6 Bron 6, Praktijkcijfers 2

In 2000 tot en met 2002 werd op deze bedrijven gemiddeld over 5 percelen aan schorseneren 203 kg/ha werkzame stikstof gegeven.

10.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies schorseneer

10.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

In twee van de vijf beschreven onderzoeksjaren werd bij een voorraad N-min van 130 kg/ha een optimale stikstofgift van 160 en 190 kg per hectare berekend. Gemiddeld is dit 175 kg N per ha. In de andere onderzoeksjaren was de voorraad N-min 251 kg/ha of hoger. In deze jaren kon een optimale N-gift daardoor niet betrouwbaar worden vastgesteld, mede door het ontbreken van een nulgift in 1985 en 1986.

De resultaten geven aan dat het bestaande advies te laag is.

10.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

De beschikbare gegevens en adviezen waarmee in de praktijk gewerkt wordt geven een bandbreedte aan van 100 tot 280 kg N werkzame stikstof per ha. Gemiddeld werd in de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst een N-bemesting van 182 kg N/ha gegeven.

10.4.3 Formulering nieuw advies

Op basis van onderzoek is duidelijk dat het bestaande advies aan de lage kant is. In het bestaande advies wordt een N-bemesting van 90 kg/ha geadviseerd met een facultatieve bijbemesting met 50 kg/ha.

Voorgesteld wordt om dit aan te passen tot een adviesgift van 150 kg N/ha, (basisbemesting van 90 kg N/ha plus 2 bijbemestingen van 30 kg N/ha), met afhankelijk van de stand van het gewas nog een facultatieve derde bijbemesting van 30 kg N/ha naar analogie met het bestaande advies en rekening houdend met de advisering zoals die in de praktijk de afgelopen jaren is ontstaan. De maximaal te adviseren gift bedraagt dan 180 kg per ha die overeenkomt met de gemiddeld optimale gift van 175 kg/ha die in het onderzoek naar voren komt.

In dit advies (tabel 10.4) wordt ervan uitgegaan dat een bijbemesting altijd nodig is, omdat de relatief trage start en de lange groeiduur van het gewas aannemelijk maakt de basisgift te beperken. Het advies is weergegeven als een adviesbemesting die geen rekening houdt met de N-voorraad in de bodem.

Tabel 10.4. **Bijgesteld voorstel voor een bemestingsadvies.N in kg/ha.**

Gewas	Basisgift	Bijbemestingen
Schorseneer	90	30 + 30 (+ 30)

10.5 Literatuur

Dijk van W. (samensteller), Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, PPO publicatie 307, februari 2003.

DLV Plant BV. Bemestingsgids akkerbouw 2004-2005, paragraaf 8.13-schorseneren, p.116-119, januari 2004.

Geelen P.M.T.M., Stikstofbemesting in schorseneren, Jaarboek 1989/1990: verslagen van in 1989/1990 afgesloten onderzoekprojecten op de Regionale Onderzoekcentra en het PAGV.PAGV, Lelystad, p. 188-191. (1990)

11 Aanpassing N-bemestingsadvies sluitkool

11.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

11.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

Binnen de groep sluitkool zijn een aantal koolsoorten te onderscheiden: wittekool, spitskool, rodekool en savooiekool. Tevens zijn binnen elk van deze koolsoorten weer verschillende teeltwijzen. De teeltwijzen hangen samen met de teeltperiode en de bestemming van het product.

Bij wittekool onderscheiden we o.a.:

- Teelt van kilo-kool bestemd voor directe afzet naar de verse markt; vroege teelt, zomerteelt en herfstteelt.
- Herfstteelt bestemd voor directe afzet naar de verse markt
- Herfstteelt vroeg en herfstteelt laat bestemd voor de zuurkoolverwerkende industrie
- Bewaarteelt bestemd voor verse markt en industrie

Bij rodekool onderscheiden we o.a.:

- Teelt van kilo-kool bestemd voor directe afzet naar de verse markt; vroege teelt, zomerteelt en herfstteelt.
- Herfstteelt (hoofdteelt) bestemd voor directe afzet naar de verse markt
- Herfstteelt (nateelt) bestemd voor directe afzet naar de verse markt
- Bewaarteelt bestemd voor verse markt en industrie (onderscheid naar korte en lange bewaring)
- Herfstteelt bestemd voor de verwerkende industrie (diepvries en sterilisatie)

Bij savooiekool onderscheiden we groene en gele savooiekool. De groene savooiekool is het belangrijkste in Nederland. De teeltwijzen hangen samen met de groeiperiode.

- Zomerteelt
- Herfstteelt
- Bewaarteelt
- Winterteelt op het veld

Bij spitskool onderscheiden we ook meerdere teeltwijzen gebaseerd op de groeiperiode:

- Vroege teelt (weeuwen- en vrijsterteelt)
- Zomerteelt
- Herfstteelt voor directe afzet en voor bewaring
- Overwinteringsteelt

Bij zowel wittekool, rodekool, savooiekool als bij spitskool hangt het opbrengstniveau sterk af van de teeltwijze. De groeiduur kan uiteenlopen van 80 tot meer dan 160 dagen. Dit heeft gevolgen voor de N-behoefte. In de adviesbasis bemesting wordt in de advisering van de N-bemesting geen onderscheid naar de verschillende teeltwijzen en bestemmingen gemaakt (Van Dijk, 2003; tabel 11.1). In de praktijk wordt dit wel gedaan.

Tabel 11.1. **N-bemestingsrichtlijn sluitkool (Van Dijk, 2003).**

Gewas	Basisgift	Bijbemesting	
		Hoeveelheid	Tijdstip
Sluitkool			
wittekool	330 - 1,5*Nmin(0-60)		
rodekool	250 - Nmin (0-60)	50	6 weken na het planten
savooiekool	250 - Nmin(0-60)	50	6 weken na het planten
spitskool ¹			
- zomer/herfstteelt	250 - Nmin (0-60)	50	6 weken na het planten
- winterteelt	bij planten: max. 50 na de winter: 250 - Nmin(0-60)	50	6 weken na de basisbemesting

¹ In de praktijk wordt bij bewaarkool volstaan met een gift van 150 kg N per ha.

11.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Het huidige advies voor wittekool is in 1995 vastgesteld en is gebaseerd op onderzoek uit 1992-1993. Ook wordt aangegeven dat op percelen met een lage mineralisatie het advies met 30 kg N per ha kan worden verhoogd (staat niet in Adviesbasis). Er is geen informatie van de onderbouwing van het advies van de overige sluitkoolsoorten beschikbaar.

Het bestaande advies voor wittekool is in 1995 verlaagd. In 1992 bedroeg het N-advies nog 350 – Nmin (0-60) kg N/ha (Sieling, 1992). Belangrijk argument voor de verlaging van het advies in 1995 was de verhoging van de N-benutting (Everaarts & De Moel, 1995).

11.1.3 Motivering van de actualisatie

LTO groeiservice meldt dat de laatste jaren steeds meer gebruik wordt gemaakt van rassen die tot laat in het seizoen worden geoogst. De N-behoefte van deze rassen is groter dan bij minder late rassen. De N-behoefte is overigens ook afhankelijk van het teeltdoel. Zo worden bij de teelt van wittekool voor de productie van zuurkool ca. 25.000 planten per ha geplant die 140.000 kg/ha opleveren. Om deze productie te bereiken is 350 kg N/ha nodig. Bij bewaarkool wordt uitgegaan van 40.000 planten per ha. Er wordt ca. 90.000 kg/ha geoogst. De versmarkt wordt bediend met kolen van ca. een kg per stuk en er worden 60.000 planten per ha geplant die dus 60.000 kg/ha opleveren. Een stikstofgift van 250 kg N/ha is hierbij voldoende om het eindproduct te verkrijgen.

Te hoge N-giften worden in de praktijk vermeden, in verband met negatieve effecten op de kwaliteit, zoals bewaring en/of het optreden van inwendig zwart bij wittekool. Voor spitskool voor bewaring wordt in de praktijk volstaan met een gift van 150 kg N/ha.

Teeltadviseurs van DLV stellen dat het gemiddelde N-advies voor sluitkool 300 kg N per ha bedraagt. Teeltadviseurs van Agrifirm merken op dat de benodigde N-gift voor alle sluitkoolsoorten afhankelijk is en dat die voor wittekool oploopt tot 325 kg N per ha, voor rodekool, savooie kool en spitskool tot 300 kg N per ha en voor winter spitskool tot 350 kg N per ha.

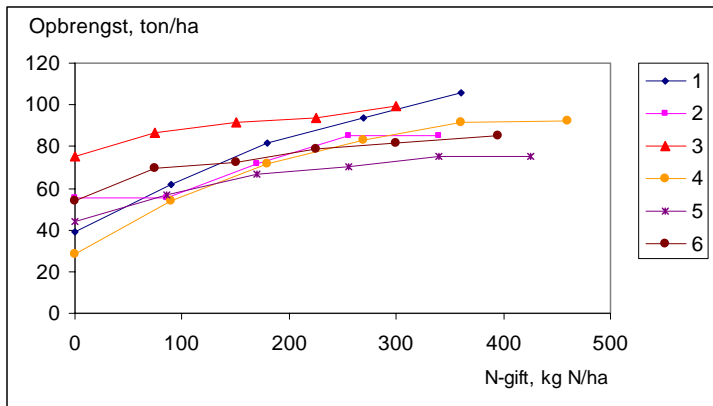
11.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

11.2.1 Everaarts en De Moel (1995)

Er zijn 6 proeven beschreven, waarvan 2 zijn uitgevoerd bij het voormalige PAGV te Lelystad en 4 op praktijkpercelen van telers in Noord Holland (Oudkarspel en Warmenhuizen). In 3 van de 6 proeven waren 5 N-trappen aanwezig die varieerden van 0 tot 300 in de proef met de laagste gift en van 0 tot 360 in de proef met de hoogste gift. In de overige 3 proeven waren 6 N-trappen aanwezig, waarbij de N-gift varieerde van 0 tot 395 kg N per ha in de proef met de laagste gift en van 0 tot 460 kg N per ha in de proef met de hoogste gift. De proeven zijn gebruikt voor de afleiding van het bestaande advies, maar kunnen door een heranalyse ook worden gebruikt voor de actualisatie. Daartoe kan de

responsmethode worden gebruikt.

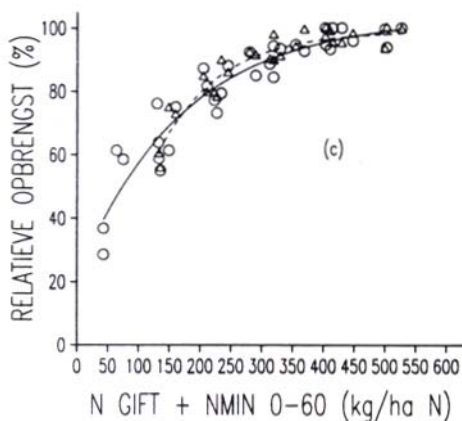
Toedienen van stikstof verhoogde de opbrengst, maar de mate waarin verschilde tussen de locaties (figuur 11.1). De reactie was het sterkst in de proeven waar de Nmin-voorraad aan het begin van de teelt het laagst was (proef 1 en 4).



Figuur 11.1. Relatie tussen de N-gift en de opbrengst van wittekool; proeven 1992-1993 (Everaarts en de Moel, 1995).

De optimale N-gift kan op verschillende manieren worden afgeleid. De proeven kunnen daartoe gezamenlijk of afzonderlijk worden geanalyseerd. Voor het afleiden van de optimale N-gift voor een dataset (afkomstig van één of meerdere proeven) kunnen vervolgens verschillende regressiemodellen worden gebruikt.

Door Everaarts & de Moel (1995) zijn eerst de data van de 6 proeven gezamenlijk geanalyseerd. Om te voorkomen dat andere factoren dan de N-bemesting een rol zouden spelen bij de analyse, zijn de opbrengsten per proef uitgedrukt als percentage van de hoogste opbrengst in die proef. Het regressiemodel dat is gebruikt voor het beschrijven van de relatie tussen N-gift en opbrengst was het exponentiële model. Er wordt geen discussie gevoerd over de bruikbaarheid van andere modellen voor de regressie, maar waarschijnlijk is gekozen voor het exponentiële model, omdat de opbrengst toe bleef nemen met een toenemende N-gift. Verder bleek dat de rest kwadratensom afnam en dat het percentage verklaarde variantie toenam als rekening werd gehouden met de Nmin-voorraad in de bodem (0-30, 0-60 en 0-90 cm). Hieruit werd geconcludeerd dat het gewas de Nmin in deze bodemlagen kan benutten en dat het zinvol is hier bij het advies rekening mee te houden. Aangezien Everaarts & de Moel (1995) vaststelden dat de optimale N-gift het duidelijkst correleerde met de Nmin-voorraad in de 0-60 cm bodemlaag, is de relatie tussen de N-gift + Nmin (0-60) en de opbrengst weergegeven in figuur 11.2.



Figuur 11.2. Relatie tussen de N-gift + Nmin-voorraad in de bodem (0-60 cm) en de opbrengst van wittekool in de gezamenlijke proeven in 1992-1993 (Everaarts en de Moel, 1995).

De exponentiële curve die de relatie tussen de N-gift (+ Nmin) en de opbrengst voor de gezamenlijke

proeven beschrijft kan worden gebruikt om de optimale N-gift af te leiden. Dit is echter niet gedaan door Everaarts & de Moel (1995). De moeilijkheid bij het afleiden van de optimale N-gift uit een exponentiële curve is dat de opbrengst steeds toe blijft nemen (in de richting van de asymptoot) met een toenemende N-gift. In die gevallen wordt de optimale N-gift veelal gedefinieerd als de N-gift die nodig is voor het bereiken van een opbrengst die gelijk is aan 97,5 of 99% van de asymptoot. Voor de curve die is beschreven in figuur 11.2 lag de asymptoot bij een relatieve opbrengst van 104,3. Het niveau van 97,5% van de asymptoot werd bereikt als de N-gift + Nmin (0-60) gelijk was aan 583 kg N per ha. Het niveau van 99% van de asymptoot werd bereikt als de N-gift + Nmin (0-60) gelijk was aan 739 kg N per ha. Het hieruit afgeleide advies zou dan zijn geweest: 583 – Nmin (0-60) of 739 – Nmin (0-60).

De andere mogelijke benadering van de optimale N-gift is die via het analyseren van de afzonderlijke proeven. Deze variant is uitgewerkt door Everaarts & de Moel (1995). Per proef dient daarbij gebruik te worden gemaakt van het meest optimale regressiemodel. Aangezien de gezamenlijke proeven goed werden beschreven met de exponentiële curve, ligt het voor de hand dit model ook te gebruiken voor de analyse van de afzonderlijke proeven. De auteurs hebben voor het afleiden van de optimale N-gift per proef echter gebruik gemaakt van het broken stick-model. De keuze voor dit model wordt niet beargumenteerd, maar heeft grote consequenties voor het niveau van de optimale N-gift. Zo ligt de optimale N-gift bij gebruik van het broken stick-model vrijwel steeds lager dan bij gebruik van andere modellen. Een mogelijk argument voor de keuze van broken stick model kan het streven naar een zo laag mogelijke optimale N-gift zijn geweest, waardoor een compromis werd bereikt tussen landbouwkundige en milieukundige doelen. Een ander argument voor de keuze voor het broken stick-model kan zijn geweest dat het afleiden van de optimale N-gift met dit model eenvoudiger is dan met het exponentiële model, aangezien de optimale N-gift wordt afgeleid van het N-niveau waarbij de maximale opbrengst werd bereikt.

Evenals Everaarts & van den Berg (1996) hebben gedaan voor bloemkool, hebben we de optimale N-gift volgens drie regressiemodellen vergeleken (tabel 11.2). Het betreft het kwadratisch, het lineair exponentieel en het lineair plateau (of broken stick) model. Er is voor deze 3 modellen gekozen, omdat ze normaalgesproken allemaal een optimum vertonen.

De optimale N-gift is dan die gift waarbij de maximale opbrengst wordt bereikt. Aangezien de meststofkosten verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de financiële meeropbrengst bij een opbrengststijging, wordt hiermee een goede schatting van de economisch optimale N-gift verkregen. De bewerkingen zijn uitgevoerd aan de hand van de resultaten van de 6 afzonderlijke proeven.

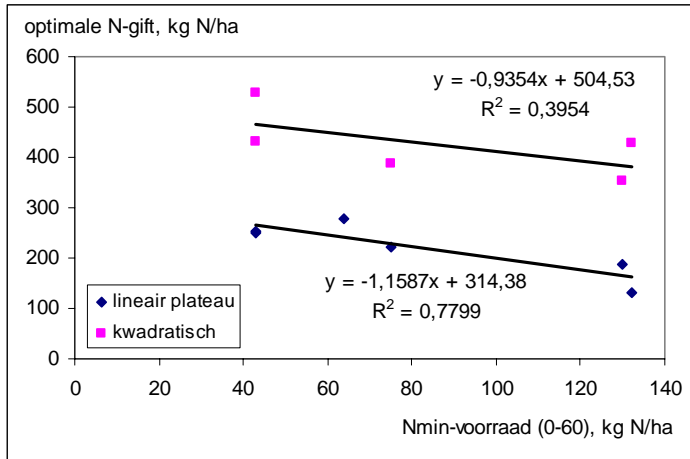
Tabel 11.2. **Optimale N-giften (Nopt) en percentage verklaarde variantie (PVV) voor de 6 uitgevoerde veldproeven, na analyse met 3 verschillende regressiemodellen.**

Regressiemodel	Veldproef					
	1	2	3	4	5	6
Kwadratisch						
• Nopt	529	*	353	430	388	410
• PVV	99,8	80,4	95,0	99,8	99,4	94,6
Lineair exponentieel						
• Nopt	*	*	*	454	406	*
• PVV	99,8	*	98,1	99,8	99,2	98,6
Lineair plateau						
• Nopt	254	277	187	250	222	131
• PVV	94,7	85,8	87,7	96,6	96,4	76,0

* Voor deze situaties kon Nopt of PVV niet worden afgeleid.

Uit de tabel blijkt dat de afgeleide optimale N-giften volgens de kwadratische methode veel hoger zijn dan die afgeleid volgens de lineair plateau (=broken stick) methode. In vrijwel alle gevallen is het percentage verklaarde variantie dat is verkregen met het kwadratisch model hoger dan met het lineair plateau model. Keuze voor het kwadratisch model ligt dan ook voor de hand. Zoals reeds eerder gemeld hebben Everaarts & de Moel (1995) gekozen voor het lineair plateau model. De reden hiervoor is onduidelijk.

De consequenties voor de afleiding van het bemestingsadvies zijn zeer groot. Als het advies zou worden afgeleid van de relatie tussen de Nmin-voorraad en de optimale N-giften volgens de kwadratische methode zou het er als volgt uitzien: N-advies = $504,5 - 0,9345 \cdot N_{\text{min}}(0-60)$ (figuur 11.3). Dit zou kunnen worden vereenvoudigd tot $500 - N_{\text{min}}(0-60)$. De R^2 bij deze relatie is echter vrij laag, wat aangeeft dat de optimale N-gift niet sterk afhankelijk is van de Nmin-voorraad.



Figuur 11.3. **Relatie tussen de Nmin-voorraad in de bodem (0-60 cm) en de optimale N-gift in 6 proeven met wittekool, waarbij de optimale N-gift is afgeleid met een lineair plateau-, dan wel kwadratisch model.**

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat de keuze voor het regressiemodel waarmee de optimale N-gift in veldproeven wordt afgeleid van grote invloed is op de hoogte van die gift. Zo zou gebruik van het kwadratische model in plaats van het lineair plateau model tot een (veel) hoger advies hebben geleid. In plaats van het huidige advies ($330 - 1,5 \cdot N_{\text{min}}(0-60 \text{ cm})$) zou het advies dan $500 - N_{\text{min}}(0-60 \text{ cm})$ hebben geluid!

Afleiding van het bemestingsadvies uit een dataset waarin de resultaten van de 6 proeven waren samengevoegd, zou tot een nog hoger advies hebben geleid. Bij gebruik van een exponentieel regressiemodel en er van uitgaande dat de optimale N-gift werd gerealiseerd bij 97,5% van de maximale opbrengst, was het advies: $583 - N_{\text{min}}(0-60 \text{ cm})$!

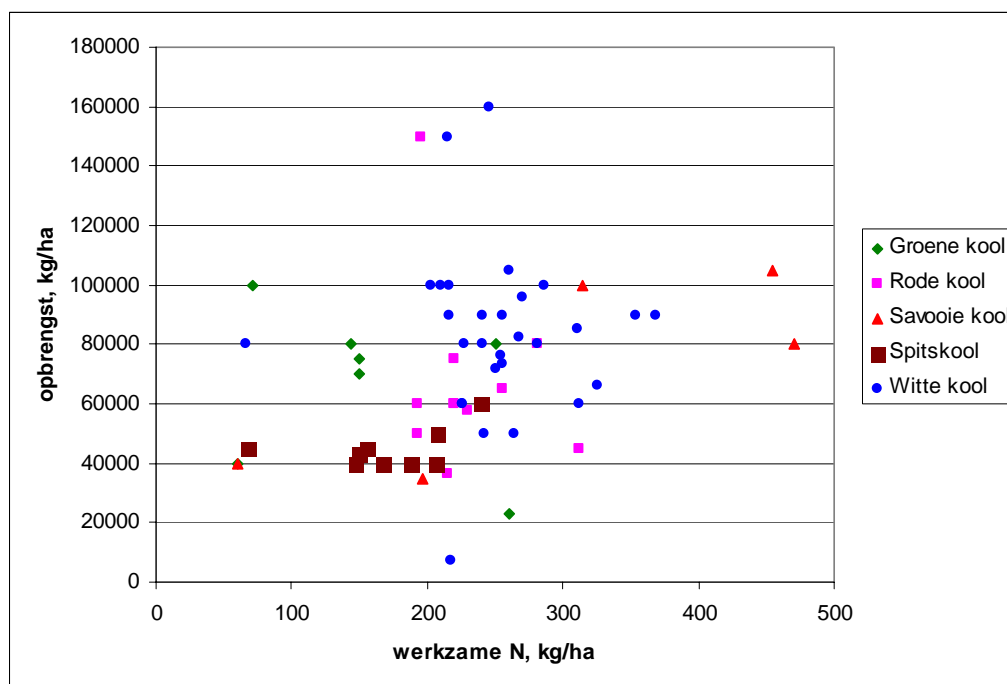
11.2.2 Database van Praktijkcijfers 2

Tabel 11.3. **N-bemestings van sluitkoolsoorten in het project Praktijkcijfers 2. Weergegeven zijn de werkzame N-gift (gemiddelde van percelen), het percentage van het aantal percelen waarop de N-gift hoger was dan het N-bemestingsadvies en de spreiding in de werkzame N-gift tussen individuele bedrijven.**

Gewas	jaar	teeltwijze/soort	aantal telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-advies, g N/ha	% overschrijding	spreiding
Sluitkool	2000	Groene kool	7	11	173	270	9	60-271
	2001	Groene kool	0			270		
	2002	Groene kool	1	1	202	270	0	
	2000	Spitskool	3	6	156	270	0	148-188
	2001	Spitskool	3	6	150	270	0	68-208
	2002	Spitskool	3	5	183	270	0	156-239
	2000	Rodekool	3	4	234	270	0	193-256
	2001	Rodekool	2	4	213	270	0	193-220
	2002	Rodekool	3	5	244	270	40	195-312
	2000	Savooye kool	3	4	215	270	25	154-314
	2001	Savooye kool	2	3	323	270	67	60-454
	2002	Savooye kool	1	1	470	270	100	
	2000	Wittekool	10	28	256	270	29	216-354
	2001	Wittekool	8	24	252	270	8	222-286
	2002	Wittekool	8	19	228	270	16	66-368

Uit tabel 11.3 blijkt dat de gemiddelde werkzame N-gift meestal onder het bemestingsadvies lag. Alleen voor savooyekool was dit niet het geval. Bij spitskool lag de gerealiseerde N-gift het laagst. Dit komt overeen met de conclusie uit het artikel van van den Broek (1993). Aangezien er sprake was van een aanzienlijke spreiding tussen percelen, werd de norm op individuele percelen bij wittekool, rodekool, savooye kool en savooyekool in een wisselend aantal gevallen overschreden.

Van een deel van de percelen is, behalve de N-bemesting, de opbrengst bekend. Deze is door de telers zelf opgegeven en hieruit is de N-opname af te leiden. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst per bedrijf is voor de sluitkoolsoorten groene kool, rodekool, savooyekool, spitskool en wittekool geweergegeven in figuur 11.4. De spreiding blijkt dusdanig te zijn dat geen relatie uit deze figuur is af te leiden. De opbrengst lag in de meeste gevallen tussen 40000 en 100000 kg per ha.



Figuur 11.4. Relatie tussen de werkzame N-gift en de opbrengst voor bloemkool (Praktijkcijfers 2).

11.2.3 Database van Telen met toekomst

In het project Telen met toekomst is in de periode 2000 t/m 2003 door de deelnemende praktijkbedrijven de bemesting op perceelsniveau geregistreerd. Evenals in het project Praktijkcijfers 2 betreft het hier bedrijven die een intensieve teeltbegeleiding hebben gehad, waarbij in het bijzonder aandacht aan het mineralenmanagement is besteed. De percelen met sluitkool waren gelegen in de twee groenteregio's (NBr, L) die in het project waren opgenomen. Hiermee zijn ze niet representatief voor de sluitkoolteelt in Nederland, aangezien het belangrijkste teeltgebied voor sluitkool in Noord Holland ligt. In tabel 11.4 is de gerealiseerde N-bemesting op de sluitkoolpercelen weergegeven.

Tabel 11.4. Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in relatie tot het bemestingsadvies in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-advies, kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	Per-celen	N-werkzaam, wettelijk	Ntotaal		
savoiekool	herfst+winter	2	2	2	162	162	265	0
Wittekool	herfst+zomer	2	1	2	124	159	270	0

In Telen met toekomst werd op alle percelen voldaan aan het bemestingsadvies.

Waarschijnlijk geven de hiervoor beschreven praktijkprojecten geen representatief beeld van de situatie op 'normale' praktijkbedrijven, aangezien deze bedrijven intensief werden begeleid door een teeltadviseur, waarbij de doelstelling was gericht op het minimaliseren van mineralenverliezen.

11.2.4 Van den Broek (1993)

In 1991 en 1992 zijn op Proeftuin Zwaagdijk proeven uitgevoerd met spitskool voor de bewaring. In 1991 waren 3 N-giften aanwezig (0, 66 en 216 kg N per ha, waarmee bodemvoorraden van 84, 150 en 300 kg N per ha werden gerealiseerd) en in 1992 waren 7 N-trappen aanwezig, variërend van 0 tot 200 gk N per ha.

Het effect van de N-gift op de opbrengst en bewaarbaarheid was beperkt. Het object waarbij een bodemvoorraad van 150 kg N per ha werd nagestreefd voldeed het best. Dit komt min of meer overeen met de N-gift die in de praktijk voor dit gewas en teeltdoel wordt aangehouden (zie hiervoor).

11.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

Op basis van de proeven die in 1992-1993 zijn uitgevoerd met wittekool, lijkt een verhoging van het N-bemestingsadvies zinvol. Het ligt het meest voor de hand het advies dat tot 1992 werd gehanteerd $350 - N_{min}$ (0-60) in ere te herstellen, mede omdat milieukundige aspecten een rol gespeeld lijken te hebben bij de vervanging ervan door het huidige advies. Milieukundige aspecten worden in deze studie immers niet meegewogen.

11.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies sluitkool

11.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Sinds de laatste aanpassingen in het bestaande advies voor wittekool zijn doorgevoerd zijn geen nieuwe N-trappenproeven uitgevoerd. Wel kunnen de proefresultaten en de analyse ervan opnieuw in beschouwing worden genomen. Cruciaal voor de hoogte van de afgeleide optimale N-gift en het daarop gebaseerde advies is het toegepaste regressiemodel (broken-stick). Keuze voor een ander, eveneens veel toegepast, regressiemodel (lineair exponentieel of kwadratisch) zou tot een veel hogere optimale N-gift hebben geleid. Het kwadratische model gaf een betere beschrijving van de data dan het broken-stick model, waarop het huidige advies is gebaseerd. Bij gebruik van het kwadratische model zou het advies $500 - N_{min}$ (0-60 cm) hebben geluid! Dit is veel hoger dan het huidige advies van $330 - 1,5 * N_{min}$ (0-60 cm)!

Afleiding van het bemestingsadvies uit een dataset waarin de resultaten van de 6 proeven waren samengevoegd, zou tot een nog hoger advies hebben geleid. Bij gebruik van een exponentieel regressiemodel en er van uitgaande dat de optimale N-gift werd gerealiseerd bij 97,5% van de maximale opbrengst, zou het advies gelijk zijn geweest aan $583 - N_{min}$ (0-60 cm)!

Gezien het grote effect van de keuze van een regressiemodel voor de hoogte van de optimale N-gift (en daarmee het N-advies) enerzijds en de onvolkomenheden die altijd gepaard gaan met de keuze voor een van de beschikbare regressiemodellen anderzijds, is het zinvol om op basis van de oude proeven het advies voor de teelt van wittekool te verhogen.

Van andere sluitkoolsoorten zijn geen proefresultaten bekend.

11.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit informatie uit de projecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat de gemiddelde werkzame N-gift slechts in een beperkt aantal gevallen boven het bemestingsadvies lag. Aangezien er wel sprake is van een spreiding tussen de percelen, lag de N-gift op een wisselend aandeel van de percelen hoger dan het bemestingsadvies.

Volgens DLV-groenten en overige teeltadviseurs loopt de benodigde N-gift voor sluitkool sterk uiteen, afhankelijk van de koolsoort, het teeltdoel en de teeltperiode. De hoogste adviesgiften bedragen volgens teeltadviseurs 350 kg N per ha.

11.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Op basis van oude proefresultaten en informatie uit de praktijk lijkt het zinvol om het N-advies voor wittekool te verhogen. Verhoging tot een niveau van $500 - N_{min}$ (0-60 cm), wat het gevolg zou zijn van een droge statistische heranalyse van de oude data, is zeer drastisch en lijkt vanuit de praktijk niet nodig/gewenst. Het is moeilijk aan te geven wat de verhoging van het advies dient te zijn. Een dergelijke keuze is arbitrair, zodra een analyse van proefveldgegevens wordt losgelaten. Voorstel is om het advies van $350 - N_{min}$ (0-60 cm) voor wittekool, dat tot 1992 werd gehanteerd, weer te gebruiken. Dit betekent een gematigde verhoging van het huidige advies met circa 40 kg N per ha. In het kader van de sterke opbrengstrespons die in de uitgevoerde veldproeven tot hoge N-giften (vaak tot de hoogste N-gift van circa 400 kg N per ha) werd gerealiseerd, lijkt dit verantwoord.

Aangezien er vanuit het onderzoek geen informatie voor andere sluitkoolsoorten beschikbaar is, worden er geen suggesties voor aanpassing van het N-advies van rodekool, savooiekool en spitskool

gedaan.

11.5 Literatuur

Dijk, W van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Publicatienr. 307, 66 pp + bijlagen.

Dijk, T.A. van, de Haas, M.J.G. & van Loon, T.S. (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Everaarts A.P. & W. van den Berg (1996) A comparison of three nitrogen response models for cauliflower, Acta Horticulturae 428, p.171-179.

Everaarts A.P. & C.P. de Moel (1995) Stikstofbemesting en nutriëntenopname van wittekool. Verslag nr. 202, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 66 pp.

Sieling E.R.M. (red.; 1992) Stikstofbemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. IKC-AGV, Lelystad.

12 Aanpassing N-bemestingsadvies spruitkool

12.1 Beschrijving bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

12.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

In de jaren 1977 t/m 1986 is door het PAGV en de regionale onderzoekcentra een groot aantal stikstofbemestingsproeven uitgevoerd. Op de uitkomsten van de proeven werd een algemene stikstofbemestingsrichtlijn voor spruitkool gebaseerd (Van Dijk, 2003). In tabel 12.1 staan de N-bemestingsrichtlijnen voor spruitkool weergegeven.

Tabel 12.1. **N-bemestingsrichtlijnen spruitkool,kg N/ha, (Van Dijk, 2003).**

Grondsoort	Rastype	Basisgift	Bijbemesting	Tijdstip
Klei	zeer stevig-stevig	200 - Nmin	70	Circa 2 weken voor toppen, of, als niet wordt getopt, na half september
	vrij stevig	170 - Nmin	70	
	matig stevig-slap	140 - Nmin	70	
	Spruitkool voor overwintering ¹	125 - Nmin	2x 50à75	1 ^e en 2 ^e gift resp. augustus en februari
Zand/dal	zeer stevig-stevig	150 - Nmin	3x40	1 ^e en 2 ^e gift half juni en half juli, 3 ^e gift 2 weken
	vrij stevig	120 - Nmin	3x40	
	matig stevig-slap	90 - Nmin	3x40	
Löss ²	zeer stevig-stevig	80 -Nmin	3x40	Voor toppen of, als niet wordt getopt, na half sept

¹ Op humusrijke percelen de ondergrens van 50 kg N/ha aanhouden.

² Op lössgronden worden alleen stevige en zeer stevige rassen geadviseerd i.v.m. de te verwachten hoge stikstofnalevering.

Opmerkingen bij de tabel

- Nmin-bepaling vindt plaats in de laag 0-60 cm.
- Bij gezaaide spruitkool geldt dezelfde totale N-gift maar wordt geadviseerd de basisbemesting met 50 kg N/ha te verlagen en deze hoeveelheid vervolgens als extra bijbemesting circa 4 weken na opkomst te geven.

12.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies

Het huidige advies is voor het laatst in 1994 aangepast en is gebaseerd op onderzoek uit 1977-1986. Door de stijging van het opbrengstniveau maar vooral door de introductie van stevigere rassen is de huidige bemestingsrichtlijn grotendeels achterhaald. DLV hanteert een ras- en grondsoortspecifiek advies.

12.1.3 Motivering van de actualisatie

Door ontwikkelingen in het rassensortiment worden nu hogere opbrengsten gehaald. De N-behoefte is daardoor ook groter. Uit onderzoek is gebleken dat een spruitkoolgewas per seizoen wel tot ruim 400 kg N per ha kan opnemen (inclusief de N in het afgevallen blad). De N die aan het begin van de teelt wordt gegeven, wordt in een vrij korte periode opgenomen. Spruitkool laat bij de oogst weinig N in de bodem achter.

Gespecialiseerde spruitenbedrijven telen vanwege de oogstspreading altijd meerdere rassen. Keuze van rassen met een lage N-behoefte is niet altijd mogelijk. Op percelen met bietencystenaaltje worden hogere eisen aan de N-voorziening gesteld. Op een zware grondsoort met een stugge groei van het gewas zijn bij spruitkool veel hogere N-giften noodzakelijk. Spruitkool reageert hier sterker op dan

andere gewassen. In jaren met lage mineralisatiesnelheid en met veel neerslag moet duidelijk meer bemest worden dan volgens de Adviesbasis. Ook vanwege de hoge kwaliteitseisen die aan de spruiten worden gesteld, is een voldoende hoge N-bemesting noodzakelijk.

Verhoging van de N-bemesting heeft geen of nagenoeg geen invloed op het verhogen van de nitraatuitspoeling, omdat een spruitkoolgewas alle beschikbare minerale bodem-N opneemt. De N uit gewasresten komt vanwege de late oogstdatum van spruiten en de hoge C/N-verhouding later vrij dan de N uit gewasresten van andere gewassen. Deze N kan dan in de teelt van gewassen het daaropvolgende jaar benut worden.

De N-bemesting vergt bij spruitkool veel aandacht. Het is echter niet mogelijk om een vast recept te geven. Wat het ene jaar gunstig werkt, kan het andere jaar minder succes geven. In het begin mag de groei niet te snel verlopen. Daarom wordt aanbevolen de N in gedeelten te geven. Te veel N kan bij spruitkool schadelijk werken door legering en/of achteruitgang in kwaliteit (grote, losse spruiten en roosjes), vooral op lichte gronden. Minder N geeft vastere spruiten, maar niet de hoogste opbrengst. Verder zijn de te geven hoeveelheden en het tijdstip van toediening afhankelijk van ras, teeltwijze en grondsoort. Vroege rassen geven in het algemeen een kort en stevig gewas met een vroege spruitzetting. Dergelijke rassen kunnen een ruime N-gift als basisbemesting verdragen. Bij late rassen kan een ruime N-bemesting op een te vroeg tijdstip in te lange en slappe stammen resulteren. Een te krappe bemesting kan in de eindfase echter weer aanleiding zijn tot teveel bladverlies.

De spreiding van de benodigde N-gift tussen rassen is zeer groot. Voor het ene ras kan de in het WOG-rapport (Schröder et al., 2004) genoemde adviesgift van 235 kg N wel goed zijn, maar voor het andere ras niet. Om de markt een hele periode van spruiten te voorzien is het niet mogelijk alleen rassen met een lage N-behoefte te telen. De rassen verschillen ook in gevoeligheid voor ziekten e.d. en op basis daarvan wordt ook vaak een keus gemaakt door telers. Ook grondsoorten veroorzaken een groot verschil in N-gebruik. In de praktijk wordt het advies uit tabel 12.1 nauwelijks gehanteerd en wordt er meer gekeken naar het DLV-advies.

De DLV maakt binnen de kleigrond een onderscheid in vier klassen die in N-advies van elkaar verschillen. Stugge, zware kleigrond, gematigd groeiende kleigrond, vlot groeiende (humeuze) zavelgrond en gescheurd weiland of dierlijke mest in het voorjaar. Spruitkool reageert met zijn groeigedrag zeer sterk op enerzijds de zwaarte van de grond en de N-levering en anderzijds op de N-bemesting.

Op stugge, zware kleigrond is een hogere N-bemesting nodig dan gemiddeld om voldoende lengtegroei van de stammen te krijgen (vooral N die als basisbemesting is gegeven). Het opbrengstniveau van spruiten hangt nauw samen met deze lengtegroei. Op zware, stugge kleigrond bestaat geen risico van te slappe stammen en kwaliteitsproblemen met de geogste spruiten als gevolg van een te hoge N-bemesting.

Op vlot groeiende zavelgrond is het geen probleem om voldoende lengtegroei te krijgen. Op deze gronden leidt een te hoge N-bemesting tot te slappe stammen en kwaliteitsproblemen van de spruiten.

12.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens voor eventueel bijstellen van het N-bemestingsadvies

De gebruikte beschikbare gegevens zijn weergegeven in tabel 12.2.

Tabel 12.2. **Overzicht bronnen gebruikt bij de actualisatie van het N-bemestingsadvies voor spruitkool.**

Nr	Bron	plaats	grondsoort	jaren	Ras	N-traject
1	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	1986-1990	Edmund en Stephen	0 tot 375 kg N/ha
2	PPO onderzoek	Valthermond	dalgrond	1992 - 1993	Lauris en Philemon	0 tot 350 - Nmin
3	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	1996	Lauris	238-Nmin – 358-Nmin
4	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	1997	Cyrus	169-Nmin tot 295 -Nmin
	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	1997	Helemus	169-Nmin tot 220 - Nmin
5	PPO onderzoek	Strijen	Zware zavel	1998	Cyrus	130 –Nmin tot 310-Nmin
6	PPO onderzoek	Puttershoek	Zware zavel	1999	Brolin	125-Nmin tot 245 - Nmin
7	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	2000	Veloce	0 tot 400 kg N
					Cyrus	0 tot 400 kg N
					Brolin	0 tot 400 kg N
8	PPO onderzoek	Westmaas	Zware zavel	2001	Veloce	0 tot 400 kg N
					Cyrus	0 tot 400 kg N
					Brolin	0 tot 400 kg N
9	TMT	19 percelen		2000-2003		
10	Praktijkcijfers 2	6 percelen		2000-2002		
11	DLV	Nvt				Ras- en grondsoortspecifiek N-bemestingsadvies

12.2.1 Bron 1

Onderzoek uitgevoerd op PPO-Westmaas in periode van 1986 tot 1990 met de rassen Edmund en Stephen. Er waren hierin 6 stikstoftrappen opgenomen van 0 tot 375 kg N/ha. Het is een formele dataset. Het onderzoek is uitgevoerd door H.P. Versluis.

12.2.2 Bron 2

Onderzoek uitgevoerd op PPO-proefbedrijf Kompas in Valthermond van 1991 t/m 1993. Het onderzoek is uitgevoerd met rassen Lauris en Philemon met daarin 5 stikstoftrappen met als onderzocht N-traject 240 – Nmin tot 318 – Nmin. Er was een nultrap opgenomen. Het onderzoek richtte zich op de deling van de N-bemesting. Het onderzoek is uitgevoerd door K.J. Osinga.

12.2.3 Bron 3 t/m 8

Gegevens proeven PPO-AGV Westmaas in periode 1996-2001 met als doel een bladsteeltjesadvies te ontwikkelen. Het onderzoek is uitgevoerd op zware zavelgrond. Het betreft formele datasets. Het onderzoek is uitgevoerd door M. Vlaswinkel.

In 1996 betrof het N-onderzoek met het ras Lauris.

In 1997 is onderzoek met ras Cyrus en Helemus uitgevoerd met daarin bij Cyrus 5 N-trappen in het N-traject 169 - Nmin tot 295 - Nmin. Bij het ras Helemus lagen 3 N-trappen in het N-traject 169 – Nmin tot 220 – Nmin. Er lagen in deze proeven geen nultrappen.

In 1998 is onderzoek met het ras Cyrus uitgevoerd. Hierin lagen 5 N-trappen al of niet met bijbemesting in het N-traject 130 - Nmin tot 250 – Nmin. De bijbemestingen varieerden van 90-120 kg N/ha. Er lagen geen nultrappen in de proeven.

In 1999 is onderzoek met het ras Brolin uitgevoerd. Hierin lagen 5 N-trappen al of niet met bijbemestingen in het N-traject 125 – Nmin tot 245 – Nmin. De bijbemestingen varieerden van 60 tot 120 kg N/ha. Er lag geen nultrap in de proef.

In 2000 is onderzoek uitgevoerd met de rassen Veloce, Cyrus en Brolin in 5 N-trappen al of niet met overbemesting in het N-traject 0 tot 400 kg N/ha. De overbemestingen vonden plaats met 100 kg N/ha. Er lag een nultrap in de proeven.

In 2001 is onderzoek uitgevoerd met de rassen Veloce, Cyrus en Brolin in 5-Ntrappen al of niet met overbemesting in het N-traject 0 tot 400 kg N/ha. De overbemestingen vonden plaats met 100 kg N/ha. Er lag een nultrap in de proeven.

12.2.4 Bron 9

In het project Telen met toekomst (looptijd 2000 t/m 2003) hebben telers hun bemestingsgegevens

vastgelegd. Het betrof de gegevens van twee spuitentelers uit Zuidwest-Nederland. De deelnemers in dit project werden bij de bemesting van hun gewassen begeleid door onderzoek en voorlichting. Het is een informele dataset.

De resultaten zijn verwoord in de betreffende regioverslagen van het project Telen met toekomst (informele dataset).

12.2.5 Bron 10, Praktijfcijfers2

In het project Praktijfcijfers 2 (looptijd 2000 t/m 2002) hebben deelnemers hun bemestingsgegevens vastgelegd. De deelnemers in dit project werden bij de bemesting van hun gewassen begeleid door onderzoek en voorlichting. Bij dit project was één teler met spuitkool betrokken. Het is een informele dataset.

12.2.6 Bron 11

Door DLV is een ras- en grondsoortspecifiek N-bemestingsadvies voor spuitkool opgesteld. Het zijn vuistgetallen.

12.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

12.3.1 Bron 1

Proeven van 1986 tot en met 1990 met de rassen Edmund en Stephen op ROC Westmaas op zware zavel.

Tabel 12.3. **Proefplaats Westmaas, 1986 t/m 1990. N-bemesting in kg/ha; opbrengst in ton/ha.**

Object	basisgift	Bijbemesting				Totaalgift N kg/ha	Netto Opbrengst	Lengte cm
		1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e			
A	0	0	0	0	0	8,5 a	43	
B	75	0	0	0	75	13,2 b	54	
C	150	0	0	0	150	15,7 c	61	
D	150	75	0	0	225	16,9 cd	72	
E	150	0	75	0	225	17,3 cd	68	
F	150	0	0	75	225	16,7 cd	63	
G	150	75	75	0	300	16,4 cd	73	
H	150	75	0	75	300	17,6 cde	69	
J	150	0	75	75	300	17,9 cde	66	
K	150	75	75	75	375	19,7 e	74	
L	150	75	0	0	300	18,4 de	70	
LSD						2,3		

Wanneer de objecten met dezelfde N-totaalgift bijeen worden genomen dan zien we dat bij een N-bemesting van resp. 0, 75, 150, 225, 300 en 375 kg N/ha een opbrengst van resp. 8,5; 13,2; 15,7; 17,0; 17,6 en 19,7 ton/ha. De hoogste opbrengst werd bereikt bij de hoogste stikstofgift (375 kg N/ha). Bij een suboptimale stikstofgift hadden de geoogste spruiten meer geel blad.

Beide rassen worden in de Rassenlijst groentegewassen in de vollegrond aangemerkt als 'stevig'. Het onderzoek is uitgevoerd op kleigrond. Voor deze rassen geldt in de Adviesbasis een N-advies van 270 Nmin (basis- + bijbemesting). De gemiddelde Nmin voorjaar was 23 kg N/ha. Het bemestingsadvies volgens de Adviesbasis voor deze rassen was 247 kg N/ha.

Geconcludeerd kan worden dat in deze serie proeven de optimale N-gift 105 kg N/ha hoger was dan die volgens de Adviesbasis.

12.3.2 Bron 2

Proeven in 1991 en 1992 met het ras Lauris en in 1993 met het ras Philemon uitgevoerd op op Proefbedrijf 't Kompas in Valthermond op dalgrond.

Op dalgrond geldt voor het ras Philemon (stevig ras) een N-advies van 270-Nmin (basis- + bijbemesting) en voor het ras Lauris (vrij stevig ras) een N-advies van 240-Nmin (basis- + bijbemesting).

De Nmin (0-60 cm) voor het planten was in 1991 76 kg N, in 1992 16 kg N en in 1993 51 kg N/ha.

Het bemestingsniveau volgens de Adviesbasis zou in 1991 uitkomen op 164 kg N/ha, in 1992 op 224 kg N/ha en in 1993 op 219 kg N/ha.

In het onderzoek in 1991 was het opbrengstniveau laag. Het varieerde van 9 tot 13 ton/ha. Het object zonder N-bemesting had een opbrengst van 11 ton/ha. Uit deze proef kunnen geen conclusies getrokken worden ten aanzien van de stikstofreactie.

In 1992 leidde een bemesting van 270 – Nmin tot de hoogste netto-opbrengst (tabel 12.4). Het tijdstip van bijbemesten is wel van belang. Het gewas vroeg vooral in het begin veel stikstof. De optimale N-gift was in 1992 30 kg hoger dan die volgens de Adviesbasis.

In 1993 leidde een bemesting van 290 – Nmin tot de hoogste opbrengst (tabel 12.5). Deze optimale N-gift is 20 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis. Er zaten weinig betrouwbare verschillen in de proef qua netto-opbrengst.

Uit dataset 2 blijkt dat zowel in 1992 als in 1993 de optimale N-gift hoger was dan die volgens de Adviesbasis. In 1992 was het verschil 30 kg N en in 1993 20 kg N/ha; gemiddeld 25 kg N/ha.

Tabel 12.4. **Proefplaats Valthermond. Resultaten 1992, ras Lauris. N-bemesting in kg/ha; opbrengst in ton/ha.**

Object	Basisgift	1 ^e bijbem.	2 ^e Bijbem.	3 ^e bijbem.	Totale N-gift	Netto-opbrengst	Lengte cm 22 okt.
A	0	0	0	0	0	10,1 a	53 a
B	120 – Nmin	40	40	40	240 – Nmin	31,2 c	80 bc
C	120 – Nmin	60	60	0	240 – Nmin	30,0 c	80 bc
D	120 – Nmin	60	0	60	240 – Nmin	26,8 b	75 b
E	120 – Nmin	0	60	60	240 – Nmin	31,0 c	78 bc
F	150 – Nmin	40	40	40	270 – Nmin	30,5 c	83 bc
G	150 – Nmin	60	60	0	270 – Nmin	34,5 d	86 c
H	150 – Nmin	60	0	60	270 – Nmin	28,6 bc	74 b
I	150 – Nmin	0	60	60	270 – Nmin	30,8 c	81 bc
K	150 – Nmin	60	60	60	330 – Nmin	31,4 cd	80 bc

Tabel 12.5. **Proefplaats Valthermond. Resultaten 1993, ras Philemon. N-bemesting in kg/ha; opbrengst in ton/ha.**

Object	Basisgift	1 ^e bijbem.	2 ^e bijbem.	3 ^e bijbem.	Totale stikstofgift	Netto- opbrengst
A	0	0	0	0	0	12,4 a
B	120 – Nmin	40	40	40	240 – Nmin	22,3 bcd
C	120 – Nmin	80	60	0	260 – Nmin	22,2 bcd
D	120 – Nmin	80	0	60	260 – Nmin	22,2 bcd
E	120 – Nmin	0	60	60	240 – Nmin	23,3 bcd
F	120 – Nmin	40	40	40	320 – Nmin	21,7 bc
G	150 – Nmin	40	40	40	270 – Nmin	21,9 bcd
H	150 – Nmin	80	60	0	290 – Nmin	21,2 b
I	150 – Nmin	80	0	60	290 – Nmin	23,9 d
J	150 – Nmin	0	60	60	270 – Nmin	22,8 bcd
K	150 – Nmin	40	40	40	350 – Nmin	21,4 b
L	150 – Nmin	80	60	60	350 – Nmin	23,7 cd

* object F en K constant 40 kg als de bodemvoorraad stikstof vrijwel op was. In totaal is er 5 x 40 kg bijbemest.

12.3.3 Bron 3

Proef 1996 met ras Lauris (vrij stevig ras), uitgevoerd op PPO Westmaas op zware zavel (tabel 12.6). Het N-bemestingsadvies volgens de Adviesbasis is voor dit ras op kleigrond 240-Nmin (basis- + bijbemesting).

De resultaten (tabel 12.6) laten zien dat hoe meer stikstof is gegeven, hoe langer en minder stevig het gewas is. Hoe meer stikstof hoe hoger de opbrengst. De hoogste opbrengst is gehaald bij het object met een totaal N-gift van 328-Nmin.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift 90 kg hoger is dan die van de Adviesbasis.

Tabel 12.6. **Proefplaats Westmaas. Resultaten 1996, ras Lauris. Opbrengstgegevens in ton/ha. N-bemesting in kg/ha.**

Object Totale N-gift	Netto (ton/ha)	Algemene indruk spruit	Lengte stam (cm)	Nitraat bladsap (12 sept)
238 – Nmin	22,9 a	6,5	72 a	0 a
268 – Nmin	23,5 ab	6,5	75 ab	3 a
298 – Nmin	24,9 b	6,3	78 ab	23 a
328 – Nmin	26,0 bc	6,3	84 bc	50 a
358 – Nmin	25,8 bc	6,5	90 c	73 a
LSD	1,43		9,4	-

12.3.4 Bron 4

Proef 1997 met rassen Cyrus (vrij stevig ras) en Helemus (matig stevig ras) uitgevoerd op PPO Westmaas op zware zavel (tabel 12.7). De optimale N-bemesting (basis- + bijbemesting) volgens de Adviesbasis is voor Cyrus 240-Nmin en voor Helemus 210-Nmin.

Uit de lage metingen van het nitraat in het sap blijkt dat zelfs de hoogste stikstoftrap vermoedelijk te laag is geweest. Het nitraat in het bladsap was namelijk begin september in alle stikstoftrappen al gedaald tot nul (tabel 12.9). In deze proeven was zelfs 295 – Nmin te weinig voor Cyrus en 220 – Nmin voor Helemus.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift in het onderzoek in 1997 voor het ras Cyrus tenminste 55 kg hoger is dan die van de Adviesbasis en voor het ras Helemus tenminste 10 kg N/ha. Gemiddeld over beide rassen was de optimale N-bemesting tenminste 30 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis.

Tabel 12.7. **Proefplaats Westmaas. Resultaten 1997 rassen Cyrus en Helemus. N-bemesting in kg/ha. Opbrengstgegevens in ton/ha.**

Ras	Object	Netto (ton/ha)	Algemene indruk spruit	Lengte stam (cm)	Nitraat bladsap (9 sept)
Cyrus	169 – Nmin	12,9 a	5,0	73	0
Cyrus	205 – Nmin	15,0 b	6,0	80	0
Cyrus	235 – Nmin	16,4 c	6,3	87	0
Cyrus	265 – Nmin	16,7 c	6,2	88	0
Cyrus	295 – Nmin	17,3 c	6,5	94	0
LSD		1,2	0,6	9,3	
Helemus	169 – Nmin	12,5 a	4,8	85	0
Helemus	190 – Nmin	14,5 b	5,0	91	0
Helemus	220 – Nmin	17,1 c	6,5	94	0
LSD		1,89			

12.3.5 Bron 5

Proef 1998 met ras Cyrus (vrij stevig ras) uitgevoerd door PPO Westmaas op locatie te Strijen op zware zavel (tabel 12.8). De adviesgift voor dit ras op kleigrond is 240-Nmin (basis- + bijbemesting). De bemesting van 190- Nmin +60+60 (totale stikstofgift van 310 – Nmin) gaf de hoogste opbrengst (tabel 12.9).

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift in dit onderzoek voor Cyrus 70 kg/ha hoger is dan die van de Adviesbasis.

Tabel 12.8. **Proefplaats Strijen, 1998. N-bemesting in kg/ha, ras Cyrus. Nmin = 40 kg N/ha.**

Object	Basisgift	Bijbemesting (kg N/ha)				Totale N-gift
		14 juli	27 juli	11 aug.	26 aug.	
A	130 – Nmin					130 – Nmin
B	160 – Nmin					160 – Nmin
C	190 – Nmin					190 – Nmin
D	220 – Nmin					220 – Nmin
E	250 – Nmin					250 – Nmin
F	130 – Nmin	60		60		250 – Nmin
G	160 – Nmin	30		60		250 – Nmin
H	190 – Nmin		60		60	310 – Nmin
I	220 – Nmin		30		60	310 – Nmin

Tabel 12.9. **Proefplaats Strijen, 1998. Ras Cyrus, N-bemesting in kg/ha. Opbrengstgegevens in ton/ha.**

Object	N-totaal	Netto (ton/ha)	Algemene indruk spruit	Lengte stam (cm)	Nitraat droge stof (8 sept)	N-totaal droge stof (8 sept)
A	130 – Nmin	6,1 a	4,0	45,0	6	10259
B	160 – Nmin	7,0 a	5,5	54,4	16	11814
C	190 – Nmin	10,8 bc	6,0	56,1	11	14367
D	220 – Nmin	10,8 bc	6,0	62,4	11	16064
E	250 – Nmin	14,1 cd	6,4	69,6	85	18702
F	250 – Nmin	13,9 cd	7,3	60,7	644	26644
G	250 – Nmin	14,2 cde	6,0	63,9	479	25554
H	310 – Nmin	17,7 e	6,5	75,6	4692	33229
I	310 – Nmin	15,4 de	6,8	68,6	3362	31192
	LSD	3,55				

12.3.6 Bron 6

Proef 1999 met Brolin (matig stevig ras) uitgevoerd door PPO Westmaas op een perceel te Puttershoek (tabel 12.10). Voor dit ras geteeld op kleigrond geldt volgens de Adviesbasis een optimale N-gift van 210-Nmin (basis- + bijbemesting).

De netto-opbrengst was het hoogst bij het object 245 – Nmin+30+30 = 305 – Nmin (tabel 12.11).

Deze opbrengst was betrouwbaar hoger dan van de andere objecten. Het gewas had dit jaar de gegeven hoeveelheid stikstof dus duidelijk nodig. De N-trappen zijn eigenlijk te laag geweest of er had eerder met een bijbemesting begonnen moeten worden.

Geconcludeerd kan worden dat in dit onderzoek de optimale N-gift voor Brolin 95 kg/ha hoger is dan die van de Adviesbasis.

Tabel 12.10. **Proefplaats Puttershoek, 1999. N-bemesting in kg/ha, ras Brolin. Nmin = 21 kg N/ha.**

Object	Basisgift (kgN/ha)	Overbemesting (kg N/ha)				Totale stikstofgift
		8 juli	20 juli	11 aug.	26 aug.	
A	125 – Nmin					125 – Nmin
B	155 – Nmin					155 – Nmin
C	185 – Nmin					185 – Nmin
D	215 – Nmin					215 – Nmin
E	245 – Nmin					245 – Nmin
F	125 – Nmin	90		30		245 – Nmin
G	155 – Nmin	60		30		245 – Nmin
H	185 – Nmin	30		30		245 – Nmin
I	215 – Nmin		60		30	305 – Nmin
K	245 – Nmin		30		30	305 – Nmin

Tabel 12.11. **Proefplaats Puttershoek. Resultaten 1999, ras Brolin. Opbrengstgegevens in ton/ha.**

Object	Totale stikstofgift	Netto (ton/ha)	Algemene indruk spruit	Lengte stam (cm)	Nitraat bladsap (24 aug)
A	125 – Nmin	7,0 a	5,3 a	49,8 a	241 ab
B	155 – Nmin	11,4 b	6,5 abc	57,7 b	191 a
C	185 – Nmin	11,9 b	6,8 bcd	63,4 bcd	206 ab
D	215 – Nmin	16,0 c	7,5 cd	70,1 de	186 a
E	245 – Nmin	15,9 c	7,5 cd	72,5 e	214 ab
F	245 – Nmin	10,0 b	6,0 ab	57,2 b	257 ab
G	245 – Nmin	11,5 b	7,0 bcd	58,4 bc	353 c
H	245 – Nmin	13,6 b	7,3 cd	65,2 cd	292 bc
I	305 – Nmin	16,1 c	7,3 cd	70,1 de	379 c
K	305 – Nmin	18,8 d	8,0 d	70,3 de	358 c
LSD (5%)		2,2	1,3	7,0	90

12.3.7 Bron 7

Proef in 2000 met Veloce (matig stevig ras), Cyrus (vrij stevig ras), en Brolin (matig stevig ras), uitgevoerd door PPO Westmaas, te Westmaas (tabel 12.12).

Voor deze rassen geldt volgens de Adviesbasis voor Veloce en Brolin een optimale N-gift van 210-Nmin (basis- + bijbemesting). Voor Cyrus geldt volgens de Adviesbasis een optimale N-gift van 240-Nmin (basis- + bijbemesting. De Nmin was 23 kg N/ha. De optimale N-bemesting volgens de Adviesbasis komt dan uit op een N-gift van 188 kg N/ha voor Veloce en Brolin en van 217 kg N/ha voor Cyrus.

De resultaten zijn weergegeven in de tabellen 12.15 en 12.16.

Tabel 12.13 geeft de resultaten met het ras Veloce. Het effect van bijbemesting is te zien in de lengte van de plant. Een gift van 300 + 100 geeft een langere plant dan alleen een bemesting van 300 N. Vanaf 300 kg zitten er geen betrouwbare verschillen meer in opbrengst, lengte en algemene indruk. Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift voor Veloce meer dan 100 kg/ha hoger is dan die van de Adviesbasis.

Tabel 12.14 geeft de resultaten van het ras Cyrus. Bij een gift van 300 kg N/ha wordt de hoogste opbrengst gehaald.

Tabel 12.15 geeft de resultaten van het ras Brolin. Objecten met een startgift van meer dan 200 kg N/ha zijn langer dan objecten met een bemesting kleiner of gelijk aan 200 kg N/ha. Vanaf 300 kg N/ha zijn er geen betrouwbare verschillen in opbrengst en lengte meer.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift voor Brolin ongeveer 100 kg/ha hoger is dan die van de Adviesbasis.

Een overall conclusie over de resultaten van dataset 7 gebeurt samen met die van dataset 8. In beide jaren is op dezelfde proefplaats een identieke proef uitgevoerd, waardoor deze resultaten gezamenlijk kunnen worden bewerkt.

Tabel 12.12. **Proefplaats Westmaas, 2000. N-bemesting in kg/ha, Nmin = 23 kg N/ha. Rassen Veloce, Brolin en Cyrus.**

Object	Basisgift	Bijbemesting		Totaalgift
		26 juni	18 juli	
A	0			0
B	100			100
C	100	100		200
D	200			200
E	200	100		300
F	200		100	300
G	300			300
H	300	100		400
I	300		100	400
K	400			400

Tabel 12.13. **Proefplaats Westmaas, 2000. Opbrengstgegevens ras Veloce in ton/ha.**

Object	Totaalgift Kg N/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (21 aug)	N-totaal droge stof (21 aug)
A	0	12,0 a	25,9 a	3,6 a	0,1	9,5 a
B	100	18,3 b	36,8 b	4,2 b	0,0	11,9 a
C	200	25,1 cd	47,2 c	5,3 d	0,0	19,4 b
D	200	23,2 c	50,3 cd	4,8 e	0,5	18,6 b
E	300	23,8 cd	59,5 e	5,9 ef	0,2	23,5 cd
F	300	25,4 cd	61,9 e	5,6 de	3,9	32,1 f
G	300	24,0 cd	57,4 de	5,3 d	0,2	20,8 bc
H	400	23,9 cd	66,3 e	6,3 f	2,3	28,5 e
I	400	23,5 cd	62,9 e	5,9 ef	3,7	32,9 f
K	400	26,1 d	61,1 e	5,9 ef	1,7	24,2 d
LSD		2,9	9,0	0,5	-	3,0

Tabel 12.14. **Proefplaats Westmaas, 2000. Opbrengstgegevens ras Cyrus in ton/ha.**

Object	N-totaal Kg/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (21 aug)	N-totaal droge stof (21 aug)
A	0	10,3 a	24,2 a	3,6 a	0,2 ab	8,9 a
B	100	18,8 b	37,5 b	4,2 b	0,0 a	10,8 a
C	200	24,4 cd	54,3 cd	5,3 d	0,6 abc	20,6 c
D	200	23,4 c	47,6 c	4,8 c	0,1 a	16,1 b
E	300	24,9 cde	64,9 ef	5,9 ef	5,4 d	29,2 de
F	300	27,7 e	58,0 de	5,6 de	2,4 abcd	27,8 de
G	300	26,7 de	53,4 cd	5,3 d	0,5 abc	21,4 c
H	400	26,9 de	67,8 f	6,3 f	4,4 cd	30,4 e
I	400	26,3 de	59,4 def	5,9 ef	4,3 bcd	28,1 de
K	400	26,9 de	62,3 def	5,9 ef	3,4 abd	27,4 d
LSD		2,9	9,0	0,5	4,2	3,0

Tabel 12.15. **Proefplaats Westmaas, 2000. Opbrengstgegevens ras Brolin in ton/ha.**

Object	N-totaal kg/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (21 aug)	N-totaal droge stof (21 aug)
A	0	7,4 a	31,1 a	3,6 a	0,0 a	13,1 a
B	100	16,0 b	44,2 b	4,2 b	0,1 a	17,4 b
C	200	20,5 c	56,6 cd	5,3 d	1,0 a	28,3 d
D	200	20,5 c	54,3 c	4,8 c	0,2 a	23,8 c
E	300	24,1 d	65,9 e	5,9 ef	6,1 c	34,9 e
F	300	22,5 cd	66,1 e	5,6 de	6,3 c	38,4 f
G	300	23,2 cd	58,3 cde	5,3 d	1,5 ab	20,1 bc
H	400	22,0 cd	67,1 e	6,3 f	9,8 c	41,1 f
I	400	23,5 d	63,3 de	5,9 ef	8,5 c	40,7 f
K	400	22,6 cd	62,5 cde	5,9 ef	5,2 bc	33,7 e
LSD		2,9	9,0	0,5	4,2	3,0

12.3.8 Bron 8

Proef in 2001 met Veloce (matig stevig ras), Cyrus (vrij stevig ras), en Brolin (matig stevig ras), uitgevoerd door PPO Westmaas, te Westmaas (tabel 12.16).

Voor de rassen Veloce en Brolin geldt volgens de Adviesbasis een optimale N-gift van 210-Nmin (basis- + bijbemesting). Voor Cyrus geldt volgens de Adviesbasis een optimale N-gift van 240-Nmin (basis- + bijbemesting). De Nmin was 15 kg N/ha. De optimale N-bemesting volgens de Adviesbasis komt dan uit op een N-gift van 195 kg N/ha voor Veloce en Brolin en van 225 kg N/ha voor Cyrus. De resultaten van Veloce zijn weergegeven in tabel 17. Vanaf 200 kg N of meer zitten er geen betrouwbare verschillen meer in opbrengst.

Geconcludeerd kan worden dat bij Veloce de optimale N-gift overeenkomt met die volgens de Adviesbasis.

De resultaten van Cyrus zijn weergegeven in tabel 12.18. De hoogste opbrengsten worden gehaald bij

de objecten met de hoogste N-bemesting. Planten met een bemesting van meer dan 300 kg N/ha zijn betrouwbaar langer. Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift ongeveer 100 kg N/ha hoger is dan het advies volgens de Adviesbasis.

De resultaten van Brolin zijn weergegeven in tabel 12.19. Objecten met een totale gift van meer dan 300 kg N/ha zijn langer dan objecten met een bemesting kleiner of gelijk aan 300 kg N/ha. De hoogste opbrengsten worden gehaald bij een N-bemesting van 300 kg N/ha.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-gift in het onderzoek in 2001 ongeveer 100 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis.

Tabel 12.16. **Proefplaats Westmaas, 2001. N-bemesting in kg/ha. N_{min} = 15 kg N/ha. Rassen Veloce, Brolin en Cyrus.**

Object	Basisgift (kgN/ha)	Bijbemesting (kg N/ha)		Totaalgift
		26 juni	18 juli	
A	0			0
B	100			100
C	100	100		200
D	200			200
E	200	100		300
F	200		100	300
G	300			300
H	300	100		400
I	300		100	400
K	400			400

Tabel 12.17. **Proefplaats Westmaas, 2001. Opbrengstgegevens ras Veloce in ton/ha.**

Object	N-totaal kg/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (20 aug)	N-totaal droge stof (20 aug)
A	0	9,8 a	35,5 a	6,0 a	0,1 a	11,2 a
B	100	13,4 ab	42,6 a	5,0 a	0,1 a	13,0 a
C	200	16,0 b	59,8 bc	6,2 a	0,1 a	17,9 b
D	200	21,5 c	54,1 b	6,3 a	0,1 a	16,2 b
E	300	23,9 c	69,0 de	6,5 a	0,5 ab	23,1 c
F	300	22,3 c	69,0 de	6,7 a	0,7 b	24,4 cde
G	300	20,9 c	66,1 cd	5,7 a	0,7 b	23,6 cd
H	400	21,1 c	74,1 e	5,3 a	1,9 c	27,4 f
I	400	20,6 c	72,4 de	5,5 a	1,7 c	26,6 ef
K	400	24,8 c	67,6 de	6,0 a	0,7 b	26,0 def
		4,6	7,3	-	0,6	2,6

Tabel 12.18. **Proefplaats Westmaas, 2001. Opbrengstgegevens ras Cyrus in ton/ha.**

Object	N-totaal kg/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (20 aug)	N-totaal droge stof (20 aug)
A	0	8,8 a	37,7 a	3,5 a	0,1 a	10,3 a
B	100	15,3 b	46,6 b	4,3 ab	0,1 a	12,7 a
C	200	20,1 c	62,4 d	5,7 cd	0,4 ab	19,7 b
D	200	22,1 cd	57,1 c	5,0 bc	0,3 ab	17,4 b
E	300	22,8 d	65,5 de	6,3 d	1,0 bc	23,1 cd
F	300	23,8 d	62,7 de	5,7 cd	0,8 abc	22,8 c
G	300	24,0 d	63,5 de	5,3 bcd	1,4 cd	24,4 cd
H	400	24,3 d	70,7 ef	5,7 cd	1,5 cd	25,0 cde
I	400	24,0 d	73,5 f	5,3 bcd	2,3 e	27,4 e
K	400	24,5 d	69,1 ef	5,7 cd	1,8 de	26,0 de
		2,6	4,5	1,1	0,8	3,0

Tabel 12.19. **Proefplaats Westmaas, 2001. Opbrengstgegevens ras Brolin in ton/ha.**

Object	N-totaal kg/ha	Netto (ton/ha)	Lengte stam (cm)	Algemene indruk spruit	Nitraat droge stof (20 aug)	N-totaal droge stof (20 aug)
A	0	9,9 a	45,2 a	4,7 a	0,1 a	14,2 a
B	100	17,7 b	57,7 b	5,0 ab	0,1 a	18,1 b
C	200	23,7 cd	65,5 c	6,0 cd	0,9 b	25,4 d
D	200	21,3 c	64,9 c	6,3 cd	0,4 a	21,9 c
E	300	23,6 cd	67,0 c	6,5 d	1,7 c	28,7 de
F	300	26,1 d	72,6 de	6,0 cd	2,0 c	30,9 e
G	300	24,2 cd	69,3 cd	6,3 cd	1,6 c	29,1 e
H	400	24,4 d	74,1 de	6,0 cd	4,0 e	37,5 g
I	400	25,2 d	76,0 e	6,0 cd	3,9 e	36,7 fg
K	400	24,0 cd	72,8 de	5,7 bc	3,4 d	35,0 f
		3,1	5,5	0,8	0,5	2,5

12.3.9 Gezamenlijke analyse gegevens van bron 7 en bron 8

In tabel 12.20 en tabel 12.21 zijn de opbrengstgegevens gemiddeld van de bemestingsobjecten die dezelfde N-totaalgift hebben gehad. Tevens zijn de resultaten van beide jaren bijeengenomen. De rassen Veloce en Brolin zijn beide matig stevige rassen; de resultaten van deze beide rassen staan in tabel 12.20.

Met regressieberekeningen is de optimale N-gift berekend. Er zijn drie modellen getoetst.

De exponentiële curve, waarbij het opbrengstniveau bij 97,5 % van de maximale opbrengst als optimum is genomen, had een R^2 van 0,93. De berekende optimale N-gift was gemiddeld voor beide rassen 497 kg/ha. De methode met de 'broken stick' had een R^2 van 0,94 en de optimale N-gift werd berekend op 232 kg N/ha. De vergelijking met de tweedegraads polynoom kende de hoogste R^2 , deze is 0,94. De berekende optimale N-gift is 347 kg N/ha.

De optimale N-gift (basisgift + bijbemesting) volgens de Adviesbasis voor deze rassen is 210-Nmin.

De Nmin was 20 kg/ha, zodat een gift van 190 kg N/ha als advies geldt.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-bemesting bij deze twee rassen 42 tot 157 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis.

De resultaten van het ras Cyrus (vrij stevig ras) zijn weergegeven in tabel 12.21. Voor dit ras geldt volgens de Adviesbasis een optimale N-gift van 240-Nmin (basisgift + bijbemesting). In deze proefserie komt dat neer op een gift van 220 kg N/ha.

Met regressieberekeningen is de optimale N-gift berekend. Er zijn drie modellen getoetst. De exponentiële curve, waarbij het opbrengstniveau bij 97,5 % van de maximale opbrengst als optimum is genomen, had een R^2 van 0,93. De berekende optimale N-gift was gemiddeld voor beide jaren 545 kg/ha. De methode met de 'broken stick' had een R^2 van 0,94 en de optimale N-gift werd berekend op 237 kg N/ha. De vergelijking met de tweedegraads polynoom kende de hoogste R^2 , deze is 0,94. De berekende optimale N-gift is 364 kg N/ha.

Geconcludeerd kan worden dat de optimale N-bemesting bij het ras Cyrus 17 tot 144 kg N/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis.

Wanneer de berekende optimale N-gift volgens de 'broken stick'-methode en volgens de tweedegraads polynoomvergelijking wordt gemiddeld dan is de gemiddelde optimale N-gift voor de drie rassen gemiddeld 93 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis.

Tabel 12.20. **Westmaas, 2000+2001. Opbrengst in ton/ha. Rassen Veloce en Brolin. Gemiddelde resultaten van de objecten met dezelfde N-totaalgift.**

N-totaalgift kg/ha	Veloce	Veloce	Brolin	Brolin	Veloce+Brolin
	2000	2001	2000	2001	2000+2001
0	12,0	9,8	7,4	9,9	9,8
100	18,3	13,4	16,0	17,7	16,4
200	24,2	18,8	20,5	22,5	21,5
300	24,4	22,4	23,3	24,6	23,7
400	24,5	22,2	22,7	024,5	23,5

Tabel 12.21. **Westmaas, 2000+2001. Opbrengst in ton/ha. Ras Cyrus. Gemiddelde resultaten van de objecten met dezelfde N-totaalgift.**

N totaalgift kg/ha	Cyrus 2000	Cyrus 2001	Cyrus 2000+2001
0	10,3	8,8	9,6
100	18,8	15,3	17,1
200	23,9	21,1	22,5
300	26,4	23,5	25,0
400	26,7	24,3	25,5

12.3.10 Bron 9, Telen met toekomst

In het project Telen met toekomst is in de periode 2000 t/m 2003 door de deelnemende bedrijven de bemesting op perceelsniveau geregistreerd. Het betrof drie akkerbouwregio's (NON, ZON en ZWN) en twee groenteregio's (NBr, L) van per regio 4 of 5 bedrijven. De resultaten zijn verwoord in de betreffende regioverslagen van het project Telen met toekomst.

De resultaten van de N-bemesting zijn weergegeven in de tabel 12.22.

Tabel 12.22. **Resultaten project telen met toekomst.**

Gewas	Teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N-gebr. Norm Advies- Basis kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		2telers	jaren	per- celen	N-werkzaam, wettelijk	Ntotaal		
Spruitkool	Vroeg	2	4	7	278	278	235	57
Spruitkool	Midden	2	4	7	306	306	235	100
	vroeg+midden laat							
Spruitkool	Laat+zeer laat	3	3	5	322	322	235	100
Spruitkool	Totaal			19				89

Uit de gegevens blijkt dat in 89% van de gevallen meer wordt gegeven dan de adviesbasis. Afhankelijk van de teeltperiode is er tussen 40 en 90 kg meer gegeven.

12.3.11 Bron 10

Uit Praktijkcijfers 2 (tabel 12.23) blijkt dat in 33% van de gevallen meer wordt gegeven dan de adviesbasis van 235 kg N/ha. Er is in dat jaar 35 kg extra gegeven. Het betrof de gegevens van één teler.

Tabel 12.23. **Resultaten spruitkool; project Praktijkcijfers 2. N-bemesting in kg/ha.**

Jaar	teeltwijze	aantal Telers	aantal percelen	N-gift werkzaam	N-gebruiks Norm	% over- schrijding
2000	Laat	1	2	204	235	0
2001	laat	1	2	214	235	0
2002	laat	1	2	270	235	100

12.3.12 Bron 11, DLV-adviezen

Gebaseerd op praktijkervaringen is de laatste jaren door de DLV een ras- en grondsoortspecifieke stikstofbemestingsrichtlijn opgesteld. In het vroege voorjaar (februari/maart) wordt de minerale N-voorraad in de bodem (N-mineraal) bemonsterd tot een diepte van 60 cm. Per ras wordt een verfijning van de richtlijn gegeven. Geadviseerd wordt om de meeste rassen nog minstens één keer tijdens het seizoen bij te bemesten. Voor de rassen die worden getopt, kan de bijbemesting het beste rond de datum van toppen worden uitgevoerd. Rassen die niet worden getopt, moeten gewoonlijk in de vroege herfst worden bijbemest. Sommige rassen kunnen nog een tweede keer worden bijbemest. Deze bemesting is er met name op gericht de kwaliteit te handhaven, in perioden van mindere groei. Bij een aantal rassen wordt aanbevolen kort voor de oogst een bijbemesting met een snel werkende meststof

als kalksalpeter uit te voeren, om teruggang in kwaliteit kort voor de oogst te voorkomen.

Ten aanzien van de richtlijn moet worden opgemerkt, dat deze van toepassing is voor een 'gemiddelde' Nederlandse situatie. Op regionaal niveau of op individuele percelen kunnen zich omstandigheden voordoen (bijv. te verwachten mineralisatie van oogstresten van een voorgaand gewas), die aanpassingen noodzakelijk maken. Dit geldt zowel met betrekking tot de hoogte van de N-giften als voor de genoemde tijdstippen van N-bemesting.

Het gebruik van dierlijke of plantaardige organische mest moet zoveel mogelijk beperkt worden in verband met de vaak ongelijkmatige nalevering van de N uit dit materiaal. Door een onregelmatige verdeling kan dit een onregelmatige stand van het gewas veroorzaken.

N-bemesting van de belangrijkste spruitkoolrassen

In onderstaand schema staat het N-advies schematisch weergegeven. De hoogte van de basisgift is sterk afhankelijk van de grondsoort. Voor elk perceel moet een eigen standaard (S) bepaald worden. Een voorbeeld hiervan staat boven de tabel afgedrukt. Iedereen zal voor zijn eigen situatie de hoogte van deze S in moeten vullen. Per ras is aangegeven of er van deze standaard afgeweken dient te worden. Sommige rassen hebben namelijk een flinke voorraadbemesting nodig, om op tijd de gewenste lengte te krijgen. Andere rassen worden bij dezelfde gift te lang en gaan legeren. Uitgangspunt bij de N-bemesting dient steeds een N-mineraal monster te zijn. Op grond van de uitkomst van dit monster, dat enkele weken voor het planten gestoken moet worden, kan een basisbemesting uitgevoerd worden.

De beginhoeveelheid (N-basisbemesting) is afhankelijk van de grondsoort.

Stugge zware kleigrond	Standaard (S) = 225 N – Nmin
Gematigd groeiende kleigronden:	Standaard (S) = 200 N – Nmin
Vlot groeiende (humeuze) zavelgronden:	Standaard (S) = 150 N – Nmin
Gescheurd weiland of dierlijke mest in voorjaar:	Standaard (S) = 100 N – Nmin

Tabel 12.24. **Ras- en grondsoortspecifiek N-bemestingsadvies gehanteerd door DLV voor de kleigrond.**

Ras	Basisgift	1 ^e bijbemesting	2 ^e bijbemesting	3 ^e gift *
RS 275	S + 15 kg			30 kg
Veloce	S – 25 kg	30 kg	30 kg	30 kg
Franklin	S + 15 kg			30 kg
Briljant	S + 25 kg			30 kg
Bejo 2656	S	30 kg		30 kg
Abacus	S – 15 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Niz 0001	S + 25 kg	30 kg	30 kg	30 kg
Maximus	S + 65 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Bejo 2630	S + 25 kg	30 kg	30 kg	30 kg
Nautic	S + 25 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Cyrus	S + 20 kg	30 kg		30 kg
Valencia	S + 20 kg	30 kg	30 kg	30 kg
Mistral	S	50 kg	30 kg	30 kg
Camus	S + 20 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Cumulus	S	50 kg	30 kg	
Topline	S – 80 kg	40 kg	40 kg	
Breton	S + 20 kg	50 kg	30 kg	30 kg
SG 2297	S	50 kg	30 kg	
Helemus	S – 15 kg	50 kg		
RS 247	S	30 kg	30 kg	30 kg
Eclipsus	S	30 kg	30 kg	30 kg
Mercurius	S + 20 kg	50 kg	30 kg	30 kg
SG 2271	S – 25 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Rudius	S + 20 kg	50 kg	30 kg	30 kg
Romulus	S	50 kg	30 kg	
Doric	S + 10 kg	30 kg	30 kg	30 kg
Genius	S + 40 kg	50 kg	30 kg	
Proflin	S – 25 kg	30 kg	30 kg	
Densia	S	30 kg	30 kg	30 kg
Petrus	S + 20 kg	50 kg	30 kg	
Revenge	S + 40 kg	30 kg	30 kg	
Louis	S + 40 kg	30 kg	30 kg	
Clodius	S + 25 kg	50 kg	30 kg	
Dominator	S + 40 kg	30 kg	30 kg	
Hivernus	S – 15 kg	30 kg	30 kg	
Bridge	S	30 kg	30 kg	
Exodus	S + 20 kg	30 kg	50 kg	
Brolin	S – 40 kg	30 kg	30 kg	
Millenium	S + 10 kg	50 kg	30 kg	
Esperal	S + 40 kg	50 kg	30 kg	

* 3e gift wordt gegeven in vorm van kalksalpeter, 3 weken voor de oogst

Het advies is ras- en grondsoortafhankelijk. Een veel geteeld ras als Cyrus heeft bij gematigd groeiende gronden een advies van 280 – Nmin. Bij stug groeiende gronden (o.a. PPO-proefbedrijf Westmaas) is het advies voor Cyrus 305 – Nmin.

12.3.13 Bespiegeling over rassen en grondsoorten

Uitgaande van een gemiddeld bedrijf met de volgende rassen Veloce (10 %), Maximus (25%), Cyrus (30%), Genius (25%) en Esperal (10%) zou het DLV-advies tot de volgende gebruiksnorm voor totale N-gift komen. Hierbij is rekening gehouden met een Nmin van 30 kg N.

Stugge zware kleigrond: Gematigd groeiende kleigronden:

Veloce: $200 - N_{min} + 30 + 60 = 260$

Veloce: $175 - N_{min} + 30 + 60 = 235$

Maximus: $290 - N_{min} + 50 + 60 = 370$

Maximus: $265 - N_{min} + 50 + 60 = 345$

Cyrus: $245 - N_{min} + 30 + 30 = 275$

Cyrus: $220 - N_{min} + 30 + 30 = 250$

Genius: $265 - N_{min} + 50 + 30 = 315$

Genius: $240 - N_{min} + 50 + 30 = 290$

Esperal: $265 - N_{min} + 50 + 30 = 315$

Esperal: $240 - N_{min} + 50 + 30 = 290$

Gemiddelde gebruiksnorm: 311 kg N/ha

Gemiddelde gebruiksnorm: 286 kg N/ha

In tabel 25 is een inschatting gemaakt in % spuitkool dat geteeld wordt op een bepaalde grondsoort.

Tabel 12.25. **Verdeling spuitenteelt op kleigrond ingedeeld naar klasse, DLV-systematiek.**

Grondsoort	% geteelde oppervlakte op betreffende grondsoort
Stugge zware kleigrond	10 %
Gematigd groeiende kleigrond	40 %
Vlot groeiende (humeuze) zavelgrond	40 %
Gescheurd weiland of dierlijke mest in voorjaar	10 %

12.3.14 Analyse van de resultaten van proefvelden (bron 1 t/m 8)

Uit alle proefveldgegevens komt duidelijk naar voren dat de optimale N-gift hoger is dan die volgens de Adviesbasis. Het onderzoek is steeds uitgevoerd met rassen die zijn aangemerkt als 'stevig', 'vrij stevig' of als 'matig stevig'. Met rassen die zijn aangemerkt als 'zeer stevig' zijn geen N-trappenproeven uitgevoerd. Bovendien moet opgemerkt worden dat de meeste proefveldresultaten afkomstig zijn van PPO-proefbedrijf Westmaas. Deze locatie wordt door de DLV gekenmerkt als een stugge, zware kleigrond waarvan de N-behoefte 25 kg/ha hoger is dan die van de meeste klei- en zavelgronden.

Per dataset was de volgende conclusie getrokken:

Bron 1. De optimale N-gift is 105 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 2. De optimale N-gift is 25 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 3. De optimale N-gift is 90 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 4. De optimale N-gift is 30 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 5. De optimale N-gift is 70 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 6. De optimale N-gift is 95 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Bron 7+ 8. De optimale N-gift is 93 kg N/ha hoger dan die van de Adviesbasis.

Gemiddeld over alle datasets is de optimale N-bemesting 75 kg N/ha hoger dan die volgens de Adviesbasis.

De N-behoefte van spuitkool op de locatie Westmaas is vermoedelijk hoger dan die op de meeste andere grondsoorten. De grond van Westmaas staat bij de spuitentelers bekend als een 'stugge kleigrond'. Wanneer dit bij de beoordeling van de optimale N-bemesting wordt meegenomen dan kan de conclusie getrokken worden dat het N-bemestingsadvies in de Adviesbasis met tenminste 50 kg/ha verhoogd moet worden.

Wanneer de hoogte van alle optimale N-giften wordt beoordeeld ten opzichte van het N-bemestingsadvies behorend bij de rascategorie 'zeer stevig-stevig' dan is het verschil met de bemesting volgens de Adviesbasis 50 kg N/ha. Er is dan niet gecorrigeerd voor de veronderstelde hogere N-bemestingsbehoefte op proefplaats Westmaas.

12.3.15 Naar een nieuw bemestingsadviesysteem voor spuitkool?

De indeling van het huidige N-bemestingsadvies in stevigheidsklassen voldoet niet meer en er bestaat behoefte om binnen de kleigrond te differentiëren naar type grondsoort. Bovendien zijn de adviesgiften te laag. Gebruik makend van het DLV-advies zou een nieuw N-bemestingsadvies voor spuitkool er als volgt uit kunnen zien (tabel 12.26). In tabel 12.26 zijn de totale N-giften weergegeven, dit is het totaal van basisbemesting plus bijbemesting(en).

Het voorstel is om 10 groepen van rassen te maken met een onderling verschil van 20 kg stikstof per ha in het bemestingsadvies. De indeling van de groepen is voor een groot deel gebaseerd op stevigheid, maar ook een deel door hoe lang ze op het veld staan, gevoeligheid voor slijtage enz. Een rasgericht advies heeft wel als nadeel dat er voor ieder nieuw ras een advies gemaakt moet worden; ook is het onderscheid binnen de kleigrond niet altijd precies aan te duiden.

Tabel 12.26. **Voorstel voor een nieuw N-bemestingsadvies voor spruitkool.**

Nr.	Ras	Stugge kleigrond	Gematigd groeiende kleigrond	Vlot groeiende (humeuze) zavelgrond
1	Topline	225 – Nmin	200 – Nmin	150 – Nmin
2	Brolin	245 – Nmin	220 – Nmin	170 – Nmin
3	Proffline, Helemus, RS 275, Franklin, Hivernus	265 – Nmin	240 – Nmin	190 – Nmin
4	Bejo 2656, Bridge, Briljant, Veloce	285 – Nmin	260 – Nmin	210 – Nmin
5	RS 247, Eclipsus, Densia, Millenium, SG 2271, Cyrus, Cumulus, SG 2297, Romulus	305 – Nmin	280 – Nmin	230 – Nmin
6	Abacus, Doric, Petrus, Revenge, Louis, Dominator, Exodus	325 – Nmin	300 – Nmin	250 – Nmin
7	Niz 0001, Bejo 2630, Valencia, Mistral, Clodius, Genius, Esperal	345 – Nmin	320 – Nmin	270 – Nmin
8	Camus, Breton, Mercurius, Rudius, Nautic	365 – Nmin	340 – Nmin	290 – Nmin
9	Geen rassen in deze groep bekend	385 – Nmin	360 – Nmin	310 – Nmin
10	Maximus	405 – Nmin	380 – Nmin	330 – Nmin

Het gemiddelde oude advies was 240 – Nmin bij vrij stevige rassen. Dit komt nu overeen met het gemiddelde van groep 5 en groep 6 op de gematigd groeiende kleigrond en zou nu 290 – Nmin worden. Een verhoging van het N-bemestingsadvies met 50 kg N/ha.

12.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies spruitkool

12.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Uit de resultaten van proeven blijkt dat de optimale N-bemesting van spruitkool gemiddeld ten minste 50 kg/ha hoger is dan die volgens de Adviesbasis. Rond de gemiddelde waarde is sprake van een grote spreiding; van een gering verschil tot een verschil van meer dan 100 kg N/ha.

12.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit de praktijkprojecten en informatie uit de praktijk blijkt dat telers meer bemesten dan de adviesgift volgens de Adviesbasis. DLV hanteert een N-bemestingsadvies dat gemiddeld over de rassen en grondsoorten neer komt op een advies dat ongeveer 50 kg N/ha hoger is dan die van de Adviesbasis. In het project Telen met toekomst gaven de telers gemiddeld 300 kg N/ha en in het project Praktijkcijfers 2 (één teler) werd gemiddeld 230 kg N/ha bemest.

12.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Uit onderzoeksresultaten en praktijkervaringen blijkt dat het N-bemestingsadvies voor spruitkool te laag is. Geadviseerd wordt om de adviesbemesting met 50 kg N/ha te verhogen. Tevens wordt voorgesteld om een nieuw te formuleren advies meer ras- en grondsoortspecifiek te maken. Een voorstel hoe een dergelijk advies er uit zou kunnen zien is in paragraaf 3 uitgewerkt. Het ontbreekt aan gegevens om het advies voor zand- en lössgrond bij te stellen. Deze grondsoorten wijken echter in het advies niet zozeer af van de totale hoeveelheid N die geadviseerd wordt, maar meer in de verdeling ervan tijdens het groeiseizoen. De teelt van spruiten op lössgrond is zeer beperkt.

12.5 Literatuur

Dijk, W. van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307

Everaarts A. Opname en afvoer van stikstof, fosfaat, kali en magnesium bij spruitkool . PAV-bulletin. Vollegrondsgroenteteelt / Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt , no. 2 , p. 8-10, 1997

Everaarts A.P. en M.E.T Vlaswinkel. Vergelijng spruiten : extra stikstof gaat vergelijng van spruiten na de oogst niet tegen. PAV-bulletin. Vollegrondsgroenteteelt / Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt , Vol. 3 , no. 3 , p. 1-4., 1999

Osinga Klaas Johan. PAGV-Jaarboek 1993/1994 Vollegrondgroenten, blz. 75-84. Gedeelde stikstofbemesting bij teelt van middenlate spruitkool op dalgrond.

Schröder, J.J. et al. (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten.PRI-rapport nr. 79, 60 pp. + bijlagen.

Versluis H.P. PAGV-Jaarboek 1993/1994 Vollegrondgroenten, blz. 108-112. Onderzoek naar het optimale tijdstip van stikstofdeling bij late spruitkool.

Vlaswinkel M. en W. van den Berg, Bladsteel zegt alles over groei spruitkool. Groenten + fruit, no. 27, p. 46-47. 2001.

13 Aanpassing N-bemestingsadvies winterrogge

Het areaal van winterrogge beslaat de laatste jaren ca. 3500 ha en de teelt concentreert zich vooral op de zand- en dalgronden in het noorden (1200 ha) en oosten (1200 ha) van ons land. De belangrijkste ontwikkeling die zich de laatste tien jaar heeft voorgedaan is de introductie van hybriden. De hybriden zijn korter, steviger en hebben een hoger opbrengstniveau dan de al jaren lang geteelde populatierassen.

13.1 Bestaand N-bemestingsadviesgift en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

13.1.1 Beschrijving van het bestaande advies

In de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen" is voor winterrogge het onderstaande bemestingsadvies opgenomen (Van Dijk, 2003). Er wordt geen onderscheid gemaakt voor grondsoort (zand/dal/klei) en bestemming product (voer/bak).

Tabel 13.1. **N-bemestingsrichtlijn winterrogge (Van Dijk, 2003).**

	Eerste gift (kgN/ha)			Tweede gift (kg N/ha)		
	Advies	maximaal	minimaal	Advies	Maximaal	Minimaal
winterrogge	100-Nmin			150-Nmin	50	20

13.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het bestaande advies.

Het is niet bekend wanneer het bestaande advies is geformuleerd en wat de kwaliteit is van de onderbouwing. Er is geen documentatie aanwezig in het archief van de CBAV.

13.1.3 Motivering van de actualisatie

Ervaringen in de praktijk (beoordeling van stand en kleur van het gewas) hebben geleerd dat het huidige advies regelmatig leidt tot een onvoldoende gewasontwikkeling en een daarmee samengaande suboptimale opbrengst. Mogelijke oorzaak hiervan is de genoemde ontwikkeling- en de uitbreidende teelt van hybriden in de afgelopen 10 jaar.

13.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens

Tabel 13.2. **Overzicht van bronnen gebruikt bij de herziening van het N-bemestingsadvies voor winterrogge.**

Dataset	A	B	C	D	E
	Proeven PAGV (PPO) 1	Proeven PAGV (PPO) 2	Telen met toekomst	Praktijkcijfers 2	Agrifirm
waar beschreven	Jaarboek PAGV 1989/1990 + jaarboekjes betreffende ROC's 1987-1988-1989	Jaarboek PAGV 1993/1994 + jaarboekjes betreffende ROC's 1991-1992-1993	Project-verslagen 2000 t/m 2003	Niet (databank NMI)	Niet (gegevens per email)
beschikbaar door onderzoek door proef-plaatsen	R.D. Timmer (PPO) A. Darwinkel Rolde en Vredepeel	R.D. Timmer (PPO) S. Postma Valthermond (en Rolde)	P.H.M. Dekker (PPO) - Praktijk-percelen NO-Nederland	T.A. van Dijk (NMI) - Praktijk-percelen NO-Nederland	A. Venhuizen (Agrifirm) - Praktijk-percelen NO-Nederland
Grondsoort Rassen	zand Mercator (populatieras)	dal (en zand) Marder (hybridieras)	zand en dal Diverse	zand en dal Diverse	zand en dal Diverse
Wanneer	1987 t/m 1989	1991 t/m 1993	2000 t/m 2003	2000 t/m 2001	2002 t/m 2004
N-trappen	6	3	Geen	Geen	Geen
N-traject	60-180 kg N	80-160 kg N	?	85-151 kg N	?
Nultrap	nee	nee	Nee	Nee	Nee
Status	formeel	formeel	Informeel	Informeel	Informeel
Methode	verschil	verschil	Geen	Geen	Geen

13.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

13.3.1 A. Proeven PAGV (PPO) 1

Van 1987 t/m 1989 werden door het voormalige PAGV op de locaties Vredepeel (zand) en Kooijenburg (Rolde, zand) N-proeven uitgevoerd met winterrogge en triticale. De proeven werden uitgevoerd met een populatieras (Mercator).

Tabel 13.3. **Gemiddelde bemestings- en opbrengstgegevens van 6 PAGV-proeven met winterrogge, 1987-1989 (Bron: Darwinkel 1990).**

N-bemesting, kg/ha	Opbrengst, ton/ha
60 (60)	5,3
100 (100)	5,9
100 (60+40)	6,0
140 (100+40)	6,2
140 (60+40+40)	6,1
180 (100+40+40)	6,0

* De bij de N-bemesting vermelde hoeveelheden betreffen gegeven kg N per ha; over N-min voorraden in het voorjaar zijn geen gegevens terug te vinden. Lsd-waarden zijn niet in verslag terug te vinden.

Gemiddeld over 3 jaar en 2 locaties (6 proeven) werd de hoogste korrelopbrengst bereikt bij een N-bemesting van 140 kg N per ha (zie tabel 13.3) Een verhoging van de bemesting tot 180 kg N per ha leverde geen hogere opbrengst. Het maakte daarbij niet uit of de stikstof in één keer werd gegeven of in twee keer. Verdeling van de stikstof over twee giften verlaagde wel het legeringspercentage.

Conclusie: de optimale N-gift lag in deze proeven (uitgevoerd met een populatieras) op of enigszins boven het huidige N-advies.

Bij de bespreking van de resultaten van dataset B, stikstofbemestingsproeven met hybrides, wordt hier verder op ingegaan.

13.3.2 B. Proeven PAGV (PPO) 2

In de periode 1991 t/m 1993 werd door het voormalige PAGV onderzoek naar de optimale teeltwijze van winterrogge uitgevoerd. Aspecten die aandacht kregen waren N-bemesting, groeiregulatie en ziektebestrijding. De proeven in deze periode werden uitgevoerd met een hybrideras (Marder).

In 1991 werd gestart met teeltoptimalisatieproeven op de locaties 't Kompas (Valthermond, dalgrond) en Kooijenburg (Rolde, zand). Hierin kwamen op beide locaties twee N-trappen voor, nl. 80 (40+40) en 120 (80+40) kg N per ha. In Valthermond werd de hoogste opbrengst al bereikt bij 80 kg N per ha; meer stikstof veroorzaakte (ernstige) legering. In Rolde was de opbrengst bij 120 kg hoger dan bij 80 kg N per ha.

Tabel 13.4. **Gemiddelde bemestings- en opbrengstgegevens van 2 PAGV-proeven met winterrogge, 1991 (Bron: Postma 1991 en Postma 1992).**

N-gift, kg/ha	Opbrengst 't Kompas, dalgrond	Opbrengst Kooijenburg, zandgrond
80 (40+40)	7,2 ton/ha	6,8 ton/ha
120 (80+40)	6,8 ton/ha	7,2 ton/ha

* De bij de N-bemesting vermelde hoeveelheden betreffen gegeven kg N per ha; over Nmin-voorraden in het voorjaar zijn geen gegevens terug te vinden. (Op dalgrond is de waarde hiervan ook beperkt). Lsd-waarden zijn niet in verslag terug te vinden.

In 1992 en 1993 werden proeven aangelegd met drie N-trappen en varianten van groeiregulatie op de locatie in Valthermond (dalgrond). De hoogste korrelopbrengst werd in deze proeven behaald bij een N-bemesting van in totaal 160 kg N per ha; het optimum werd echter niet bereikt. Bij alle bemestingen werd uitgegaan van een standaard tweede gift van 40 kg N per ha.

Conclusie: Uit dataset B komt geen eenduidig beeld naar voren aangaande de optimale N-bemesting van winterrogge. Deze varieert van 80 kg N per ha (1991, Valthermond) tot meer dan 160 kg N per ha (1991 en 1992 Valthermond).

Tabel 13.5. **Gemiddelde bemestings- en opbrengstgegevens van 4 PAGV-proeven met winterrogge, 1992-1993 (Bron: Postma 1992 en Postma 1993).**

N-gift	1992	1993	Gem
80 (40+40)	7,5 ton/ha	5,1 ton/ha	6,3 ton/ha
120 (80+40)	8,2 ton/ha	6,3 ton/ha	7,3 ton/ha
160 (120+40)	8,5 ton/ha	6,8 ton/ha	7,7 ton/ha
Lsd (0,05)	0,3 ton/ha	0,3 ton/ha	

* De bij de N-bemesting vermelde hoeveelheden betreffen gegeven kg N per ha; over Nmin-voorraden in het voorjaar zijn geen gegevens terug te vinden. (Op dalgrond is de waarde hiervan ook beperkt).

De resultaten van de proeven met populatierassen (dataset A) en die met hybriderassen (dataset B) zijn nader geanalyseerd om tot een meer afgewogen conclusie te kunnen komen. De resultaten van de in totaal 10 proeven zijn daarbij gezamenlijk geanalyseerd, waarbij aan de gegevens van dataset A een iets hogere statistische waarde werd toegekend dan aan die van dataset B. Dataset A bestond immers uit 6 proeven en dataset B uit 4 proeven. Aan deze gegevens is vervolgens het model aangepast

$$opbrengst = \alpha_{proef} + \beta_{type} * N + \gamma * N^2$$

Met

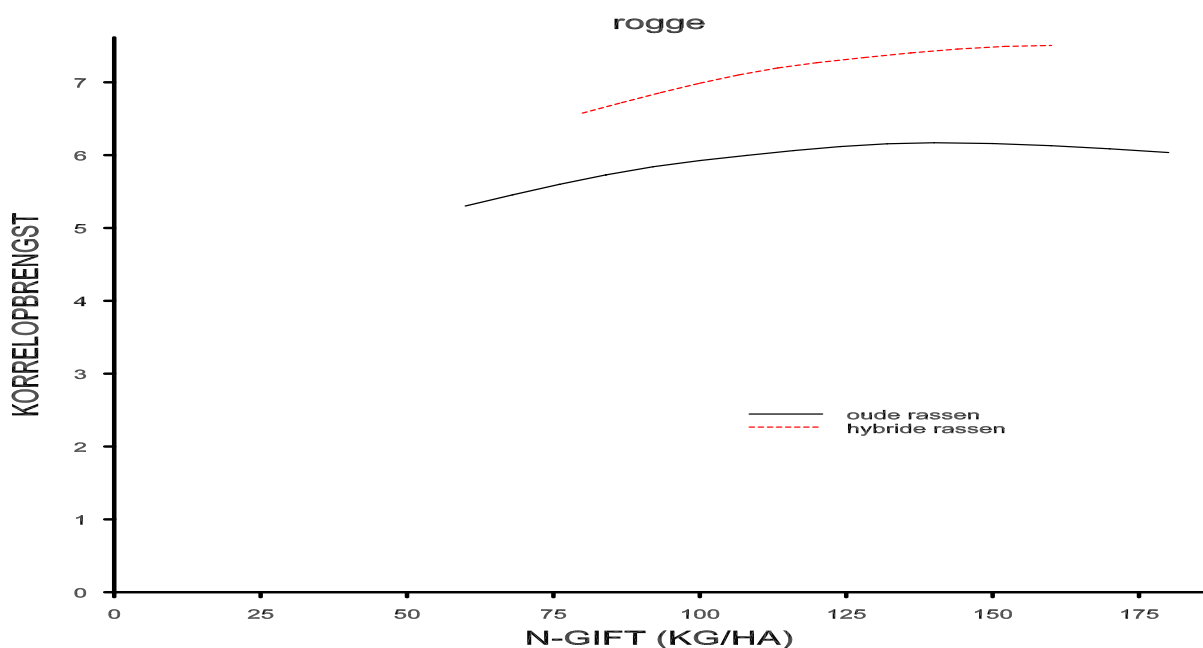
$$\text{optimum}_{type} = \frac{-\beta_{type}}{2\gamma}$$

Bij deze analyse was het percentage verklaarde variantie gelijk aan 91,2.

Met een exponentiele curve was het percentage verklaarde variantie gelijk aan 89,5; dus lager. Verder is het exponentiele model landbouwkundig minder relevant, omdat de opbrengst naar een maximum gaat, terwijl bekend is dat bij graangewassen zeer hoge giften tot opbrengstderving leiden.

Bij analyse met een exponentieel model aangevuld met een rechte lijn om eventuele opbrengstderving te beschrijven, was het percentage verklaarde variantie gelijk aan 90,1; dus ook nog lager dan bij de tweede graads polynoom. Verder was de regressiecoëfficiënt van de rechte lijn positief waardoor de resultaten moeilijk met het lineair exponentiele model moeilijk te interpreteren waren.

In figuur 13.1 is de berekende relatie tussen de hoogte van de stikstofbemesting en de opbrengst grafisch weergegeven voor de populatierassen (dataset A) en de hybriden (dataset B).



Figuur 13.1. **Geschatte N-respons van de korrelopbrengst van winterrogge in ton/ha bij populatierassen (oude rassen) en bij hybriden volgens een tweede graads polynoom.**

Op basis van de tweede graads polynoom is de optimale N-gift berekend waarbij de korrelopbrengst maximaal is en is ook de economisch optimale N-gift berekend waarbij een prijsverhouding is aangehouden van 1 kg stikstof is gelijk aan 5 kg winterrogge.

Volgens deze berekening wordt bij de populatierassen de hoogste opbrengst gehaald bij een N-bemesting van 146 kg/ha (standaardafwijking van 11 kg N/ha) en was de economisch optimale gift 125 kg stikstof per ha (standaardafwijking van 7 kg N/ha). Bij de hybriden wordt de hoogste korrelopbrengst gehaald bij een gift van 173 kg N/ha (standaardafwijking van 25 kg N/ha) en was de economisch optimale gift 152 kg stikstof per ha (standaardafwijking van 20 kg N/ha). De hoogste berekende korrelopbrengst wordt gehaald bij een N-bemesting die iets hoger is dan de hoogste N-trap in het onderzoek.

Uitgaande van een N_{min} van 20 kg N/ha in de betreffende veldproeven en de berekende economisch optimale N-gift bij de hybriden van 150 kg N/ha kan de adviesbemesting voor het totaal van basis- en bijbemesting geformuleerd worden als 170-N_{min}. Dit is 20 kg N/ha hoger dan het huidige advies dat gebaseerd is op onderzoek bij populatierassen.

13.3.3 C. Telen met toekomst

Uitgaande van het huidige N-advies en de voorgestelde forfaitaire hoeveelheid N-min in het voorjaar van 40 kg N per ha (WOG-rapport, Schröder et al., 2004) zou de Adviesgift voor winterrogge uitkomen op 110 kg N per ha. Op de 18 percelen met winterrogge die binnen het project "Telen met toekomst" werden gevolgd in de periode 2000 t/m 2003 is gemiddeld 140 kg N per ha gegeven (alles via kunstmest). Dit is 30 kg N per ha meer dan volgens de Adviesbasis. Op bijna 90% van de percelen werd een hogere bemesting gegeven dan volgens de Adviesbasis.

Tabel 13.6. **Resultaten van de N-bemesting aan winterrogge in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.**

Gewas	teeltwijze	Aantal			Gemiddelde aanvoer kg N/ha		N- gift Advies basis kg N/ha	% percelen overschrijding norm Adviesbasis Bemesting
		telers	jaren	per-celen	N-werkzaam, wettelijk	N-totaal		
winterrogge	normaal	2	4	18	141	141	110	89

13.3.4 D. Project Praktijkcijfers 2

Het aantal praktijkpercelen met winterrogge dat binnen het project Praktijkcijfers 2 is meegenomen was beperkt (9). De gemiddelde N-gift lag op deze percelen op ca. 115 kg N per ha, variërend van 85 tot 150 kg. Op bijna de helft van de percelen werd een hogere N-bemesting gegeven dan de het bemestingsadvies. Deze komt bij een veronderstelde Nmin-voorraad in het voorjaar van 40 kg N/ha uit op een gift van 110 kg N/ha.

Tabel 13.7. **Resultaten van de N-bemesting aan winterrogge in de periode 2000-2002 op praktijkbedrijven in het project Praktijkcijfers 2.**

Gewas	jaar	aantal		N-gift werkzaam	Gem. N-advies	% over-schrijding	Spreiding
		telers	percelen				
Rogge	2000	2	4	102	110	25	89-140
	2001	4	5	125	110	60	85-151

13.3.5 E. Agrifirm

Coöperatie Agrifirm levert het zaaizaad en de kunstmest, en neemt de oogst in, van het merendeel van de roggetelers in Nederland. Op basis van contacten met de telers en teeltregistratie over meerdere jaren geeft Agrifirm aan dat er gemiddeld 150 kg N per ha aan winterrogge wordt gegeven. Vooral de toename van het gebruik van (productievere) hybriderassen heeft tot een verhoging van de N-bemesting geleid t.o.v. wat in de Adviesbasis staat vermeld.

De door Agrifirm genoemde variatie in bemesting (130-170 kg N per ha) wordt veroorzaakt door verschillen in grondsoort (zand of dal) en ras (populatie-ras of hybrideras). Hybriderassen op zandgrond hebben de meeste stikstof nodig, terwijl een populatie-ras op dalgrond minder stikstof nodig heeft. Het merendeel van de roggeteelt in Nederland vindt plaats op zandgrond en de meeste telers kiezen voor een hybrideras.

13.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies winterrogge

13.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Uit de resultaten van proeven komt geen eenduidig beeld naar voren aangaande de optimale N-bemesting van winterrogge. Deze varieert van 80 kg N per ha tot meer dan 160 kg N per ha (dataset A en B); het betreft steeds gegeven hoeveelheden N per ha bij een onbekende N-min. De berekende economisch optimale N-gift bij hybriderassen is 27 kg N/ha hoger dan die van de populatierassen en

komt bij hybriderassen uit op een stikstofbemesting van 150 kg N/ha. Uitgaande van een N_{min} in het voorjaar in de betreffende proeven van 20 kg N/ha wordt dan de adviesgift 170-N_{min}. Dit is het totaal van basisbemesting en bijbemesting.

13.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten en informatie uit de praktijk

Uit de praktijkprojecten en informatie uit de praktijk blijkt dat telers meer bemesten dan de adviesgift volgens de Adviesbasis. De gegevens zijn niet eenduidig. De advisering door Agrifirm komt overeen met de gerealiseerde bemesting in Telen met toekomst (N-gift van 140 kg /ha). De gerealiseerde bemesting in Praktijkcijfers 2 komt wel overeen met het huidige advies. De vervanging van populatierassen door productievere hybriderassen gedurende de laatste 10-15 jaar is een mogelijke oorzaak voor deze N-giften boven het advies in de praktijk.

Uitgaande van een N_{min} van 20 kg N/ha hebben de telers in het project Telen met toekomst bemest volgens de formule 160-N_{min}.

13.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Voorgesteld wordt om het N-bemestingsadvies voor winterrogge te verhogen van 150-N_{min} naar 170-N_{min}. Dit is het totaal van basisbemesting (eerste bemesting) en bijbemesting. Voor de basisbemesting wordt een N-bemesting voorgesteld van 120-N_{min}.

NB:

De N_{min} in het voorjaar van percelen winterrogge is lager dan die van onbeteelde grond. Dit gegeven is van belang voor het vaststellen van de stikstofgebruiksnorm (zie bijlage 1).

13.5 Literatuur

Dijk, W. van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307.

Darwinkel, dr.ir. A. Teelttechnische aspecten bij rogge en triticale. Jaarboek 1989/1990 Afgesloten praktijkonderzoek. Uitgave PAGV december 1990; publicatienummer 54.

Postma, Ing. S. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Jaarboek 1993/1994 Afgesloten praktijkonderzoek akkerbouw. Uitgave PAGV november 1994; publicatienummer 73A.

Postma, ing. S. Sturen met stikstof. Acht ton rogge is goed haalbaar bij gedeelde kunstmestgift. Boerderij/Akkerbouw 78, no. 3 (2 februari 1993).

Postma, ing. S. teeltoptimalisatie rogge. In: Onderzoek 1991. Uitgave Stichting Interprovinciaal Onderzoekcentrum. december 1991; pag. 80-84.

Postma, ing. S. Stikstofbemesting en groeiregulatie in winterrogge. In: Onderzoek 1992. Uitgave Stichting Interprovinciaal Onderzoekcentrum. december 1992; pag. 83-85.

Postma, ing. S. Stikstofbemesting en groeiregulatie in winterrogge. In: Onderzoek 1993. Uitgave Stichting Interprovinciaal Onderzoekcentrum. december 1993; pag. 104-106.

Schröder, J.J. et al. (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. PRI-rapport nr. 79, 60 pp. + bijlagen.

Bijlage 1

Minerale bodem-N in voorjaar op begroeid en onbegroeid land

In veel N-bemestingsadviezen wordt rekening gehouden met de hoeveelheid minerale bodem-N voorafgaand aan de teelt. Bij de afleiding van de N-gebruiksnorm wordt uitgegaan van een forfaitaire hoeveelheid N_{min} van 20, 30 en 40 kg N per ha in respectievelijk de laag 0-30, 0-60 en 0-90 cm. Bij gewassen die al in de herfst worden gezaaid of geplant (bijvoorbeeld wintergraan en graszaad) is het land gedurende de winter in meer of mindere mate begroeid en is de N_{min} in het voorjaar mogelijk lager t.o.v. braak land als gevolg van N-opname door het gewas.

Proefresultaten

Een aanwijzing hiervoor kan worden verkregen uit N_{min}-metingen die zijn uitgevoerd in proeven waarbij zowel braakland als begroeid land naast elkaar lagen. Een tweetal proefseries is hiervoor bruikbaar. De eerste betreft een proef in Heino waarin de effecten van de wintergewassen (winterrogge en Italiaans raaigras) bij de teelt van snijmaïs zijn onderzocht. De tweede betreft de wisselbouwproef in Cranendonck waarin in het voorjaar zowel bouwland- als graslandveldjes naast elkaar lagen. De resultaten van de N_{min}-metingen zijn samengevat in tabel 1. Het betreft gemiddelde waarden van alle N-trappen en proefjaren (18 waarnemingen in Heino en 20 waarnemingen in Cranendonck).

In de wintergewassenproef bleek de hoeveelheid N_{min} in de begroeide objecten circa 15-40% (absoluut circa 5-10 kg en 15-20 kg N per ha in respectievelijk de laag 0-30 en 0-60 cm) lager te zijn dan in de braakobjecten. In de wisselbouwproef was de N_{min} op grasland circa 65% (absoluut circa 15 en 20 kg N per ha in de laag 0-30 en 0-60 cm) lager in vergelijking met het N_{min}-gehalte van onbegroeid bouwland.

Vertaling naar de praktijk

In de praktijk wordt wintergraan in het algemeen later (vanaf half oktober) gezaaid dan de wintergewassen in de proef in Heino. Daardoor zal de ontwikkeling zwakker zijn waardoor de effecten op de N_{min} in het voorjaar waarschijnlijk gering zullen zijn.

Het inzaaitijdstip van *eerstejaars* graszaad komt wel redelijk overeen met die van de wintergewassen in de proeven (tweede helft september). Wel zal in veel gevallen de ontwikkeling minder sterk zijn dan die van het in de wintergewassenproef gebruikte Italiaans raaigras. Laatstgenoemde soort kenmerkt zich door een sterkere ontwikkeling dan de andere soorten en wordt vanwege die reden ook gebruikt als wintergewas na een laatriumend gewas als maïs. Bij *overjarige* graszaadgewassen staat er in de winter veel meer gewas en wordt de graslandsituatie waarschijnlijk meer benaderd.

Tabel 1, behorend bij bijlage 1. **Hoeveelheid minerale bodem-N (kg N per ha) in het voorjaar bij onbeteelde en beteelde objecten in de wintergewassenproef in Heino en de wisselbouwproef in Cranendonck.**

Bron	Objecten	Minerale bodem-N (kg/ha)	
		0-30	0-60
Wintergewassenproef, Heino (1989-1993)	Braak	24	44
	Winterrogge	20	31
	Italiaans raaigras	16	26
Wisselbouwproef, Cranendonck (1989-1994)	Bouwland	20	34
	Grasland	7	13

Literatuur behorend bij bijlage 1

Dijk, W. van, T. Baan Hofman, K. Nijssen, H. Everts, A.P. Wouters, J.G. Lamers, J. Alblas & J. van Bezooijen (1996). Effecten van maïs-gras vruchtwisseling. Proefstation voor de Akkerbouw en de

Groenteteelt in de Vollegrond, verslag nr 217, Lelystad, 140 pp.

Dijk, W. van, J.J. Schröder, L. ten Holte & W.J.M. de Groot (1995). Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Verslag van onderzoek op ROC Aver Heino tussen voorjaar 1991 en najaar 1994. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, verslag nr 201, Lelystad, 97 pp.

Schröder, J.J., L. ten Holte, W. van Dijk, W.J.M. de Groot, W.A. de Boer & E.J. Jansen (1992). Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, verslag nr 148, Lelystad, 105 pp.

Bijlage 2

Overzicht van de voorgestelde N-bemestingsadviezen en de mogelijke stikstofgebruiksnorm op basis van deze voorstellen

gewas	Teelt	advies gift vanuit de datasets kg N/ha	geschatte Nmin in de datasets kg N/ha	adviesformule incl. bijbemesting voorstel kg N/ha	bewortelings diepte cm	Nmin in project rapport kg N/ha	forfaitaire Nmin kg N/ha	gebruiksnorm op basis van nieuw advies kg N/ha
aardbei	Productie	165	20	185-Nmin	30	20	20	165
andijvie	< 15 mei			210-1,4*Nmin	30	-	20	182
	> 15 mei 1-ste teelt			160-1,4*Nmin	30	-	30**	118
asperge	1e-jaar			80-Nmin	90	-	35	45
	2-de en 3-de jaar			125-Nmin	90	-	35	90
	latere jaren			100-Nmin	90	-	35	65
	Opkweek				220	nvt	-	nvt
bloemkool	Overige teelten			240-Nmin	60	30	30	210
	winterteelt zeer vroeg			augustus 100-Nmin	60			***
				oktober 75-Nmin	60			***
				januari 100-Nmin	60			***
	winterteelt overig			augustus 100-Nmin	60			***
			februari 150-Nmin	60			***	
Graszaad	Engels raaigras			195-Nmin	90	25	30*	165
kropsla	< 15 mei			210-1,4*Nmin	30		20	182
	> 15 mei 1-ste teelt			160-1,4*Nmin	30		30**	118
ijssla	< 15 mei			210-1,4*Nmin	30		20	182
	> 15 mei			165-Nmin	30		30**	135
	1-ste teelt							
peen	winter- en waspeen			140-Nmin	60		30	110
	Bospeen			100-Nmin	60		30	70
prei				280-Nmin	60	55	55	225
schorseneer				150+ (facultatief 30)	nvt		nvt	150+30
sluitkool	Wittekool			350-Nmin	60		30	320
	Rodekool			300-Nmin	60		30	270
	savooiekool			300-Nmin	60		30	270
	Spitskool zomer/herfst			300-Nmin	60		30	270
	Spitskool winter			350-Nmin	60		30	320
spruitkool	stevig ras-kleigrond			320-Nmin	60		30	290
winterrogge		140	20	170-Nmin	90	20	30*	140

* Vanwege de (beperkte) N-opname in de winterperiode wordt bij graszaad en winterrogge een iets lagere Nmin-voorjaar aangehouden dan op open bouwland. Bij deze gewassen is nu aangesloten bij de forfaitaire Nmin van de laag 0-60 cm van die van andere gewassen. De bewortelingsdiepte van graszaad en van winterrogge is daarentegen 90 cm.

** Bij andijvie, kropsla en ijssla is bij de planting na 15 mei uitgegaan van een eerste teelt.

*** Bij winterbloemkool zijn geen Nmin-waarden weergegeven voor de tussentijdse bemonsteringen.