

4 Het stikstofleverend vermogen (NLV) van veengronden

Hugo van der Meer¹⁾, Jantine van Middelkoop²⁾ en Willem de Visser¹⁾

¹⁾ Plant Research International (PRI)

²⁾ Praktijkonderzoek Animal Sciences Group

4.1 Inleiding

Graslandgronden in Nederland bevatten in het algemeen veel organische stikstof (N). Een deel hiervan komt jaarlijks door mineralisatie beschikbaar voor de vegetatie. Anderzijds wordt de voorraad organische N in de bodem door landbouwkundige activiteiten aangevuld, met name door toevoegingen van gewas- en wortelresten en organische mest (Whitehead, 1986; Neeteson *et al.*, 1991; Hassink, 1995). Door een min of meer constant graslandgebruik ontstaat er een evenwicht waarbij de jaarlijkse toevoeging van organische N aan de voorraad in de bodem gelijk is aan de mineralisatie. De hoogte van de mineralisatie in grasland wordt in het bemestingsadvies verwerkt in het N-leverend vermogen (NLV) van de grond. Het NLV is de hoeveelheid N die in het gras wordt geoogst op een niet met N bemest veld. Het N-leverend vermogen van minerale gronden is afhankelijk van het verschil in de actuele N-voorraad en de N-voorraad bij evenwicht (Hassink, 1995).

Voor veengronden geldt dat de N-voorraad in de bodem veel groter is dan in de evenwichtssituatie. De organische N in veengronden is niet alleen afkomstig van betrekkelijk recente landbouwkundige activiteiten, maar is ook bestanddeel van de oude organische stof die in de loop der eeuwen door de speciale omstandigheden op deze locaties is geaccumuleerd. Na ontwatering en ontginning van veengronden is de N-mineralisatie dan ook veel hoger dan er via gewasresten en organische mest naar de bodem wordt teruggebracht. Deze extra mineralisatie is afkomstig van blootstelling van oude organische stof aan zuurstof/lucht en is o.a. afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof die in de bodem door kan dringen. De beluchting van een bodem is weer afhankelijk van de hoeveelheid water in die bodem en daarmee van het grondwaterpeil.

In het nieuwe stelsel van gebruiksnormen voor N, dat op het moment wordt voorbereid, is het de bedoeling om rekening te houden met de extra N-mineralisatie van veengronden omdat anders de belasting van het grond- en/of oppervlaktewater te groot wordt. Hiervoor is het dus noodzakelijk een schatting te maken van de extra hoeveelheid N die veengronden leveren in vergelijking met de zogenaamde minerale gronden. Omdat er in de veenweidegebieden verschillende slootwaterpeilen voorkomen, is het ook gewenst de invloed van ontwatering op het NLV mee te nemen. Verder zou het type veen en een eventueel klei- of zanddek van invloed op de N-levering kunnen zijn. Om een benadering van deze N-levering te geven, zijn de resultaten van de objecten zonder N-bemesting in veldproeven op veengrond

verzameld en is nagegaan welke invloed de grondwaterstand hierop had. Tevens is gezocht naar de invloed van het type veen en de aanwezigheid van een klei- of zanddek.

4.2 Geraadpleegde bronnen

Voor dit onderzoek naar het NLV van veengronden zijn bij Plant Research International (PRI) en Praktijkonderzoek Animal Sciences Group oude en recente publicaties en databestanden geraadpleegd. Daarbij bleek dat er vooral veel relevante informatie is uit de periode 1946-1980. In die periode is veel onderzoek uitgevoerd naar de productiviteit van de belangrijkste graslandtypen onder verschillende omstandigheden en naar de effecten van verschillende productiefactoren op de grasopbrengst en -kwaliteit. Verder is er na 1990 op en in de omgeving van de Proefboerderij Zegveld onderzoek uitgevoerd dat vooral gericht was op verfijning van het N-advies: het Systeem van Aangepaste N-bemesting per Snede (SANS).

Onderzoek in de periode 1946-1980

1. PAW 970, omvangrijke onderzoek naar effecten N-gift op graslandopbrengst, met o.a. 15 proefvelden gedurende 10 jaar (1964-1973) op veen in Zuid-Holland en klei-op-veen in Zuid-Holland en Friesland. Bronnen: de Boer, 1966; Jagtenberg & de Boer, 1967; van Steenbergen, 1977; van Steenbergen, 1978; van Steenbergen, 1979; van der Meer, 1982; database PRI-Agrosysteemkunde. Informatie goed toegankelijk.
2. CI 203, omvangrijk onderzoek naar de productiviteit van graslandtypen, met o.a. 10 proefvelden gedurende 18 jaar (1946-1963) op veen in Groningen/Friesland/Drenthe en Zuid-Holland. Bronnen: Jagtenberg, 1961; Kop, 1961; Jagtenberg, 1962; Jagtenberg, 1963; van Steenbergen, 1967; van Steenbergen, 1969; database PRI-Agrosysteemkunde. Informatie over werkwijze en opbrengsten vrij moeilijk toegankelijk.
3. Onderzoek naar de nawerking van N-bemestingsniveaus op veen. Bron: Bosch & te Velde, 1958.
4. Onderzoek naar effecten van ontwatering van veengrasland. Bronnen: Boxem & Leusink, 1978; Schothorst, 1977; Hassink, 1995.
5. Onderzoek naar effecten van diepe grondbewerking op droogtegevoelige veenweidegronden. Bronnen: Schothorst & Hettinga, 1980; Luten & Schothorst, 1983.

Onderzoek na 1990

1. Systeem van Aangepaste N-bemesting per Snede (SANS, 1992-1996): proeven op het proefbedrijf Zegveld (bosveen, Gt II en Gt III) en praktijkbedrijven op veengrond (type veen onbekend, vermoedelijk bosveen, Gt II en III). Bronnen: Hofstede et al, 1995; Hofstede, 1995 a, b, ongepubliceerde data Praktijkonderzoek ASG.
2. Groeiverloopproof (2002 en 2003): 2 proefvelden op het proefbedrijf Zegveld (bosveen, Gt II en Gt III). Bron: ongepubliceerde data Praktijkonderzoek ASG

3. Nawerkingsproef (1991): 2 proefvelden op Zegveld (bosveen, Gt II en Gt III). Bron: database Praktijkonderzoek ASG
4. NP-maaiproef (1998-2003): proefveld op Zegveld (bosveen, Gt II). Bron: ongepubliceerde data Praktijkonderzoek ASG.

In genoemde proeven waren objecten zonder N-bemesting opgenomen. De meeste proefvelden lagen op percelen die in het voorafgaande jaar voor wat betreft graslandgebruik en bemesting in de normale bedrijfsvoering opgenomen waren. Er zijn ook resultaten beschikbaar van proefvelden op beheersgrasland op veengrond. Deze zijn hier echter buiten beschouwing gelaten.

4.3 Resultaten

4.3.1 Onderzoek in de periode 1946-1980

PAW 970

Dit onderzoek is uitgevoerd in de periode 1964-1973 op 8 combinaties van grondsoort en vochttoestand (de Boer, 1966; Jagtenberg & de Boer, 1967; van Steenberg, 1977). Doel van deze proefveldenserie was het effect te onderzoeken van de N-gift op de opbrengst en kwaliteit van gras in belangrijke graslandgebieden van het land. Voor het huidige onderzoek naar de NLV's van veengronden zijn de volgende combinaties van grondsoort en vochttoestand van belang: (a) goed ontwaterd veen in Zuid-Holland, (b) nat veen in Zuid-Holland, (c) goed ontwaterd klei-op-veen in Zuid-Holland, (d) nat klei-op-veen in Zuid-Holland, en (e) wisselend vochtig klei-op-veen in Friesland. De vochttoestand van de geselecteerde locaties is in eerste instantie vastgesteld op basis van de botanische samenstelling van het grasland (vochtindicatoren). Per combinatie van grondsoort en vochttoestand werden 3 proefvelden aangelegd met N-trappen van 0, 100, 200, 300, 400 en 500 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Deze proefvelden lagen op goede graslandpercelen op praktijkbedrijven. Om te voorkomen dat door de combinatie van maaien en hoge N-giften de zodekwaliteit te veel achteruit zou gaan, roteerde het proefveld binnen het gekozen perceel. Daartoe werden binnen het perceel 5 sub-velden uitgezet die om de beurt een jaar voor het onderzoek werden gebruikt. In het zesde jaar werd dus weer hetzelfde sub-veld gebruikt als in het eerste. De niet-gebruikte sub-velden werden door het bedrijf gebruikt en kregen het graslandbeheer zoals dat op het bedrijf gebruikelijk was (bemesting met dierlijke mest en kunstmest, graslandgebruik). De N-trappen werden dus elk jaar op een sub-perceel aangelegd waar mogelijk enige nawerking van het beheer in de voorgaande jaren was. Op het proefveld werd bij de lage N-niveaus de eerste snede bij 3000-4000 kg drogestof ha⁻¹ geoogst en de volgende sneden bij ongeveer 1700 kg drogestof ha⁻¹. Er werd dus 'op stadium' geoogst.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de N-opbrengsten in het geoogste gras op de objecten die niet met N werden bemest. Op deze objecten is jaarlijks de botanische samenstelling bepaald (drooggewichtspercentages), in de eerste 5 jaar in de eerste snede en daarna in een snede die in de zomer werd geoogst. Met name in de zomer

was er vaak een klein aandeel vlinderbloemigen in de opbrengst. Dit was meestal witte klaver (*Trifolium repens* L.), maar soms ook rode klaver (*Trifolium pratense* L.) en rolklaver (*Lotus corniculatus* L.). Op de meeste proefvelden was het gemiddelde aandeel vlinderbloemigen in de drogestofopbrengst van de onbemeste veldjes < 3%; alleen op de velden 12 en 22 was het gemiddeld 6%. In Tabel 1 zijn de NLV-waarden in de laatste kolom gecorrigeerd voor de biologische N-binding door deze vlinderbloemigen. Dit is gedaan door de gemiddelde drogestofopbrengst van deze soorten uit te rekenen (uit het rekenkundig gemiddelde van de drooggewichtspercentages en de gemiddelde jaaropbrengst aan drogestof) en aan te nemen dat 100 kg drogestof van deze vlinderbloemigen 5 kg N bijdraagt aan de N-opbrengst. Dit is iets minder dan vaak voor witte klaver wordt gerapporteerd (Ennik, 1982; van der Meer & Baan Hofman, 1989), maar daarmee wordt rekening gehouden met het kleine aandeel andere vlinderbloemige soorten. Tevens is het mogelijk dat de N-binding op deze in het algemeen zure gronden (pH-KCl 4,3-5,1) door het ontbreken van effectieve stammen van *Rhizobium trifolii* minder is dan op gronden met een hogere pH waar onderzoek met vlinderbloemigen meestal wordt uitgevoerd.

Tabel 4.1. NLV's van grasland op veen en klei-op-veen in de periode 1964-1973. Gemiddeld over 10 jaar, met de laagste en hoogste waarden in die periode en gecorrigeerde waarden voor de bijdrage van vlinderbloemigen. Gegevens PAW 970 (van Steenbergen, 1977; database PRI-Agrosysteemkunde)

Grondsoort	Vochttoestand ¹⁾	Proefveld	NLV (kg ha ⁻¹ jaar ⁻¹)		
			gemiddeld	range	gecorrigeerd ⁴⁾
Veen (ZH)	goed ontwaterd	1	295	155-443	289
		2	307	254-379	302
		3	283	152-389	281
Veen (ZH)	nat	4	185	90-253	176
		5	253	186-330	238
		6	204	146-267	192
Klei-op-veen (ZH)	goed ontwaterd	7/25 ²⁾	231	178-290	226
		8	228	186-262	214
		9	228	181-326	216
Klei-op-veen (ZH)	nat	10	230	200-314	221
		11	192	117-275	181
		12	244	134-373	216
Klei-op-veen (Fr)	wisselend	22	292	200-445	260
		23 ³⁾	265	146-352	262
		24	229	150-301	220

¹⁾ bij de selectie van de locaties beoordeeld op basis van de botanische samenstelling; tijdens het onderzoek bevestigd door grondwaterstandsmetingen; ²⁾ na 2 jaar naar locatie 25 'verhuisd'; ³⁾ alleen in de jaren 1964-1968; ⁴⁾ gecorrigeerd voor biologische N-binding door vlinderbloemigen (zie tekst)

Het NLV van goed ontwaterd veen in Zuid-Holland was duidelijk hoger dan dat van nat veen (tabel 4.1). Bij klei-op-veen in Zuid-Holland was er geen duidelijk effect van de ontwateringstoestand op de NLV-waarde, ondanks het feit dat er zowel in het voorjaar als in de zomer duidelijke verschillen in grondwaterstand tussen de goed ontwaterde en de natte locaties waren. De NLV-waarden van klei-op-veen in Friesland waren wat hoger dan die in Zuid-Holland. Deze gronden nemen wat

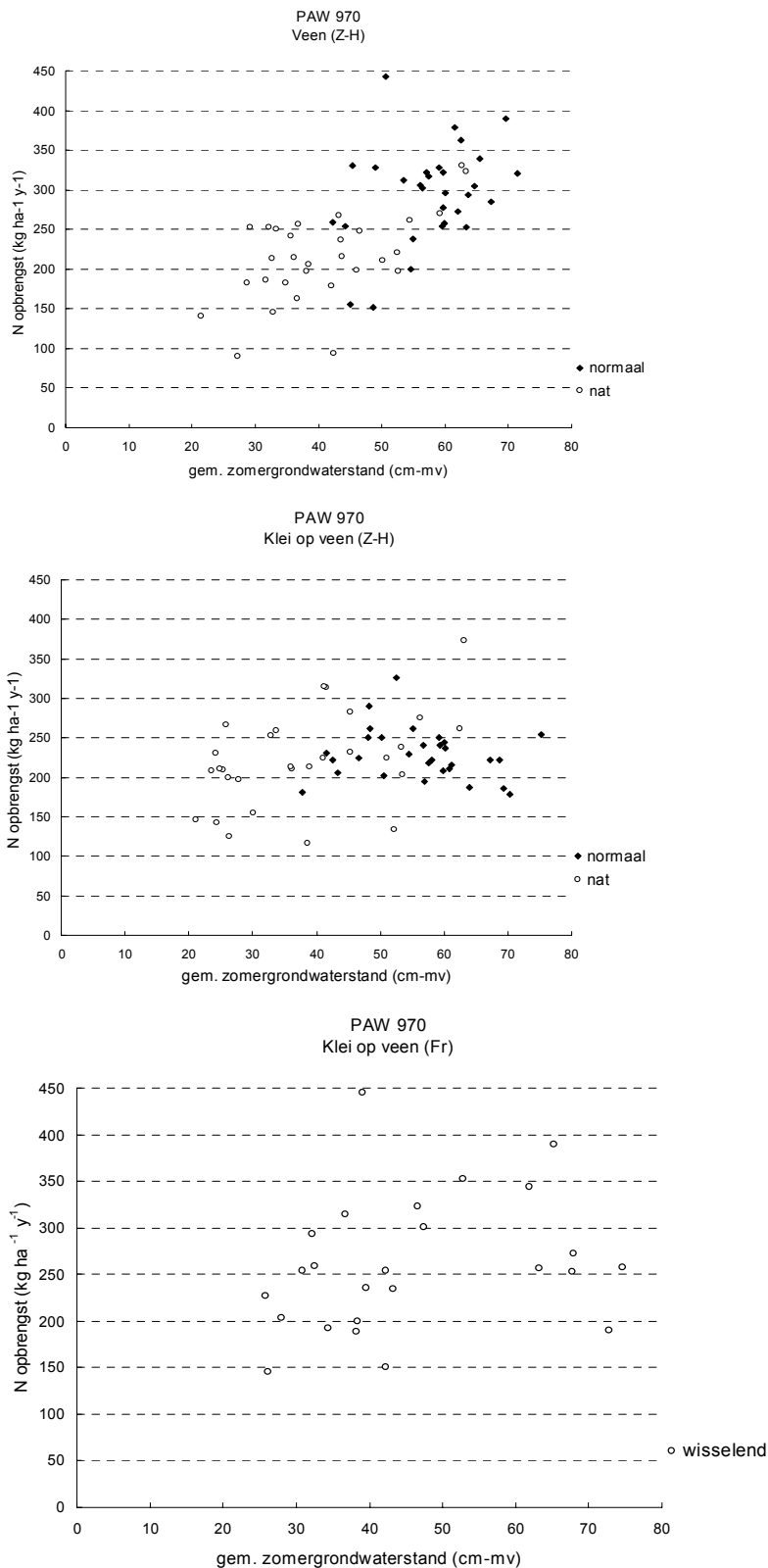
betreft ontwatering een middenpositie in tussen nat en goed ontwaterd (van Steenberg, 1977). Op de meeste locaties waren er grote verschillen tussen jaren (zie de minimum- en maximum-waarden in tabel 4.1). Die verschillen gaan duidelijk samen met verschillen in neerslag in de maanden april t/m augustus. In tabel 4.2 zijn de NLV-waarden voor de verschillende combinaties van grondsoort en ontwateringstoestand gegeven in afhankelijkheid van de hoeveelheid neerslag in april t/m augustus (gemeten op een weerstation in de buurt van het proefveld).

Tabel 4.2. Invloed van de hoeveelheid neerslag in april t/m augustus op het NLV van de 5 combinaties van grondsoort en ontwateringstoestand in PAW 970. NLV in kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (gemiddelden van de 3 proefvelden in de betreffende jaren). Indeling van de jaren op basis van Van der Meer, 1982

Proefvelden	Grondsoort en ontwateringstoestand	Hoeveelheid neerslag in de periode 1/4-31/8		
		zeer veel	vrij veel	vrij weinig
1-3	goed ontwaterd veen	234	337	283
4-6	nat veen	165	234	225
7-9	goed ontwaterd klei-op-veen	220	254	213
10-12	nat klei-op-veen	190	219	233
22-24	klei-op-veen (Fr.)	200	309	260

Uit tabel 4.2 blijkt dat voor alle combinaties van grondsoort en ontwateringstoestand het NLV het laagst was in de jaren met veel neerslag in de periode tussen 1 april en 31 augustus (1965 en 1966, met gemiddeld ongeveer 510 mm in die periode). In de meeste gevallen waren de NLV-waarden het hoogst in de jaren met een iets meer dan gemiddelde hoeveelheid neerslag in de betreffende periode (1968, 1969 en 1972, met gemiddeld 420 mm). In de vrij droge jaren (1964, 1967, 1970 en, 1971, met gemiddeld 290 mm in de betreffende periode), was het NLV op de goed ontwaterde gronden wat lager dan in de gemiddelde jaren en op de natte gronden ongeveer gelijk of iets hoger. Blijkbaar is in droge jaren de N-mineralisatie op goed ontwaterde veengronden geremd door vochtgebrek. (NB. In De Bilt was in de laatste 40 jaar de gemiddelde hoeveelheid neerslag tussen 1 april en 31 augustus ongeveer 310 mm; dus de periode 1964-1973 was aanzienlijk natter dan gemiddeld. Hierdoor was het NLV van de natte gronden in deze periode waarschijnlijk lager dan normaal).

In figuur 4.1 zijn de NLV-waarden, die op de verschillende proefvelden in PAW 970 zijn bepaald, uitgezet tegen de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (16 mei tot 31 augustus).



Figuur 4.1. Verband tussen de gemiddelde grondwaterstand in de zomer en het NLV op veen in Zuid-Holland (6 proefvelden), klei-op-veen in Zuid-Holland (6 proefvelden) en klei-op-veen in Friesland (3 proefvelden) in de periode 1964-1973. De dichte symbolen zijn de goed ontwaterde proefvelden, de open symbolen de natte (Zuid-Holland) of de wisselend vochtige (Friesland). Bron: database PRI-Agrostystemkunde

Uit figuur 4.1 blijkt dat het NLV op goed ontwaterd en nat veen meestal hoger was naarmate de gemiddelde grondwaterstand in de zomer dieper was. Dat geldt bij vergelijking van natte en goed ontwaterde locaties (resp. open en dichte symbolen), maar ook voor individuele locaties onder invloed van de weersomstandigheden (figuren niet opgenomen). Het voorgaande geldt niet voor klei-op-veen in Zuid-Holland. Hier was geen duidelijk effect van de ontwateringstoestand op het NLV (vergelijk open en dichte symbolen). Op de natte locaties was het NLV in het algemeen iets hoger en op de goed ontwaterde locaties iets lager naarmate de gemiddelde grondwaterstand in de zomer lager was. Op klei-op-veen in Friesland was geen duidelijk effect van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer.

In tabel 4.3 wordt enige bodemkundige informatie van de proefvelden in Zuid-Holland gegeven. Deze is afkomstig uit een intern rapport van Van Wallenburg & Domhof van de voormalige Stichting voor de Stiboka (Bodemkundige omschrijving van de N-proefvelden uit de PAW-serie 970, ongepubliceerd, 1974).

Tabel 4.3. Bodemkundige informatie van de PAW-proefvelden in Zuid-Holland; nummers komen overeen met die in Tabel 1

Proefveld	Bodemkundig ¹⁾ ; code	GHW/GL W ²⁾	Opmerkingen ³⁾
1	Koopveen; hVb-II	30/65 cm	goed veraard kleiig-veen tot venige klei (25 cm) op broekig veen
2	Koopveen met toemaakdek; ohVb-II	35/70 cm	goed veraarde venige-klei (30 cm) op broekig-zeggeveen
3	Weideveen met toemaakdek; ohVb-II	26/70 cm	goed veraarde venige-klei (35 cm) op broekig-zeggeveen
4	Koopveen; hVc-II	10/50 cm	veraard kleiig-veen (15 cm) op zeggeveen
5	Koopveen met toemaakdek; ohVb-II	8/65 cm	veraarde venige klei (20 cm) op kleiig broekveen, al dan niet met tussenlaagje grijze, humusrijke zware klei
6	Koopveen; ?	9/50 cm	veraard kleiig-veen (28 cm) op weinig gestructureerd kleiig-veen tot veen
25	Weideveen; kVk-II	25/75 cm	humusrijke klei (35 cm) op bosveen
8	Weideveen; kVb-II	32/70 cm	humusrijke, zware, stugge klei (35 cm) op bosveen; perceel is waarschijnlijk ooit bouwland geweest
9	Waardveen; Rv01C-II	27/67 cm	humusrijke tot humeuze zware klei (35-40 cm) op veen die overgaat in grijze 'half gerijpte' klei
10	Weideveen; pVb-II	9/54 cm	humusrijke tot venige klei (30 cm) op broekveen
11	Weideveen; kVk-II	14/54 cm	humusrijke zware klei (25 cm) op bosveen
12	Waardveen; kVb-II	13/58 cm	humusrijke zware klei (25-35 cm) op broekig veen

¹⁾ bodemkundige benaming volgens het bodemclassificatiesysteem van Stiboka (1966); ²⁾ gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand, bepaald door in de periode 1964-1971 jaarlijks een gemiddelde van de hoogste en laagste gemeten grondwaterstanden vast te stellen; ³⁾ uit notitie van C. van Wallenburg & J. Domhof, Stiboka, 1974

CI 203

In de periode tussen 1945 en 1980 is veel onderzoek uitgevoerd naar de productiviteit van grasland in de belangrijkste graslandgebieden. De grote proefveldenserie CI 203 had ten doel om informatie te verzamelen over de productiviteit van verschillende typen grasland, zoals die toen voorkwamen onder invloed van standplaatsfactoren als grondsoort, ontwatering en vochtvoorziening, bodemvruchtbaarheid en graslandgebruik (Jagtenberg, 1961; Kop, 1961; Jagtenberg, 1962; Jagtenberg, 1963; van Steenberg, 1967; van Steenberg, 1969). In dit onderzoek is op een groot aantal locaties, waaronder 10 op veen, in de jaren 1945-1963 de graslandopbrengst bepaald. De opbrengstbepaling vond steeds plaats op een deel van het uitgekozen perceel dat in de voorgaande jaren normaal binnen het bedrijf werd gebruikt (bemesting, graslandgebruik). De opbrengst werd standaard bepaald bij een bemesting van 60 kg P₂O₅, 120 kg K₂O en 70 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (30 kg ha⁻¹ op de eerste snede en 10 kg ha⁻¹ op de sneden 2, 3, 4 en 5). De opbrengst werd in de eerste jaren bepaald op een afgerasterd stuk van 1 are en later onder 4 kooien van 4,20 m x 1,20 m per perceel (Jagtenberg, 1961). In dit onderzoek werden dus geen graslandopbrengsten bepaald op objecten die niet met N waren bemest. Daarom zijn de bepaalde N-opbrengsten gecorrigeerd voor de gegeven N (tabel 4.4). Hierbij is aangenomen dat op de natte locaties 30% van de gegeven N in het gras werd geoogst en op de vrij goed ontwaterde locaties 50% (van der Meer & van Uum-van Lohuyzen, 1986). Nat waren de locaties 106, 116, 147, 154, 261, 281 en vrij goed ontwaterd de locaties 239, 244, 264 en 296 (Kop, 1961). Deze indeling is waarschijnlijk op basis van de botanische samenstelling van het grasland gemaakt. Op basis van de gemiddelde zomergrondwaterstand zijn de locaties 106, 116, 147, 154 en 281 nat (resp. 46, 18, 45, 39 en 48 cm beneden maaiveld) en de locaties 239, 244, 261, 264 en 296 vrij goed ontwaterd (resp. 65, 68, 60, 62 en 87 cm beneden maaiveld). Ook op deze proefvelden kwamen kleine hoeveelheden vlinderbloemigen voor. Dit was meestal witte klaver, met soms kleinere hoeveelheden rode klaver, moerasrolklaver (*Lotus uliginosus* Schk.), vogelwikke (*Vicia cracca* L.) en moeraslathyrus (*Lathyrus paluster* L.). Evenals voor PAW 970 is hier uitgegaan van een bijdrage van de vlinderbloemigen aan de N-opbrengst van 5 kg N per 100 kg drogestof. Op de meeste locaties was het aandeel vlinderbloemigen in de drogestofopbrengst gemiddeld < 3%; alleen op de locaties 116 en 296 was het gemiddeld ongeveer 9%.

Tabel 4.4. NLV-waarden van grasland op 10 veengronden in de proefveldenserie CI 203

Veld	Regio ¹⁾	Bodem-code ²⁾	NLV (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹)			
			gemiddeld	range	gecorrigeerd ³⁾	gecorrigeerd ⁴⁾
106	GFD	pVc-II	278	222-382	257	242
116	GFD	pVc-II	216	168-291	195	159
147	GFD	?	248	176-432	227	225
154	GFD	?	237	184-403	216	207
239	ZH	ohVb-II	320	226-432	285	270
244	ZH	pVb-II	318	190-397	283	276
261	ZH	pVb-II	285	227-344	264	258
264	ZH	kVr-II	271	179-405	236	230
281	ZH	pVb-II	288	186-366	267	254
296	ZH	?	269	147-341	234	192

¹⁾ GFD: Groningen, Friesland, Drente; ZH: Zuid-Holland; ²⁾ vastgesteld door Alterra, op basis van de door PRI verstrekte coördinaten; II is de grondwatertrap³⁾ gecorrigeerd voor de N-gift van 70 kg ha⁻¹ jaar⁻¹; ⁴⁾ gecorrigeerd voor de N-binding door de vlinderbloemigen (zie tekst)

De gecorrigeerde NLV-waarden (laatste kolom tabel 4.4) zijn voor de ontwaterde veengronden in CI 203 iets lager dan in PAW 970 (laatste kolom tabel 4.1). Voor de natte gronden zijn er geen duidelijke verschillen.

Na-effect van N-niveaus

Doel van dit onderzoek was de nawerking te bepalen van N-bemestingsniveaus in voorgaande jaren (Bosch & te Velde, 1958). Daartoe werden in 1950 t/m 1955 de NLV-waarden bepaald op een object met een geringe N-gift (A: 50-60 kg ha⁻¹ jaar⁻¹) in 1947-1949 en op een object met een matige N-gift (B: 200 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ als KAS en C: idem als chilisalpeter). Dit leverde de volgende resultaten op:

NLV object A: 291 (range: 222-382) kg N ha⁻¹ jaar⁻¹

NLV object B: 279 (range: 191-342) kg N ha⁻¹ jaar⁻¹

NLV object C: 289 (range: 241-343) kg N ha⁻¹ jaar⁻¹

Er was dus op deze veengrond geen effect van het N-niveau in de voorgaande jaren. Dat is een belangrijk gegeven omdat in de proefveldenseries PAW 970 en CI 203 het NLV steeds werd bepaald op praktijkpercelen die in voorgaande jaren door het betreffende bedrijf waren beheerd en dus ook wat betreft N-niveau een verschillende voorbehandeling hadden gehad.

Effecten van ontwatering

Doel van dit onderzoek was het vergelijken van de bruto- en netto-productie en aspecten als bereikbaarheid/draagkracht van grasland op veengrond bij een normaal en verlaagd slootwaterpeil. Het is uitgevoerd onder praktijkomstandigheden op de Proefboerderij Zegveld (Boxem & Leusink, 1978). De slootpeilen en verdere voorzieningen zijn aangelegd in het winterhalfjaar 1968/1969 en waren ongeveer 25 en 75 cm beneden maaiveld. Het NLV bij deze slootwaterpeilen is in de jaren 1970-1975 op maaiproefvelden bepaald (tabel 4.5). In dit grasland kwamen geen vlinderbloemigen voor (Boxem & Leusink, 1978).

Tabel 4.5. Invloed van het slootwaterpeil op het NLV en de gemiddelde zomergrondwaterstand (16 mei t/m 31 augustus) van grasland op de Proefboerderij Zegveld. De NLV-waarden zijn berekend uit afgeronde ruw-eivutopbrengsten; de gemiddelde zomergrondwaterstanden uit wekelijkse metingen

jaar	NLV (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹)		Zomergrondwaterstand (cm –mv)	
	verlaagd peil	normaal peil	verlaagd peil	normaal peil
1970	416	352	78	66
1971	400	352	77	62
1972	528	272	61	40
1973	400	336	82	62
1974	400	352	83	58
1975	400	288	83	58
Gemiddeld	424	325	77	58

Uit tabel 4.5 blijkt dat het object met het slootpeil van 25 cm beneden maaiveld in de meeste jaren toch vrij lage gemiddelde grondwaterstanden in de zomer had (vergelijk met veen in figuur 4.1). Uitzondering was 1972, het enige jaar in deze periode met een vrij natte zomer. Verder valt op dat het grote verschil in slootwaterpeil maar een betrekkelijk klein verschil in gemiddelde zomergrondwaterstand teweeg bracht. Dat lijkt echter in de loop der jaren wat groter te worden. De verlaging van het slootwaterpeil verhoogde het NLV gemiddeld met ongeveer 100 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹, dat is ongeveer 50 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ per 10 cm verlaging van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (tabel 4.5). Opmerkelijk is dat bij het verlaagde slootpeil de hoogste N-opbrengst werd gemeten in het jaar met de hoogste gemiddelde zomergrondwaterstand (1972, vrij natte zomer). Bij het normale peil was dit het geval bij de diepste gemiddelde zomergrondwaterstand. Dit komt overeen met de informatie in tabel 4.2.

Schothorst (1977) heeft resultaten van bovengenoemd onderzoek op de Proefboerderij Zegveld en van vergelijkbaar onderzoek te Bleskensgraaf en Hoenkoop gebruikt in een analyse van de effecten van verlaging van het slootpeil op de inklinking van veengronden. Daarbij vond hij voor de aanwezige slootpeilen, die varieerden van 20-100 cm beneden maaiveld, een vrij goed lineair verband tussen de diepte van het slootpeil en het NLV op het aangrenzende grasland. Hij stelde dit verband vast op basis van de resultaten van 1970 t/m 1974 te Zegveld en 1973 en 1974 te Bleskensgraaf en Hoenkoop. Hassink (1995) heeft deze resultaten en die van enkele andere proefvelden gebruikt in zijn studie naar het N-leverend vermogen van veengronden onder invloed van de ontwateringstoestand. Hij kwam hierbij tot de volgende relatie:

$$\text{NLV} = 188,8 + 3,1 * \text{gemiddeld laagste grondwaterstand (cm –mv)} \quad (1)$$

Bij deze formule is echter niet aangegeven wat met het begrip ‘gemiddeld laagste grondwaterstand’ wordt bedoeld. In de bodemkunde wordt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) berekend door jaarlijks het gemiddelde van de 3 laagste grondwaterstanden (LG3) uit halfmaandelijke waarnemingen vast te stellen en dan over tenminste 8 jaar het gemiddelde van die LG3's te berekenen (ten Cate et al., 1995). Vergelijking van de publicaties van Hassink (1995) en Schothorst (1977) leert echter dat Hassink voor de resultaten van het onderzoek te Zegveld, Bleskensgraaf

en Hoenkoop de ‘gemiddeld laagste grondwaterstand’ gelijk gesteld heeft aan het slootpeil. Uit de gedetailleerde grondwaterstandsgegevens van het onderzoek op de Proefboerderij Zegveld (Boxem & Leusink, 1978), blijkt dat deze aanname onjuist is. Bij het slootpeil van 25 cm beneden maaiveld was de LG3 (gemiddelde van de 3 laagste halfmaandelijke grondwaterstanden in het hydrologisch jaar april t/m maart) in 1970 t/m 1974 gemiddeld ongeveer 40 cm lager dan het slootpeil en bij het slootpeil van 75 cm beneden maaiveld ongeveer 12,5 cm. Vooral bij het hoge slootpeil week de gemiddelde laagste grondwaterstand dus sterk af van het slootwaterpeil en deze afwijking verschilde van jaar tot jaar door verschillen in de hoeveelheid en verdeling van de neerslag in de zomer.

Effecten van diepe grondbewerking

Doel van het onderzoek was het effect te bepalen van profielbewerking op de productie van grasland op droogtegevoelige veenweidegronden (Schothorst & Hettinga, 1980; Luten & Schothorst, 1983). Het onderzoek van Schothorst & Hettinga werd uitgevoerd op een waardveengrond (code 1kVc, Gt IIa) ten Noordoosten van Ossenzijl. Het profiel van deze grond werd door de onderzoekers als volgt omschreven: zware grijze kalkloze knippige klei (20 cm) op zwarte venige gruislaag (20-30 cm) op vast matig verweerd zeggeveen (30-60 cm) op bruin weinig verweerd zeggeveen. De bovengrond van het perceel had bij de start van het onderzoek een pH-KCl van ongeveer 4,15; het zeggeveen in de ondergrond had een pH 3,0 of lager en was volgens de onderzoekers niet beworteld. Het verslag van dit onderzoek geeft geen informatie over de botanische samenstelling van het grasland. Het is echter niet aannemelijk dat er op een dergelijk zure veengrond vlinderbloemigen voorkwamen. De profielbewerkingen en de bekalking met schuimaarde (30 ton ha⁻¹, waardoor de pH van de bovengrond steeg tot 6,1) werden uitgevoerd in het najaar van 1975. Tabel 4.6 geeft de NLV's van de verschillende objecten.

Tabel 4.6. Effect van profielbewerking op het NLV van een droogtegevoelige veengrond in Noordwest Overijssel. Bron: Schothorst & Hettinga, 1980

Proefobject	NLV (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹) in:		
	1977	1978	1979
Onbewerkt	273	381	385
Bewerkt tot 30 à 40 cm	253	238	323
Idem + schuimaarde	249	288	311

De NLV's op deze grond waren opmerkelijk hoog (tabel 4.6). De op het proefveld geregistreerde neerslaghoeveelheden in de periode 1 april t/m 31 augustus waren in deze jaren resp. 327, 153 en 366. In de droge voorzomer van 1978 is het hele proefveld bevloeid, waardoor ook in dit jaar de vochtvoorziening vrij goed is geweest. Uit tabel 4.6 blijkt dat bewerking van het profiel een negatief effect op het NLV had. Bekalking met schuimaarde verlaagde de N-opbrengst van de eerste snede en verhoogde die van latere sneden, waardoor het effect op het NLV beperkt was.

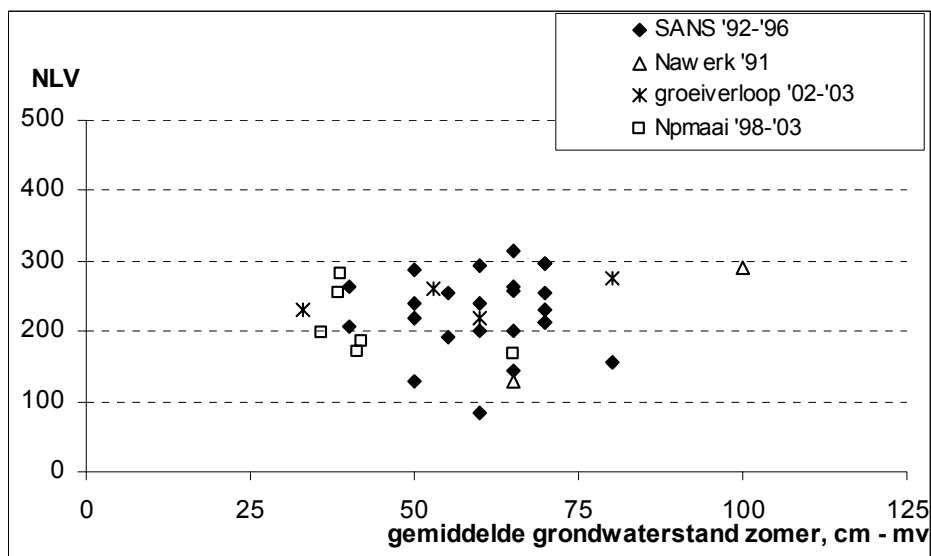
In onderzoek op schalterveen (geen nadere aanduiding beschikbaar) te Spangenburg werd diepe grondbewerking uitgevoerd om de gevoeligheid voor droogte en ongelijkmatige indroging en zakking te verminderen (Luten & Schothorst, 1983;

Woldring, persoonlijke mededeling). De grondbewerkingen zijn waarschijnlijk in 1977 uitgevoerd, terwijl in 1978-1980 opbrengsten zijn bepaald. De gemiddelde NLV's in 1978, 1979 en 1980 waren resp. 236, 174 en 134 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Er is geen verklaring gevonden voor de daling van het NLV in de loop van dit onderzoek. Gemiddeld waren de NLV's na diepe grondbewerking iets lager dan op het 'onbehandelde' (licht geëgaliseerde) object.

In onderzoek op een klei-op-veengrond te 's Heerenbroek, die bij uitdroging sterk scheurt en daarna moeilijk vocht opneemt, verlaagde diepe grondbewerking het NLV aanzienlijk (Luten & Schothorst, 1983; Woldring, persoonlijke mededeling). Gemiddeld over 2 jaar (1980 en 1981) was het NLV van het onbehandelde object 198 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ en van de behandelde objecten 154 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹.

4.3.2 Onderzoek na 1990

Proefboerderij Zegveld en omgeving



Figuur 4.2. Effect van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (16 mei t/m 31 augustus) op de N-opbrengst op onbemeste velden (NLV) in veldproeven op veengrond in de regio Zegveld. Onderzoek na 1990

In figuur 4.2 is de relatie tussen de gemiddelde grondwaterstand in de zomer en het NLV weergegeven van de veldproeven die na 1990 op of in de omgeving van de Proefboerderij Zegveld zijn uitgevoerd.

Op de SANS-proefvelden is de grondwaterstand vastgelegd op basis van metingen. Voor de NP-maaiproef en de groeiverloopproef is een inschatting gemaakt van de grondwaterstand op basis van een nabijgelegen proefveld waar de grondwaterstand wekelijks werd bepaald. Voor de nawerkingsproef is de grondwaterstand geschat op basis van de grondwatertrap.

Gemiddeld over deze proeven was het NLV 225 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (figuur 4.2). In dat gemiddelde is ieder jaar voor elk proefveld afzonderlijk meegeteld. Uit figuur 4.2 blijkt dat er voor deze hele dataset geen duidelijke relatie is tussen de gemiddelde grondwaterstand in de zomer en het NLV. In de individuele proeven waren er echter wel kleine effecten. Zo waren in het SANS-onderzoek in 1992 en 1993 (jaren met iets meer dan gemiddelde neerslag in de zomer) de NLV's op de proefvelden met Gt III wat hoger dan op die met Gt II. In de jaren 1994, 1995 en 1996 (droge zomers, vooral in 1995 en 1996) was dit omgekeerd. In de nawerkingsproef en de groeiverlooppoef werd een hoger NLV gevonden naarmate de gemiddelde grondwaterstand in de zomer dieper was (figuur 4.2). In de NP-maaiproef lijkt er een negatieve relatie te zijn tussen de grondwaterstand en het NLV. Deze wordt echter vooral bepaald door het extreme jaar 2003.

NLV van veengronden en minerale gronden

Om een schatting te kunnen maken van het extra NLV van veengronden ten opzichte van minerale gronden, is van 27 veldproeven op klei- en zandgrond de N-opbrengst van onbemeste velden verzameld en is het gemiddelde berekend (tabel 4.7). In totaal zijn er 73 N-opbrengsten gebruikt voor dit gemiddelde waarbij ieder proefjaar afzonderlijk is meegeteld. De proeven zijn tussen 1991 en 2003 uitgevoerd. De proeven op kleigrond zijn vrijwel allemaal uitgevoerd op jonge polderklei in Flevoland. Van deze grond is bekend dat het NLV relatief laag is. Gemiddeld was het NLV van de 73 waarnemingen op minerale gronden 134 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Het NLV van de zandgronden was gemiddeld 144 kg ha⁻¹ jaar⁻¹, dat van de kleigronden gemiddeld 118 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. De spreiding voor alle gronden is echter groot.

Tabel 4.7. Gemiddelde NLV's (kg N ha⁻¹ jaar⁻¹) op veen, klei en zand, uit veldproeven in de periode 1991-2003. Bron: database Praktijkonderzoek ASG, Hofstede et al. 1995, Hofstede 1995 a en b

Grondsoort	Aantal	Gemiddeld NLV	Minimum	Maximum
Veen	34	225	83	315
Minerale gronden	73	134	43	277
waarvan:				
klei	27	118	43	265
zand	46	144	53	277

4.4 Discussie

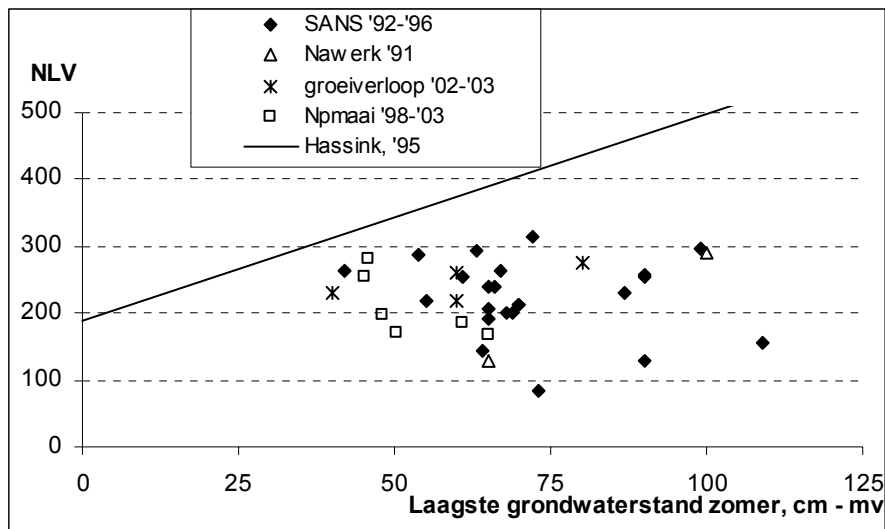
Relatie tussen de ontwateringstoestand van veen en het NLV

Uit het ontwateringsonderzoek op veengrasland te Zegveld, Bleskensgraaf en Hoenkoop bleek dat verlaging van het slootwaterpeil van 20-30 cm –mv tot 70-100 cm –mv het NLV sterk verhoogde (Schothorst, 1977). Dit effect was gemiddeld ongeveer 30 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ per 10 cm verlaging van het slootpeil. De verklaring hiervan is dat door het lagere waterpeil organische N kan mineraliseren die eerder daartegen beschermd was door zuurstofgebrek. Bovendien warmt een goed ontwaterde veengrond in het voorjaar veel vroeger op waardoor de N-mineralisatie en de grasgroei veel vroeger beginnen. Dat bleek duidelijk in de proefveldenserie PAW 970, waar op de goed ontwaterde veengronden bij alle N-niveaus de eerste snede, met een streefopbrengst van 4000 kg drogestof ha⁻¹, 1-2 weken vroeger werd

geogost dan op de natte veengronden en de minerale gronden (van Steenberg, 1979).

Dat door verandering van het slootpeil het NLV van veengronden verandert, blijkt ook uit onderzoek naar herstel van soortenrijke graslanden. Op het graslandcomplex 'De Veenkampen' in de buurt van Wageningen gaf verhoging van het slootwaterpeil gemiddeld een verlaging van de N-mineralisatie en het NLV (Berendse *et al.*, 1994).

Zoals reeds in de paragraaf 'Effecten van ontwatering' van de sectie 4.3.1 'Resultaten' is besproken, heeft Hassink (1995) uit de resultaten van het onderzoek van Schothorst en enkele in 1993 uitgevoerde proeven een relatie berekend tussen de 'gemiddeld laagste grondwaterstand' en het NLV. Er zijn echter 2 redenen waarom



Figuur 4.3. NLV van diverse veldproeven op veengrond in de regio Zegveld in afhankelijkheid van de laagste grondwaterstand in de zomer, en de door Hassink (1995) voorgestelde relatie tussen de gemiddeld laagste grondwaterstand en het NLV van veengronden. Data: Praktijkonderzoek ASG

deze relatie niet gebruikt kan worden om het NLV van veengronden te schatten: (1) de onjuiste aanname dat de gemiddeld laagste grondwaterstand gelijk is aan het slootpeil, en (2) het tijdstip waarop de in de relatie gebruikte NLV's zijn bepaald, namelijk gedurende de eerste vijf jaar na verlaging van het slootpeil. Het is aannemelijk dat in de eerste jaren na ontwatering de extra N-mineralisatie hoger is dan later omdat er dan nog veel gemakkelijk afbreekbare organische N is. Hoe snel de extra N-mineralisatie na ontwatering vermindert, is uit de beschikbare informatie niet af te leiden. Figuur 4.3 laat zien dat de door Hassink (1995) berekende relatie veel te hoge schattingen van het NLV geeft. In deze figuur zijn de NLV-waarden die ook in figuur 4.2 zijn gepresenteerd, uitgezet tegen de laagste grondwaterstand op het proefveld in het betreffende jaar.

Behalve in het besproken ontwateringsonderzoek (Schothorst, 1977; Boxem & Leusink, 1978), is er alleen in de PAW 970-proefvelden op veen in Zuid-Holland een duidelijk effect van de ontwateringstoestand op het NLV vastgesteld (tabel 4.1, figuur 4.1). In de proefveldenserie CI 203 was er een beperkt effect (tabel 4.4). In de

PAW 970-proefvelden op klei-op-veen (tabel 4.1, figuur 4.1) en in het recente onderzoek op en in de omgeving van de Proefboerderij Zegveld (figuur 4.2) was er weinig of geen effect van de grondwaterstand op het NLV. Mogelijke verklaringen voor deze verschillende effecten van ontwatering op het NLV zijn:

- De lengte van de periode die verstreken is tussen verlaging van het slootpeil en het moment waarop het NLV is bepaald. Naarmate deze periode langer is, zal het effect van het waterpeil op het NLV kleiner zijn. De proefveldenseries PAW 970 en CI 203 zijn in een periode uitgevoerd waarin veel aandacht aan verbetering van de ontwatering van veengrasland werd besteed. Mogelijk lag een deel van de proefvelden op locaties waar kort voor of tijdens het onderzoek het slootpeil werd verlaagd. Daarentegen is het slootpeil in de omgeving van de Proefboerderij Zegveld sinds 1984 niet meer aangepast (Verheul, persoonlijke mededeling). Door de inklinking van het veen, die zelfs voor de natte percelen van Zegveld op 5 mm per jaar wordt geschat, betekent dit dat het slootpeil ten opzichte van het maaiveld gestegen is. Ook hierdoor zou het NLV in dit gebied enigszins gedaald kunnen zijn
- Behalve de ontwatering lijkt het weer, met name de neerslag in de periode april t/m augustus, een flink effect op het NLV te hebben (tabel 4.2). In natte zomers is het NLV laag, met name op de natte veengronden. Mogelijk is dan de mineralisatie van organische N beperkt door zuurstofgebrek. Bovendien zouden in natte zomers N-verliezen door denitrificatie de beschikbaarheid van N voor het gewas kunnen beperken. In droge zomers zijn de NLV-waarden op veel veengronden lager dan in zomers met voldoende vocht. Mogelijk is dit een gevolg van een lagere N-mineralisatie door vochtgebrek, maar het is ook denkbaar dat op sommige veengronden de opname van de gemineraliseerde N beperkt is doordat de ondergrond niet goed bewortelbaar is.

De gegevens van tabel 4.2 geven aan dat er zowel met betrekking tot de grondwaterstand als de weersomstandigheden optima zijn voor een hoog NLV. In droge zomers zal op veel veengronden de grondwaterstand (tijdelijk) zo laag zijn dat vochtgebrek de N-mineralisatie beperkt. Verder lijkt het aannemelijk dat naarmate er meer tijd verstreken is tussen verlaging van het slootpeil en bepaling van het NLV, de invloed van het weer op het NLV (relatief) belangrijker wordt en de invloed van de grondwaterstand kleiner. Deze mechanismen zouden het ontbreken van een duidelijk effect van de grondwaterstand op het NLV in sommige databestanden kunnen verklaren (figuren 4.1 en 4.2).

NLV van veen en het N-bemestingsadvies voor grasland

In het huidige N-bemestingsadvies voor grasland op veen wordt onderscheid gemaakt tussen het NLV voor slecht ontwaterde (natte) en goed ontwaterde veengronden. De basis hiervoor is een analyse van het NLV van veldproeven die tussen 1962 en 1989 zijn uitgevoerd (Ruitenberget al., 1991). Die proeven zijn voor de analyse ingedeeld in twee groepen: slecht ontwaterd (Gt II en III) en goed ontwaterd (Gt II*, III* en hoger). Van beide groepen is een gemiddeld NLV berekend. Voor slecht ontwaterd veen was dat 269 en voor goed ontwaterd veen 416 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Ten behoeve van het N-bemestingsadvies is voorgesteld uit te gaan van een NLV van 250 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ voor slecht ontwaterd veen en 350 kg N ha⁻¹

jaar-1 voor goed ontwaterd veen (Ruitenbergh et al., 1991). In de onderbouwing van het N-bemestingsadvies voor grasland (Vellinga et al., 1993), werden in eerste instantie nog 3 ontwateringsniveaus onderscheiden, namelijk (1) zeer goed ontwaterd veen (Gt III* en IV) met een slootpeil van meer dan 70 cm –mv, (2) redelijk goed ontwaterd veen (Gt II*, III en III*) met een slootpeil van 40-70 cm –mv, en (3) slecht ontwaterd/nat veen (Gt I en II) met een slootpeil van minder dan 40 cm –mv. De bijbehorende NLV-waarden werden vastgesteld op resp. 410, 300 en 230 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Op grond van de constatering dat de oppervlakte ‘zeer goed ontwaterde’ veengronden door de sterke inklinking snel verminderde, zijn uiteindelijk alleen de klassen ‘redelijk goed’ en ‘slecht’ ontwaterd veen met de bijbehorende NLV’s van resp. 300 en 230 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ in het N-bemestingsadvies opgenomen (Vellinga et al., 1993; Vellinga, 1998). Naar schatting behoorde ten tijde van dit onderzoek 66% van de veengronden tot de klasse ‘slecht ontwaterd’ (Vellinga et al., 1993).

Ruitenbergh et al. (1991) gebruikten de veensoort (voedselrijkdom) als criterium om de veengronden in te delen in de 2 onderscheiden ontwaterings- en NLV-classes. Dit vanwege het ontbreken van informatie over ontwatering op de bodemkaart. Ze deelden koopveengronden, aarveengronden en een deel van de madeveengronden in in de categorie ‘goed ontwaterde veengronden’ (NLV=350). De veengronden waarin zich geen eerdlaag had ontwikkeld (rauwveengronden), de veengronden met een kleidek (waard- en weideveengronden) en de eerdveengronden die zich hebben ontwikkeld in mesotroof of oligotroof veen (riet-, zegge-, rietzegge- en mosveen) werden ingedeeld in de categorie ‘slecht ontwaterde veengronden’ (NLV=250). Waarschijnlijk is deze indeling gebaseerd op bodemkundige kennis, maar hierover werd verder geen informatie gegeven. Hassink (1996) probeerde het NLV van veengronden beter te schatten op basis van bodemeigenschappen. Hij vond echter geen enkel verband tussen de factoren organisch N-gehalte in de bovenste 5 of 20 cm, bodemtextuur, hoeveelheid N in microben, niveau van N-mineralisatie (!) en het NLV. Bij de onderbouwing van het N-bemestingsadvies voor grasland, concludeerden Vellinga et al. (1993) dat de verschillen tussen de soorten veen bij landbouwkundig gebruik in de loop van de jaren verdwijnen. Dat zou blijken uit het feit dat de C/N-quotiënten weinig meer van elkaar verschillen. Hierbij moet opgemerkt worden dat er voor deze conclusie weinig informatie van proeven op (oorspronkelijk) oligotrofe veengronden beschikbaar was. Op basis van de beperkte informatie werd geen uitspraak gedaan over de verschillen in N-levering tussen de verschillende soorten veengronden.

NLV van veengronden en minerale gronden

In de databases van CI 203 en PAW 970 viel op dat de NLV-waarden voor minerale gronden in de betreffende periode gemiddeld veel hoger waren dan die in het laatste decennium welke staan vermeld in tabel 4.7. In CI 203 lagen er proefvelden op klei in Gelderland en klei en zand in de Noordelijke provincies, in PAW 970 op zand in Gelderland. Voor een deel zou dit een gevolg kunnen zijn van het type grasland waarop het onderzoek werd uitgevoerd: het oudere onderzoek vond vrijwel uitsluitend plaats op oud grasland, terwijl recente proefvelden op minerale gronden vooral op grasland lagen dat regelmatig is vernieuwd. Verder is het mogelijk dat er ook op minerale gronden tijdelijk positieve effecten van ontwatering en verbetering

van de bodemvruchtbaarheid op de N-mineralisatie waren (Campino, 1981; van Keulen & van Heemst, 1982; van der Meer, 1985). Dit wordt bevestigd door een uitgebreide statistische analyse van Vellinga & André (1999) op een groot aantal graslandproeven, uitgevoerd tussen 1934 en 1994. De proeven werden gelijktijdig geanalyseerd. De analyse toonde aan dat het NLV op zandgrasland daalde in de jaren na 1970 als gevolg van een lager organische stofgehalte in de bodem. Zij noemen jonger grasland in recente proeven als mogelijke oorzaak.

De verzamelde NLV's over de periode 1990-2003 laten een grote spreiding zien, zowel voor veen als voor minerale gronden (tabel 4.7). Dat betekent dat de gemiddelden sterk bepaald worden door de keuze van de proeven. Op minerale gronden is de hoogte van de N-mineralisatie sterk afhankelijk van het bodemgebruik in voorgaande jaren en het eventuele verschil tussen de actuele hoeveelheid organische N in de bodem en de hoeveelheid in evenwichtstoestand (Velthof et al., 2000). Doordat een groot deel van de voor tabel 4.7 gebruikte proeven op kleigrond is uitgevoerd op jonge zeeklei in de Flevopolder, geven deze resultaten hoogst waarschijnlijk een onderschatting van het NLV van klei. Uit de spreiding van de resultaten in tabel 4.7 blijkt dat er op minerale gronden NLV's worden vastgesteld die het NLV op veengrond evenaren. Om goede gemiddelden te vinden zouden er meer gegevens verzameld moeten worden. Daarvoor ontbrak de tijd.

Een andere mogelijkheid om het NLV voor een evenwichtssituatie vast te stellen, is door een theoretische benadering. Hassink (1995) berekende dat in intensief beheerd grasland jaarlijks ongeveer 178 kg organische N ha⁻¹ aan de bodemvoorraad wordt toegevoegd. Dit is berekend als de som van organische N in afgestorven gewas- en wortelresten en dierlijke mest, die één jaar na 'toevoeging' aan de bodem nog over is. De door Hassink geschatte hoeveelheden komen overeen met de situatie op een melkveebedrijf met ongeveer 1,5 melkkoe + bijbehorend jongvee per ha dat voldoet aan de eindnormen van MINAS (van der Meer & van Evert, 2003). Als het grasland in evenwichtstoestand is, zal de mineralisatie van organische N dus ook 178 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ bedragen. De N-mineralisatie is echter niet gelijk aan het NLV. Niet alle gemineraliseerde N wordt in het geogste gras afgevoerd, waardoor het NLV lager zal zijn. Verder is de atmosferische depositie van N (ca. 30 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹) een aanvoerbron van N die het NLV verhoogt. Het theoretisch maximale NLV van minerale gronden bij een gemiddelde veebezetting zou dan gemiddeld 208 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ bedragen. Echter onder gemiddelde omstandigheden zal niet meer dan 70-80% van deze hoeveelheid in het gras wordt geogst en dan bedraagt het NLV 146-166 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. De voor zand gevonden waarde van 144 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (tabel 4.7) komt hiermee vrij goed overeen vooral als bedacht wordt dat er op zand vrij veel jong grasland is dat minder organische N bevat dan in evenwichtstoestand.

De door Hassink (1995) gepubliceerde relatie tussen de gemiddeld laagste grondwaterstand en het NLV van veengronden is later gebruikt om de extra (netto) N-mineralisatie van organische N uit de bodem van deze gronden te schatten (Velthof et al., 2000). Deze benadering is ook door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen toegepast, waarbij is aangenomen dat de GLG voor nat veen 50 cm -mv is en die voor goed ontwaterd veen 85 cm -mv (Schröder et al., 2004). De aldus

berekende extra N-mineralisaties zijn resp. 130 en 230 kg ha⁻¹ jaar⁻¹, waarden die door de besproken fouten in de formule van Hassink de werkelijkheid sterk overschatten.

Het in het recente onderzoek vastgestelde NLV voor veen, namelijk gemiddeld 225 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (tabel 4.7), is aanzienlijk lager dan de waarden die in de periode tussen 1946 en 1980 zijn gevonden (zie tabel 4.4 en 4.5). Een mogelijk belangrijke oorzaak van dit verschil kan zijn dat ten tijde van het vroeger onderzoek er een tendens was tot verbetering van de ontwatering door verlaging van het slootpeil. De laatste 2 decennia zijn de slootpeilen waarschijnlijk weer wat gestegen ten opzichte van het maaiveld (geen verdere peilverlaging, wel daling van het maaiveld). Verder zou een rol kunnen spelen dat een groot deel van de recente resultaten (21 van de 34 proefveld/jaar-combinaties) is verkregen in jaren met droge zomers (1991, 1995, 1996 en 2003, met gemiddeld 223 mm neerslag in de maanden april t/m augustus). Vooral op de goed ontwaterde veengronden, die in potentie het hoogste NLV hebben, zijn in deze jaren de NLV-waarden waarschijnlijk aanzienlijk lager dan normaal geweest. Waarschijnlijk heeft dit echter ook een rol gespeeld op de minerale gronden en zijn ook de daar bepaalde NLV's in de betreffende periode wat lager dan gemiddeld geweest.

In de eerder aangehaalde statistische analyse van Vellinga & André (1999) zijn de resultaten van het SANS-onderzoek uit figuur 4.2 en 4.3 eveneens meegenomen. Ook in deze analyse werd geconcludeerd dat de sterke invloed van het grondwaterpeil op het NLV op proefbedrijf Zegveld van de jaren '70 niet terug te vinden was in recente proeven. Het gevonden gemiddelde NLV op veengrond in deze analyse was 252 kg N ha⁻¹ jr⁻¹.

Literatuur

- Bakker, H. de en J. Schelling. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. Stiboka, 1966.
- Beek, C.L. van, Eertwegh, G.A.P.H. van den, Schaik, F.F. van, Velthof, G.L. & Oenema, O (2004) The contribution of dairy farming on peat soil and N and P loading of surface water. Nutrient Cycling in Agro-Ecosystems, accepted for publication
- Berendse, F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena & W. de Visser, 1994. A comparative study of nitrogen flows in two similar meadows affected by different groundwater levels. *Journal of Applied Ecology* 31: 40-48.
- Boer, Th.A. de, 1966. Nitrogen effect of the herbage production of grasslands on different sites. *Proceedings of the Xth International Grassland Congress, Helsinki*, p. 199-204.
- Bosch, S. & H.A. te Velde, 1958. De nawerking van meerjarige stikstofbemesting op grasland. Proeven in 1950 t/m 1954 (Serie 53). Gestencilde verslagen van interprovinciale proefvelden No. 60, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen.
- Boxem, Tj. & A.W.F. Leusink, 1978. Ontwatering van veengrasland. Verslag van een vergelijkend onderzoek onder bedrijfsomstandigheden te Zegveld van 1970 t/m 1975. Publikatie nr. 11, Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, 75 pp.
- Campino, I., 1980. More plant-available nitrogen through phosphorus and potash fertilization on grassland? In: W.H. Prins & G.H. Arnold (eds.). *The Role of Nitrogen in intensive Grassland Production. Proceedings of an International Symposium of the European Grassland Federation*, p. 169. PUDOC, Wageningen.
- Cate, J.A.M. ten, A.G van Holst, H. Kleijer, J. Stolp. 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel B: Grondwater. SC-DLO Technisch Document 19B. Staring Centrum, Wageningen.
- Ennik, G.C., 1982. De bijdrage van witte klaver aan de opbrengst van grasland. *Landbouwkundig Tijdschrift* 94: 363-369.
- Groenendijk, P., Pankow, J. & Toorn, A. van der (1997) Emissies van bestrijdingsmiddelen in de bloembollenteelt. Veldonderzoek naar de waterbalans en de uitspoeling van nutriënten Staring centrum rapport 387.4, 94 pp
- Hassink, Jan, 1995. Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. PhD Thesis, Agricultural University, Wageningen, 250 pp.
- Hassink, J., 1996. Voorspellen van het stikstofleverend vermogen van graslandgronden. In: J.W.G.M. Loonen & W.E.M. Bach-de Wit: *Stikstof in beeld, naar een nieuw bemestingsadvies op grasland. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek 20*. FOMA, Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO), Wageningen, p 15-35.

- Hassink, J. (1995) Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils
Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen
- Hendriks, R.F.A., Kruijne, R., Roelsman, J., Oostindie, K., Oosterom, H.P. & Schoumans, O.F. (2002). Berekening van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in vier poldergebieden. Analyse van de bronnen Alterra rapport 408, 139 pp
- Hofstede, R.G.M., G. Holshof, C. van der Wel & A.P. Wouters, 1995. Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstof bemesting per snede (SANS) 1992. Intern rapport 276. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Hofstede, R.G.M., 1995a. Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstof bemesting per snede (SANS) 1993. Intern rapport 277. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Hofstede, R.G.M., 1995b. Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstof bemesting per snede (SANS) 1994. Intern rapport 278. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Jagtenberg, W.D., 1961. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek (1943-1958). I. Documentatie van en beschouwing over de verzamelde gegevens. Mededeling Nr. 57, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 60 pp. + bijlagen.
- Jagtenberg, W.D., 1961. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek (1943-1958). Aanhangsel, behorende bij deel I. Mededeling Nr. 57A, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 148 pp.
- Jagtenberg, W.D., 1962. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek (1943-1958). III. Het verband tussen de bruto-opbrengst van grasland en de belangrijkste bodemfactoren. Mededeling Nr. 73, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 58 pp.
- Jagtenberg, W.D., 1963. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek (1943-1958). IV. De bruto-opbrengst van grasland in verband met weersgesteldheid, hoedanigheidsgraad en klavergehalte. Mededeling Nr. 85, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 34 pp. + bijlagen.
- Jagtenberg, W.D. & Th.A. de Boer, 1967. Het effect van stikstofbemesting op de gewasopbrengst van grasland bij diverse ontwateringstoestanden en grondsoorten. Verslag van de proefveldenserie PAW 970, Deel I (1964 en 1965). Mededeling Nr. 135, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 35 pp.
- Keulen, H. van & H.D.J. van Heemst, 1982. Crop response to the supply of macronutrients. Agricultural Research Reports 916. PUDOC, Wageningen, 46 pp.
- Kop, L.G., 1961. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek (1943-1958). II. Opbrengst, vegetatiekarteringseenheden en standplaatsfactoren. Mededeling Nr. 59, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW), Wageningen, 51 pp.
- Luten, W. & C.J. Schothorst, 1983. Grasopbrengsten na diepe grondbewerking. Bedrijfsontwikkeling 14: 365-368.

- Meer, H.G. van der, 1982. Effective use of nitrogen on grassland farms. In: A.J. Corral (ed.): *Efficient Grassland Farming. Proceedings of the 9th General Meeting of the European Grassland Federation. Occasional Symposium No. 14 of the British Grassland Society.* The British Grassland Society, Reading, UK, p. 61-68.
- Meer, H.G. van der, 1985. Bemesting van tropisch grasland. CABO-verslag nr. 60. CABO, Wageningen, 18 pp.
- Meer, H.G. van der & T. Baan Hofman, 1989. Contribution of legumes to yield and nitrogen economy of leys on a biodynamic farm. In: P. Plancquaert & R. Hagggar (eds.): *Legumes in Farming Systems. Developments in Plant and Soil Sciences, Vol. 37,* p. 25-36. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Meer, H.G. van der & F.K. van Evert, 2003. Effecten van MINAS-verliesnormen op het stikstofgebruik door melkveebedrijven: verkenningen met FARMMIN. Informatieblad 398.27, Mest- en mineralenprogramma's. www.mestenmineralen.nl
- Meer, H.G. van der & M.G. van Uum-van Lohuyzen, 1986. The relationship between inputs and outputs of nitrogen in intensive grassland systems. In: H.G. van der Meer, J.C. Ryden & G.C. Ennik (eds.): *Nitrogen Fluxes in intensive Grassland Systems. Developments in Plant and Soil Sciences, Vol. 23,* p. 1-18. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Neeteson, J.J., J. Hassink & O. Oenema, 1991. Mineralisatie en immobilisatie van stikstof in de bodem. In: H.G. van der Meer (eindredactie): *Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maïsland. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij* 10, p. 62-79. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Ruitenbergh, G.H., F.A. Wopereis & O. Oenema, 1991. Berekende optimale stikstofbemesting voor grasland als functie van grondsoort. Rapport 173, Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen, 62 pp.
- Schothorst, C.J., 1977. Subsidence of low moor peat soils in the Western Netherlands. *Geoderma* 17: 265-291.
- Schothorst, C.J. & D. Hettinga, 1980. Het effect van profielbewerking bij een droogtegevoelige veenweidegrond in Noordwest-Overijssel. Nota 1225, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), Wageningen, 40 pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems, 2004. Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Rapport 79 (pdf-file), Plant Research International, Wageningen, 60 pp. + bijlagen.
- Stiboka, Bodemkaart van Nederland. Schaal 1 : 50 000. Sighting voor bodemkartering, Wageningen.
- Steenbergen, T. van, 1967. Bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek. V. Gegevens over de laatste vijf jaar (1959 t/m 1963). Mededeling Nr. 136, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen, 96 pp.

- Steenbergen, T. van, 1969. Bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI 203-onderzoek. VI. Verband tussen de bruto-opbrengst van grasland en de belangrijkste bodemfactoren in de jaren 1959 t/m 1963 (aanvulling op Mededeling Nr. 73). Mededeling Nr. 164, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen, 54 pp.
- Steenbergen, T. van, 1977. Influence of type of soil and year on the effect of nitrogen fertilization on the yield of grassland. *Stikstof, Dutch Nitrogenous Fertilizer Review* 20: 29-35.
- Steenbergen, T. van, 1978. De invloed van de weersgesteldheid en de stikstofbemesting op de jaaropbrengst van grasland. Intern verslag proefveldenserie PAW 970. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen, 25 pp.
- Steenbergen, T. van, 1979. Het effect van stikstofbemesting op de gewasopbrengst van grasland bij diverse ontwateringstoestanden en grondsoorten. Intern verslag proefveldenserie PAW 970. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen, 23 pp.
- Steenhuizen, J.W., R.J.F. van Haren, J.R. Begeman & K.H. Wijnholds, 2000. Invloed van verschillende methoden van stikstof-bijbemesting op de kwaliteit van de zetmeelaardappel. Verslag van de veldproeven KB 1118, KB 1119, KP 407 en KP 408. Werkdocument over het tweede proefjaar 1998. Nota 46. Plant Research International, 50 pp.
- Steenhuizen, J.W., R.J.F. van Haren, J.R. Begeman & K.H. Wijnholds, 2001. Invloed van stikstofbemesting op de landbouwkundige en industriële kwaliteit van verschillende zetmeelaardappelrassen. Verslag van de veldproeven KB 1121 en KP 415. Werkdocument over het eerste proefjaar 1998. Nota 110. Plant Research International, 68 pp.
- Steenhuizen, J.W., R.J.F. van Haren, J.R. Begeman & K.H. Wijnholds, 2001. Invloed van stikstofbemesting en kunstmatige beregening op de landbouwkundige en industriële kwaliteit van verschillende zetmeelaardappelrassen. Verslag van de veldproeven KB 9020 en KP 9039. Werkdocument over het tweede proefjaar 1999. Nota 121. Plant Research International, 50 pp.
- Steenhuizen, J.W., R. Booij, J.R. Begeman & K.H. Wijnholds, 2002. Invloed van stikstofbemesting en kunstmatige beregening op de landbouwkundige en industriële kwaliteit van verschillende zetmeelaardappelrassen. Verslag van de veldproeven KB 9036 en KP 9060. Werkdocument over het derde proefjaar 2000. Nota 176. Plant Research International, 38 pp.
- Vellinga, Th.V., 1998. Verfijning bemestingsadvies 1998. Rapport 173, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad, 39 pp.
- Vellinga, Th. V., I.G.A.M. Noij, E.D. Teenstra & L. Beijer, 1993. Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland. Rapport nr. 148, Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, 81 pp.
- Vellinga, Th. V. & G. André, 1999. Sixty years of Dutch nitrogen fertilizer experiments. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47: p. 215-241.
- Velthof, G.L., J.J. Neeteson, H.G. van der Meer & O. Oenema, 2000. Schatting van de netto stikstofmineralisatie en biologische stikstofbinding in landbouwgronden. Alterra-rapport 117, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 35pp.

- Whitehead, D.C., 1986. Sources and transformations of organic nitrogen in intensively managed grassland soils. In: H.G. van der Meer, J.C. Ryden & G.C. Ennik (eds.): Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. Developments in Plant and Soil Sciences, Vol. 23, p. 47-58. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Zwart, K. (2003) Denitrificatie in boven- en ondergrond. Alterra rapport 724.