



BEMESTINGSADVIES

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen

Notitie

Stikstofdynamiek bij vruchtwisseling van grasland en bouwland

maart 2021

Wim van Dijk

Nick van Eekeren

Jantine van Middelkoop

Gerard Velthof



BEMESTINGSADVIES

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen

Colofon

Uitgever

Commissie Bemesting Grasland en
Voedergewassen
p.a. Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
E-mail webmaster.asg@wur.nl
Internet <http://www.bemestingsadvies.nl>

Vormgeving, redactie en fotografie

Animal Sciences Group
van Wageningen UR

© Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen

Overname van de adviezen is toegestaan,
mits de bron uitdrukkelijk wordt vermeld

De Commissie Bemesting Grasland en
Voedergewassen is een initiatief van LTO-
Nederland en wordt gefinancierd door het
ZuivelNL. De commissie draagt er zorg voor dat
er een onafhankelijk bemestingsadvies voor
iedereen beschikbaar is.

Aansprakelijkheid

De Commissie Bemesting Grasland en
Voedergewassen aanvaardt geen
aansprakelijkheid voor eventuele schade
die voortvloeit uit het gebruik van de
bemestingsadviezen

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Stikstofhuishouding bij vruchtwisseling	5
2.1	Principes en factoren	5
2.1.1	Graslandfase	5
2.1.2	Bouwlandfase	7
2.2	Gevolgen volgens huidige bemestingsadvies van CBGV.....	11
2.2.1	Korting op bouwland na scheuren	11
2.2.2	N-bemesting gras na bouwland	13
2.3	Slotopmerkingen	14
3	Referenties.....	15

1 Inleiding

Afwisseling van gewassen ("vruchtwisseling") kan de opbrengst verhogen via gunstige effecten op de chemische, fysische of biologische bodemvruchtbaarheid. Die effecten hebben betrekking op het verbeteren van de vochtbeschikbaarheid door een verhoogde doorwortelbaarheid, de uitdoving van ziekten en plagen, de onderdrukking van onkruiden, de stikstofnalevering of de herverdeling van nutriënten en organische stof tussen en binnen percelen en tussen bodemlagen.

Daar op melkveebedrijven hoofdzakelijk gras en mais worden geteeld betekent vruchtwisseling, indien zinvol en uitvoerbaar, meestal dat gras en mais met elkaar worden afgewisseld, ook wel wisselbouw genoemd. Wisselbouw biedt daar ook de mogelijkheid om frequent de samenstelling van de zode naar een hoger niveau te tillen door bij de inzaai van het nieuwe gras gebruik te maken van nieuwe rassen en mengsels. Bij permanent grasland gebeurt dat ook via graslandvernieuwing maar de frequentie van herinzaai is daar doorgaans lager, afhankelijk van de grondsoort 5-15 jaar. Door GLB-beleid is echter ook bij permanent grasland een trend zichtbaar dat vaker wordt gescheurd om te voorkomen dat grasland ouder wordt dan 5 jaar en daardoor wordt aangemerkt als "permanent grasland", waarvoor extra eisen gelden.

Bouwlandgewassen kunnen omgekeerd gunstig reageren op de bodemkenmerken die gescheurd grasland achterlaat. Zo bleek uit eerder onderzoek dat de maisopbrengst met 5-10% toenam indien deze werd afgewisseld met mais en gras (Van Dijk et al., 1996). Wisselbouw kan, afhankelijk van hoe deze wordt uitgevoerd, echter ook negatieve gevolgen hebben o.a. met betrekking tot stikstofverliezen (zie hieronder) en koolstofopbouw in de bodem.

Wisselbouw heeft specifieke effecten op de huishouding van stikstof (N). Voor een effectief en efficiënt gebruik van N is het nodig om de N-huishouding goed te begrijpen. Belangrijke vragen hierbij zijn:

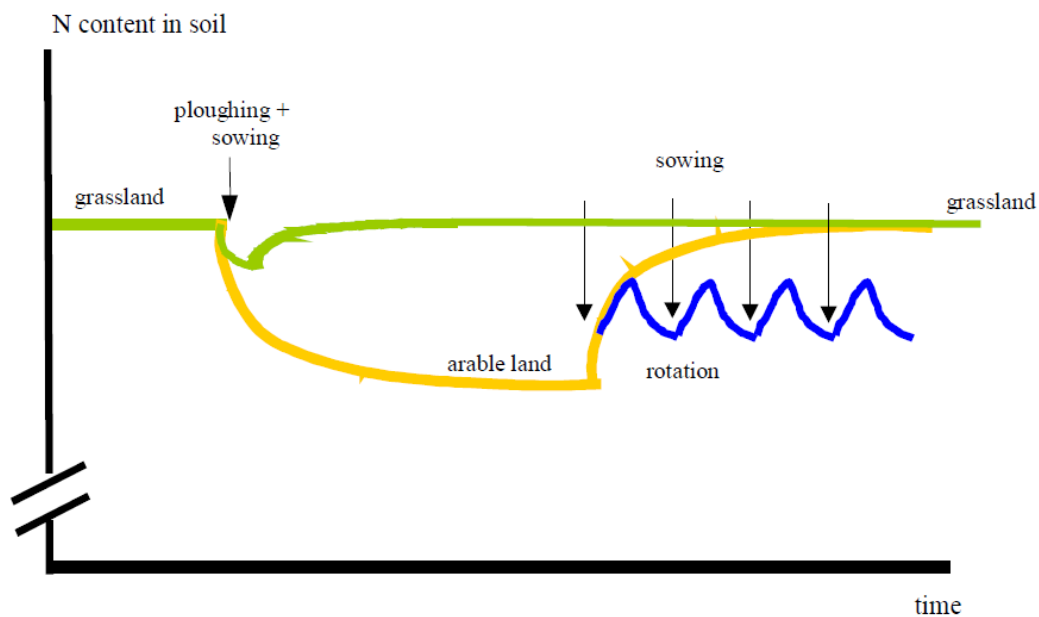
- Hoeveel N legt grasland in opeenvolgende jaren vast na een bouwlandperiode in wortels, stoppels en organische stof en door welke factoren wordt dit beïnvloed?
- Hoeveel N komt er vrij in opeenvolgende jaren na het scheuren?
- Welk deel hiervan is benutbaar, welk deel verhoogt de verliezen van NO_3 , N_2O , N_2 ?
- Wat is de invloed hierbij van bemesting, duur van grasland- en bouwlandfase, moment van scheuren, wel/geen klaver en grondsoort?

Deze notitie zet bestaande informatie hierover op een rij en geeft aan in hoeverre bestaande N-bemestingsadviezen voor bouwland na gescheurd gras en nieuw ingezaaid grasland na een bouwlandperiode moeten worden aangepast.

2 Stikstofhuishouding bij vruchtwisseling

2.1 Principes en factoren

Bij afwisseling van grasland en bouwland is er sprake van een opbouw van N in de bodem in de graslandfase en een afbraak in de bouwlandfase. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 1 waarin de blauwe lijn een vruchtwisselingssituatie weergeeft waarin een periode gras wordt afgewisseld met een periode bouwland. Daar waar herinzaai van gras (groene lijn) een relatief geringe daling laat zien van bodem-N, is deze veel groter als een periode met bouwland volgt.



Figuur 1. Schematische weergave van de opbouw van N in de bodem onder grasland en bouwland (Bron: Schils et al. (2002).

2.1.1 Graslandfase

De opbouw in de graslandfase is een gevolg van aanvoer van organische N in gewasresten (stoppel en wortels, oogstverliezen) en organische N in op het grasland toegediende dierlijke mest. Bij de aanvoer via gewasresten kan onderscheid worden gemaakt tussen de opgeslagen N in levende biomassa (wortels en stoppels) en restanten van afgestorven gewasresten van voorgaande jaren.

Verse gewasresten (levende biomassa)

Jaarlijks vindt er onder grasland een aanvoer van N plaats via afsterving van stoppels en wortels. Van Dijk et al. (1996) bepaalden de N-inhoud van stoppels en wortels van 2-, 4- en 6-jarig grasland bij een wisselbouwproef op zandgrond. Het grasland was ingezaaid op een continu maisperceel. Gemiddeld bedroeg de stikstofinhoud 160 en 190 kg N per ha in stoppel en wortels bij respectievelijk een 2-jarige en meerjarige zode (4-6 jaar). Het effect van leeftijd van de zode was relatief gering. Uit latere metingen in dezelfde wisselbouwproef bleek dat de hoeveelheid biomassa in wortels en stoppels na 1 jaar al even hoog was dan na 3 en 8 jaar gras (ongepubliceerde resultaten Van der Meer & Baan Hofman). Het algemene beeld dat hieruit naar voren komt is dat de jaarlijkse investering in wortels en stoppels (N-inhoud 'levende biomassa') redelijk constant is en de eerste 6-8 jaar na inzaai niet sterk afhangt van de leeftijd van het gras. Vellinga et al. (2004) modelleerden de N-opbouw in de bodem bij grasland en gingen bij tijdelijk grasland uit van een jaarlijkse N-aanvoer in wortels en stoppels van 175 kg N per ha

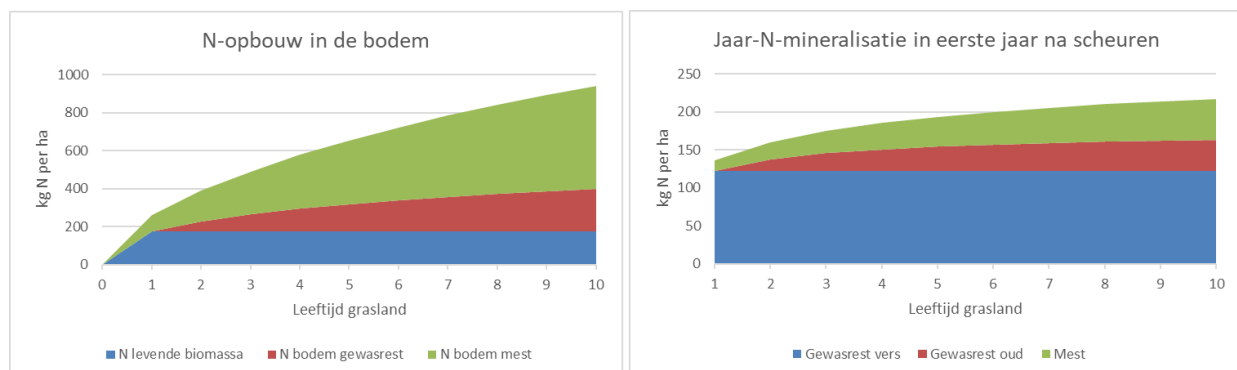
en maakten daarbij geen onderscheid in leeftijd van de tijdelijke graszode. Velthof & Oenema (2001) geven echter aan dat de hoeveelheid N in levende wortels en stoppels met ongeveer 20 tot 30 kg N per ha per jaar toeneemt gedurende de eerste vijf jaar na inzaai, waarna deze afvlakt. Een toename van de stikstofinhoud in de tijd na herinzaai wordt ook genoemd in een review naar de stikstofinhoud van stoppels en wortels van gras na inzaai (Boons-Prins & E.J.W Wattel-Koekkoek, 2004). Vergeer & Bussink (1999) wijzen ook op het verschil in grondsoort, waarbij de opbouw onder kleigrond hoger is dan onder zandgrond.

Bij de N-inhoud van wortels en stoppels kan ook de samenstelling van de zode nog een rol spelen, met name het wel of niet aanwezig zijn van klavers. Davies et al. (2001) vonden bij gras-klaver een lagere hoeveelheid N in stoppels en ondergronds macro-organisch materiaal (levende wortels en afgestorven plantmateriaal; 235-260 kg N per ha) in vergelijking met alleen gras (265-310 kg N per ha). Het aandeel klaver ten tijde van de meting bedroeg 2-7%. Vertes et al. (2007) noemen voor de N-inhoud van gewasresten (stoppels, levende en dode wortels) ranges van 140-340 kg N per ha voor gras en 130-330 kg N per ha voor gras-klaver. Voor zowel gras als gras-klaver varieerde de leeftijd van de zode tussen 3 en 8 jaar. Door de auteurs wordt aangegeven dat door de variatie in o.a. leeftijd en graslandmanagement het lastig is een uitspraak te doen over het effect van afzonderlijke factoren op de N-inhoud, zoals het klaveraandeel.

Organische N in organische stof in de bodem

Onder nieuw ingezaaid grasland (na een bouwlandperiode) leidt de jaarlijkse aanvoer van verse gewasresten en organische N in dierlijke mest in het algemeen tot een opbouw van N in de bodem, omdat de aanvoer hoger is dan de jaarlijkse afbraak. Deze opbouw gaat in het begin van de grasperiode sneller en neemt in de loop van de tijd af tot er een evenwicht is bereikt tussen jaarlijkse aanvoer en jaarlijkse afbraak. De opbouw gaat langzamer wanneer bij start van de grasperiode het N-gehalte van de bodem hoger is.

In Figuur 2 (links) zijn ter illustratie resultaten weergegeven van verkennende modelberekeningen m.b.t. opbouw van N in de bodem onder grasland en de mineralisatie in het eerste jaar na scheuren. Bij de opbouw in de bodem is uitgegaan van een jaarlijkse N-aanvoer van 175 kg N per ha uit gewasresten en een aanvoer van 250 kg N per ha uit dierlijke mest, waarvan 130 kg organische N per ha. Het betreft de berekende N-opbouw vanaf het inzaaien van het grasland, voor het gemak is de bestaande organische stof in de bodem buiten beschouwing gelaten. Het blauwe deel betreft de N-inhoud van de levende biomassa en behoort feitelijk nog niet tot de organische N in de bodem zoals vastgelegd in de organische stof van de bodem. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het model Minip (Yang & Janssen, 2000) t.b.v. deze notitie uitgevoerd.



Figuur 2. Hoeveelheid N in stoppels en wortels (levende biomassa) en de gemodelleerde hoeveelheid resterende organische N van stoppels en wortels en resterende N uit dierlijke mest (nawerking) tijdens de graslandperiode (linker figuur) en de gemodelleerde jaar-N-mineralisatie in het eerste jaar na scheuren i.r.t. leeftijd van het gescheurde grasland (rechter figuur) (uitgangspunten: N-inhoud van stoppels en wortels 175 kg N per ha en een jaarlijkse aanvoer van 130 kg organische N met rundveedrijfmest; berekeningen met Minip, Yang & Janssen, 2000).

De op deze manier berekende jaarlijkse toename van de organische N in de organische stof van de bodem bedraagt circa 75 kg N per ha per jaar. Bij de opbouw is de bijdrage van dierlijke mest relatief groot doordat de gehanteerde humificatiecoëfficiënt van de mest (0,70) veel hoger is dan die voor de gewasresten (0,3).

In Conijn & Taube (2004) wordt aangegeven dat de vastlegging van organische N in de bodem onder gras lineair is in eerste jaren na inzaai, waarbij er sprake is van grote variatie (20-180 kg N/ha per jaar). Gemiddeld bedroeg de accumulatie circa 75 kg N per ha per jaar. De gevonden variatie werd toegeschreven aan verschillen in o.a. zodesamenstelling, management (bemesting, weiden/maaieren) en grondsoort. In Velthof & Oenema (2001) wordt aangegeven dat de jaarlijkse toename van organische N in de organische stof in de bodem onder grasland 20-350 kg N/ha per jaar bedraagt in de eerste 10-30 jaar, gemiddeld 75-125 kg N per ha per jaar. Op klei is de accumulatie (snelheid en eindwaarde) hoger dan op zandgrond, omdat op kleigrond organische stof meer is beschermd tegen afbraak dan op zandgrond. De variatie in jaarlijkse accumulatie ontstaat o.a. door verschillen in (organische) bemesting en graslandmanagement.

2.1.2 Bouwlandfase

Als grasland gescheurd wordt komt de in de grasperiode opgebouwde N weer vrij. De gemineraliseerde N is een optelsom van de vrijkomende N uit de ondergewerkte stoppel en wortels (levende biomassa) en mineralisatie van N uit in de bodem opgebouwde organische N (uit gewasresten en mest uit voorgaande jaren, zie als voorbeeld Figuur 2, rechts). De uitgevoerde modelberekening liet een mineralisatie zien uiteenlopend van 135 kg N per ha na het scheuren van een 1-jarige zode tot 225 kg N per ha bij het scheuren van een 10-jarige zode (Figuur 2).

De berekende mineralisatie in Figuur 2 betreft de jaarmineralisatie. Omdat het volggewas maar in een deel van het jaar N opneemt kan maar een deel van de jaarmineralisatie worden benut. Deze wordt hierna de N-levering genoemd en betreft de N die beschikbaar is voor gewasopname. Het niet-beschikbare deel gaat verloren of blijft in de bodem achter als minerale bodem-N.

Van Dijk (1999) bepaalde de N-levering voor het volggewas mais na het scheuren van 2-8 jarig maaigrasland o.b.v. van de gewasrespons en de N-balans (Tabel 1A en 1B) op een zandgrond. Dit onderzoek is mede basis geweest voor de huidige adviezen in de Adviesbasis. Het scheuren vond plaats in het voorjaar. In het eerste jaar na scheuren bedroeg de N-levering gemiddeld 96 kg N per ha (70-111; o.b.v. gewasrespons) en 116 kg N per ha (83-149; o.b.v. N-balans). Er waren geen duidelijke verschillen tussen de leeftijd van het gescheurde grasland. Ook in het tweede en derde jaar na scheuren werd een beperkte N-levering gevonden. In het tweede jaar na scheuren bedroeg deze gemiddeld 33 kg N per ha (12-53 kg N per ha; o.b.v. N-respons) en 22 kg N per ha (1-54 kg N per ha; o.b.v. N-balans). In het derde jaar na scheuren bedroeg de N-levering gemiddeld 26 kg N per ha o.b.v. de gewasrespons (11-24 kg N per ha) en 15 kg N per ha o.b.v. de N-balans (10-20 kg N per ha). In het tweede jaar na scheuren lijkt de N-levering na ouder grasland wat hoger dan bij jonger grasland. In het derde jaar na scheuren komt dit beeld niet naar voren.

Tabel 1A. De N-levering berekend als de berekende besparing op de N-bemesting bij mais geteeld na gescheurd grasland t.o.v. continu mais op basis van de waargenomen gewasrespons (Bron: Van Dijk, 1999).

leeftijd grasland	1 ^e jaars besparing		2 ^e jaars besparing		3 ^e jaars besparing
	1995	1996	1996	1997	1997
2 jaar	106	70	12	17	24
4 jaar	111	93	34	47	42
6 jaar	109	100	27	39	11
8 jaar	-	87	-	53	-

Tabel 1B. De N-levering van gescheurd grasland berekend als het verschil in N-balans ($N_{\text{min,voorjaar}} + N_{\text{bemesting}} - N_{\text{opbrengst mais}} - N_{\text{min,najaar}}$) tussen mais geteeld na gescheurd gras en continu mais (Bron: Van Dijk, 1999).

leeftijd grasland	1 ^e jaar na scheuren		2 ^e jaar na scheuren		3 ^e jaar na scheuren
	1995	1996	1996	1997	1997
2 jaar	88	115	1	7	16
4 jaar	99	130	7	32	20
6 jaar	83	145	20	34	10
8 jaar	-	149	-	54	-

Nevens & Reheul (2002) onderzochten het effect van het scheuren van 3-jarig grasland op de maisopbrengst en N-opname met als referentie blijvend bouwland op een leemachtige zandgrond. Het betrof in het voorjaar gescheurd grasland met gemengd gebruik (maaien en weiden) en een kunstmest-N-bemesting van 240-350 kg N per ha. Het N-leveringseffect werd op twee manieren berekend: 1) als het verschil in economisch optimale N-gift bij mais na gras en continu mais en 2) N-gift bij continu mais, waarbij de opbrengst overeenkomt met de opbrengst van de onbemeste mais na gras. Bij de eerste methode werd na het scheuren van gras een N-leveringseffect van 150 (1^e jaar), 52 (2^e jaar) en 29 kg N per ha (3^e jaar) gevonden. Bij de tweede methode bedroeg de berekende nalevering 124 (1^e jaar), 81 (2^e jaar) en 52 kg N per ha (3^e jaar). Ook hier werd de grootste nalevering gevonden in het eerste jaar na scheuren, maar de levering in het tweede en derde jaar lijkt hier wat hoger dan bij Van Dijk (1999). Wel moet worden benadrukt dat er in i.t.t. de Nederlandse proef er in de Belgische proef klaver aanwezig was en ook de grondsoort anders was.

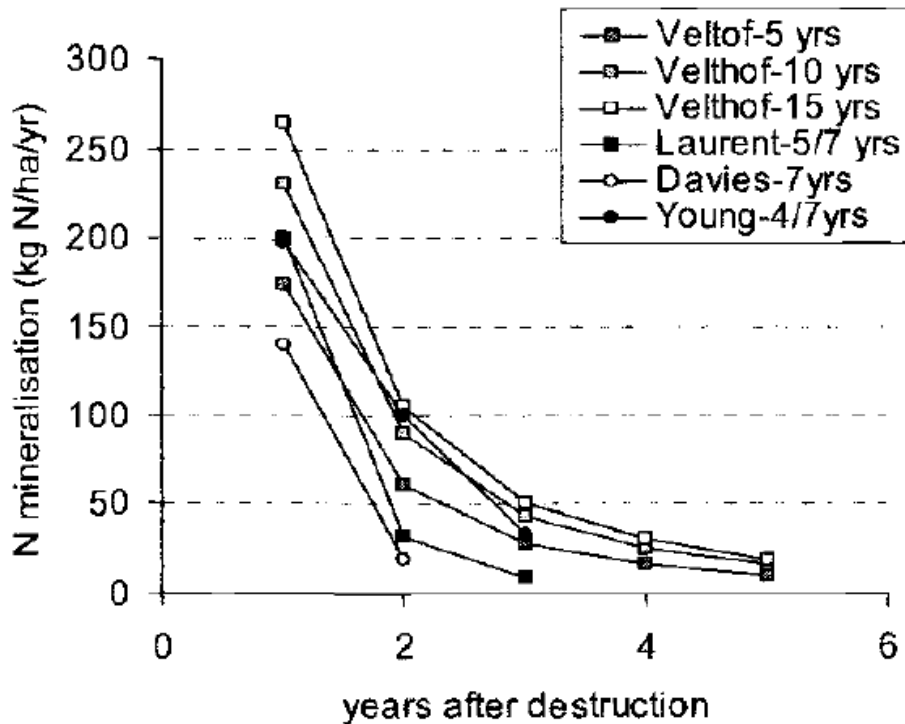
In de jaren negentig is op een kleigrond in Lelystad gekeken naar de maisproductie na het scheuren van gras/klaver-weides (Van Dijk, 1997). Het betrof hier percelen die altijd in gras(klaver) hadden gelegen. De mais werd geteeld bij 0 en 180 kg N per ha. Zowel in het eerste, tweede als derde jaar na het scheuren van de gras-klaver-weide was er geen significante opbrengstreactie van de mais op de N-bemesting. In vergelijking met de bovengenoemde zandproef was er ook in het tweede en derde jaar nog sprake van een forse N-nawerking van de ondergewerkte gras-klaverweide. In de referentie wordt geen informatie gegeven over de N-opname van het onbemeste gewas. Benadrukt moet worden dat dit een volledig andere situatie betreft dan de bovengenoemde zandproef, namelijk oud grasland met klaver op kleigrond versus relatief kortdurende grasland zonder klaver op zandgrond.

Conijn & Taube (2004) geven aan dat na scheuren van tijdelijk grasland er in het eerste jaar 100-250 kg N/ha kan mineraliseren afhankelijk van de leeftijd van het gras en de grondsoort. Velthof & Oenema (2001) geven aan dat er niet voldoende experimentele gegevens zijn om de effecten van het scheuren van jonge graslanden op N-mineralisatie te kwantificeren. Modelberekeningen geven aan dat de mineralisatie in eerste jaar na scheuren maximaal 250 kg N per ha is bij scheuren van grasland dat jonger is dan 5 jaar (Velthof & Oenema, 2001). Velthof et al. (2002) vonden voor de mineralisatie in het eerste jaar na scheuren van gras een range van 125-400 kg N per ha. Als oorzaken voor de brede range werden genoemd grondsoort, management, organische stofgehalte bodem, leeftijd zode en de methode voor bepaling mineralisatie. In Velthof (2005) is via een modelmatige aanpak ook gekeken naar de extra N-mineralisatie na het scheuren van grasland t.o.v. een blijvende bouwlandsituatie. Er werd geschat dat bij het scheuren van gras op 1 april er in de periode april t/m augustus circa 120 kg N per ha extra vrijkwam t.o.v. blijvend bouwland. Dit is qua grootte orde vergelijkbaar met de gevonden N-nalevering in de boven genoemde proeven.

Het algemene beeld van het verloop van de mineralisatie over meerdere jaren is dat in het eerste jaar duidelijk meer N vrijkomt dan in de jaren erna (Vertes et al., 2007; Figuur 3). Gemiddeld bedraagt de N-mineralisatie in het tweede jaar na scheuren zo'n 30-40% van de mineralisatie in het eerste jaar na

scheuren. Dit kan worden verklaard doordat in het eerste jaar vooral veel N vrijkomt uit de verse gewasresten.

Cougnon et al. (2018) vergeleken de N-levering na het scheuren van een 3-jarige gras-klaverweide en een permanente gras-klaverweide (sinds 1966) en vonden in het tweede en derde jaar na scheuren na het permanente grasland een hoger N-levering dan na het scheuren van de 3-jarige gras-klaverweide. Dit geeft aan dat de leeftijd van het gras waarschijnlijk ook een rol speelt bij de hoogte van de N-levering in de latere jaren na het scheuren.



Figuur 3. Verloop van de N-mineralisatie (kg N per ha per jaar) na het scheuren van grasland in verschillende studies in Europa (Bron: Vertes et al. (2007); Velthof: modelberekeningen met Minip, overige referenties betreft informatie uit veldexperimenten soms gecombineerd met modelberekeningen).

Ook de samenstelling van de zode kan een rol spelen, met name wat betreft de aanwezigheid van vlinderbloemigen (klaver) in het gras. Davies et al. (2001) vergeleken de N-mineralisatie na het scheuren van 7 jaar oude gras- en gras-klaver-weides. De hoeveelheid N in stoppels en wortels (deels ook afgestorven materiaal) was lager bij de gras-klaver dan bij het gras (250 om 290 kg N per ha). De berekende mineralisatie op basis van de N-balans was na het scheuren van gras aanzienlijk hoger dan na het scheuren van de gras-klaverweide, respectievelijk 450 en 245 kg N per ha 18 maanden na het ploegen. Ook de N-opname van onbemest gras, dat na het scheuren is gezaaid, was na gras duidelijk hoger dan na gras-klaver, respectievelijk 140 en 85 kg N per ha.

In het eerder genoemde onderzoek naar de N-nalevering van gescheurde oudere gras-klaverweides op klei bleek er ook in het tweede en derde jaar na scheuren sprake te zijn van een hoge N-levering (vrijwel geen effect van N-bemesting) (Van Dijk, 1997). Er lag echter geen vergelijking in met grasland zonder klaver, zodat niet is vast te stellen of de hoge N-levering samenhangt met de aanwezigheid van de klaver of met andere factoren zoals de relatief hoge leeftijd van de gescheurde gras-klaverweide of de grondsoort.

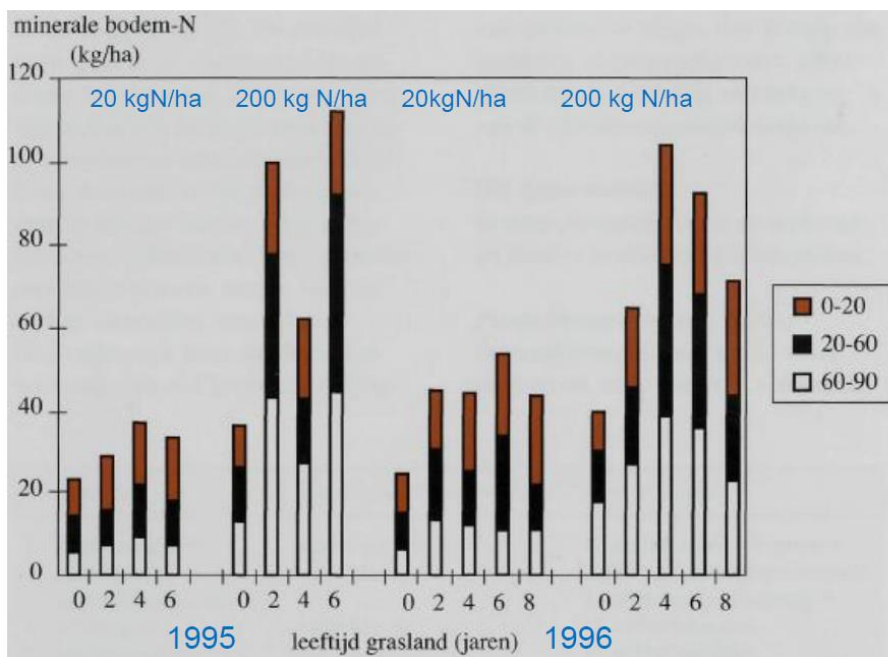
Benutting door het volggewas

In welke mate volgteelten in staat zijn de vrijkomende N uit de verterende zode op te nemen hangt af van de hoeveelheid N die mineraliseert (o.a. leeftijd en bemesting van het gras), het tijdstip van

scheuren, de N-verliezen door uitspoeling en denitrificatie, de N-opnamecapaciteit en -patroon van het volggewas en de N-bemesting van het volggewas.

Het beperken of afzien van de N-bemesting van het volggewas na het scheuren van gras beperkt de hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst (o.a. Van Dijk, 1999; Kayser et al., 2008; De Wit et al., 2006). Echter, ook met een sterk verlaagde N-bemesting zijn er risico's van N-verliezen. In de eerder genoemde Nederlandse wisselbouwproef bleek dat zelfs bij het laagste bemestingsniveau (20 kg N per ha) na het scheuren van het gras de minerale bodem-N na de oogst van de mais hoger was dan na continu mais bij hetzelfde N-bemestingsniveau (Van Dijk, 1999; Figuur 4). Deels zal dit samenhangen met het feit dat mais na half augustus niet veel N meer opneemt, terwijl de mineralisatie uit het ondergewerkte gras doorgaat. Hetzelfde beeld kwam naar voren bij de teelt van aardappelen na gescheurd gras-klaverland (Dekker & Bommele, 2005). Ook resultaten uit het project Bioveem laten zien dat bij de teelt van mais na gescheurd gras-klaverland de hoeveelheid minerale bodem-N na de maasoogst ook bij het achterwege laten van bemesting hoog kan zijn (De Wit et al., 2006). Het inzaaien van een vanggewas, mits tijdig gezaaid, kan helpen om deze N beter te benutten.

Ook het type volggewas na scheuren speelt een rol bij de benutting van N die vrijkomt uit de gescheurde zode. Zo bleken voederbieten meer dan mais in staat de vrijkomende N uit gescheurd grasland op te nemen (De Vliegheer et al., 2005; CDM, 2017; Aarts et al., 2002). In Tabel 2 zijn resultaten weergegeven voor het Belgische onderzoek (De Vliegheer et al., 2015). Voorwaarde is wel dat de bieten pas in november worden geoogst. Bij vroeg geoogste bieten (bijvoorbeeld om ze samen met de snijmais in te kuilen) is de N-opname lager.



Figuur 4. Minerale bodem-N na de oogst bij mais geteeld na gescheurd grasland (2-8 jaar oud) en bij continu mais (hier aangegeven als "leeftijd gras 0 jaar" bij twee bemestingsniveaus van de mais op zandgrond (Bron: Van Dijk, 1999).

Tabel 2. Minerale bodem-N in de herfst i.r.t. geteeld gewas na gescheurd grasland (Bron: De Vliegheer et al., 2015; RM = rundermest; MAPmax = maximale N-bemesting volgens Mestactieplan).

NO ₃ -N kg/ha		Merelbeke 2012	Merelbeke 2013	Geel 2013
		14 nov.	3 okt.	nov.
Voederbieten	0 N	17 (1)	23 (6)	12 (4)
	170 N _{RM}	20 (2)	36 (8)	14 (8)
	(234 N _{werlz}) MAP4	17 (1)	84 (17)	30 (36)
	max			
Kuilmaïs	0 N	36 (17)	124 (53)	98 (27)
	170 N _{RM}	44 (12)	179 (38)	97 (21)
	(130 N _{werlz}) MAP4	55 (10)	229 (12)	150 (26)
	max			
Engels raaigras	0 N	11 (2)	12 (2)	8 (0)
	170 N _{RM}	10 (2)	13 (4)	8 (0)
	(300 N _{werlz}) MAP4	13 (2)	117 (71)	32 (35)
	max			

(.): standaarddeviatie

Het bovenstaande betekent dat nieuw grasland in beginsel een hogere behoefte heeft aan extra N-bemesting heeft dan bestaand (permanent) grasland en bouwlandgewassen geteeld op recent gescheurd grasland een lagere bemestings-N-behoefte hebben dan bouwlandgewassen geteeld op continu bouwland.

2.2 Gevolgen volgens huidige bemestingsadvies van CBGV

2.2.1 Korting op bouwland na scheuren

Volgens het bestaande bemestingsadvies van de CBGV kan in het eerste jaar na scheuren van grasland, afhankelijk van de leeftijd van het grasland, 70-100 kg N per ha in mindering gebracht worden op de N gift voor een bouwlandgewas, in het tweede jaar 0-60 kg N en in latere jaren niets (Tabel 3). Het advies is deels gebaseerd op resultaten van het eerder genoemde wisselbouwonderzoek op zandgrond uit de jaren negentig (Van Dijk, 1999). Dit advies geldt indien niet voorafgaand aan het scheuren nog een grassnede wordt geoogst. Indien dat wel het geval is de geadviseerde korting wat lager (Tabel 3). Voor kleigrond wordt opgemerkt dat de stikstofvoorraad na het scheuren van grasland nog minimaal 6 jaar geregeld hoog blijkt zijn. Daarom is het advies om op deze gronden jaarlijks een Nmin-monster te nemen en de bemesting daaraan aan te passen.

In het advies wordt geen onderscheid gemaakt tussen gras en gras-klaver. Kijkend naar de geadviseerde korting na het scheuren van (vermoedelijk) meerjarige luzerne (Tabel 3), zijn er aanwijzingen dat bij aanwezigheid van vlinderbloemigen ('grasklaver mengsels of pure klaver') een hogere en langduriger korting op de N-gift van bouwlandgewassen mogelijk is. Benadrukt moet worden dat bij deze vergelijkingen mogelijk ook grondsoorteffecten hier nog doorheen kunnen spelen.

Tabel 3. Korting op de N-gift van bouwlandgewassen (kg N/ha per jaar) na het scheuren van grasland volgens CBGV Bemestingsadvies (www.bemestingsadvies.nl).

Gescheurd gewas	Leeftijd ¹ van gescheurd gewas	Korting in:			
		Eerste jaar		Tweede jaar	Derde jaar
		Geen grassnede geoogst in voorjaar	Wel grassnede geoogst in voorjaar ²		
Grasland	1 jaar	70	50	0	0
Grasland	2 jaar	100	65	0	0
Grasland	3 en 4 jaar	100	75	30 (60 ³)	0
Grasland	5 jaar en ouder	100	80	30 (60 ³)	0
Luzerne	meerjarig	75		65	25

1 volledige productie jaren

2 Aanvullend nog 0.5 kg N per m³ op in het voorjaar op het gras toegediende rundveedrijfmest

3 klei op veen

Overwegingen/aanbevelingen bij aanpassingen

- Kijkend naar de resultaten van het Nederlands en Belgisch onderzoek zouden de advieswaarden voor het eerste jaar na scheuren iets naar boven kunnen worden aangepast en zou kunnen worden overwogen ook in het derde jaar na scheuren nog een nawerking in te rekenen. Als de resultaten van beide onderzoeken worden gemiddeld zou je bij het scheuren van 3 jaar en ouder grasland op een korting komen van: 120, 30 en 30 kg N per ha in, respectievelijk, het eerste, tweede en derde jaar na scheuren.
Sinds 2018 is op zand- en lössgrond op derogatiebedrijven de N-gebruiksnorm voor mais 65 kg N per ha lager indien deze na gescheurd grasland wordt geteeld. Voor de overige bedrijven geldt dat vanaf 2021.
- Voor de N-korting bij scheuren zonder nog een snede te oogsten in het voorjaar is nu één advies voor gescheurd gras van drie jaar en ouder. Een differentiatie lijkt logisch, omdat naarmate het grasland ouder is, er naar verwachting meer N zal mineraliseren en mogelijk ook over een langere periode dan 2 jaar. Daar experimentele gegevens hierover schaars zijn, zal dat via een modelmatige aanpak moeten worden uitgewerkt. Bijvoorbeeld door de korting na gescheurd gras bij een leeftijd vanaf 5 jaar verder te verhogen.
- Bij de adviezen voor kortingen wordt geen onderscheid gemaakt tussen grondsoorten. Omdat er aanwijzingen zijn dat de N-opbouw tussen zand en klei verschilt wordt aanbevolen na te gaan of kortingen ook naar grondsoort gedifferentieerd zouden moeten worden.
- Met het oog op risico's van stikstofuitspoeling zou in het advies een opmerking kunnen worden gemaakt om in wisselbouwsystemen het grasland niet ouder te laten worden dan 3-4 jaar. Bij ouder grasland is de verwachte mineralisatie dermate hoog dat deze niet meer door het volggewas (vaak mais) kan worden opgenomen. Het is verder aan te bevelen, indien mogelijk een vanggewas te zaaien na het hoofdgewas.
- Er is geen onderscheid gemaakt tussen scheuren in het voorjaar of najaar. Op zwaardere kleigronden zal waarschijnlijk in de herfst al worden geploegd. Modelberekeningen (Velthof, 2005) laten zien dat scheuren in de herfst tot meer uitspoeling leidt, met name wanneer er geen gewas volgt in de herfst. De vraag is of de N-levering in het volgende jaar anders is dan wanneer in het voorjaar zou worden gescheurd. Op zandgrond is er geen reden om in de herfst te scheuren bij wisselbouw.
- Er lijkt op dit moment onvoldoende informatie beschikbaar om een onderscheid aan te brengen tussen scheuren van gras en van gras-klover.

2.2.2 N-bemesting gras na bouwland

Omgekeerd ten opzichte van het advies voor bouwland na grasland, dient bij inzaai van nieuw grasland op voormalig bouwland extra te worden bemest. Hiervoor geldt het volgende advies:

Advies grasland ingezaaid op bouwland = advies blijvend grasland bij vastgestelde NLV + extra N-gift voor de opbouw van wortels en stoppel van de nieuwe graszode.

De extra geadviseerde N-bemesting voor de opbouw van de nieuwe graszode bedraagt in het eerste jaar 50 kg N per ha en in het tweede jaar 25 kg N per ha (Tabel 4). In volgende jaren zijn geen toeslagen meer nodig, aldus het advies.

Deze extra bemesting komt bovenop het 'blijvende grasland'-advies bij de vastgestelde NLV van het nieuw ingezaaide grasland. In het advies wordt aangegeven het NLV te bepalen bij de inzaai (0-10 cm). Verder wordt geadviseerd na 2 jaar het NLV opnieuw te bepalen.

Tabel 4. Extra N-gift ten opzichte van het advies op blijvend grasland bij het inzaaien van gras na bouwland (in kg N/ha) volgens CBGV-advies (www.bemestingsadvies.nl).

Tijdstip giften	Inzaai in najaar	Inzaai in voorjaar
Bij inzaaien	25	
Jaar 1, voor eerste snede	25	
Jaar 2, voor tweede snede	25	
Jaar 1, voor eerste snede		20
Jaar 1, voor tweede snede		20
Jaar 1, voor derde snede		10
Jaar 2, voor tweede snede		25

Naar verwachting zal het NLV van het pas ingezaaide grasland lager zijn dan van blijvend grasland. Om hier een globaal beeld van te krijgen is ten behoeve van deze notitie een indicatieve berekening uitgevoerd (Tabel 5). Hierbij is het NLV geschat op basis van het verschil in de N-aanvoer met gewasresten en de nawerking (Nr) van de organische N in dierlijke mest van zowel grasland als bouwland. In een evenwichtssituatie bepalen deze de hoogte van mineralisatie vanuit de organische stof in de bodem (aanvoer = afbraak). De zo berekende jaarmineralisatie is om te rekenen naar een NLV-waarde (onbemeste N-opname) door rekening te houden met de N-opname periode van het gras en de recovery van de N die in deze periode vrijkomt (zie Tabel 5 voor aannames). Vervolgens kan op basis van de berekende NLV het N-bemestingsadvies worden afgelezen bij blijvend grasland en bij herinzaai op bouwland. Het verschil in N-advies voor grasland o.b.v. het verschil in geschatte NLV tussen grasland en bouwland bedraagt dan 30-50 kg N per ha afhankelijk van de droogtegevoeligheid van het graslandperceel.

Bovenstaande zou in het eerstejaars gras leiden tot een extra N-bemesting van $50 + 30 - 50 = 80 - 100$ kg N per ha t.o.v. blijvend grasland. In het tweede grasjaar bedraagt de extra N-bemesting dan $25 + 30 - 50 = 55 - 75$ kg N per ha.

Tabel 5. N-aanvoer met gewasresten en dierlijke mest, de hieruit voortvloeiende mineralisatie in een evenwichtssituatie en de hieruit berekende NLV-waarde met bijbehorend advies.

	N-aanvoer gewasrest	N-aanvoer mest ¹ (Ntotaal/Norg)	Nawerking mest ²	Jaar-N- mineralisatie uit gewasrest en mest ³	Berekende NLV ⁴	N-advies gras volgens NLV ⁵
Grasland	gewasrest 175	Mest, totaal 270/140	100	275	175	320/265
Bouwland, mais	70 ⁶	170/90	60	130	80	370/295

1. Uitgaande van een bedrijfsderogatie van 250 kg N per ha, waarbij 270 en 170 kg N per ha bij, respectievelijk, gras en mais wordt toegediend (20% bouwland).

2. $0.7 \cdot \text{Norg}$ in dierlijke mest (rundveedrijfmest), meerjarig gebruik van mest op gras- en bouwland

3. Jaar-N-mineralisatie bij evenwicht = aanvoer N met gewasrest + nawerking mest

4. berekende NLV = jaar-N-mineralisatie * 0.9 (mineralisatie binnen N-opname periode) * 0.7 (N-recovery)

5. N-advies bij niet/sterk droogtegevoelig, betreft advies permanent gras (regel "Gras") en advies gras na bouwland (regel "Bouwland, mais").

6. Gewasrest mais + vanggewas

Overwegingen bij aanpassingen

- De vraag is of het huidig advies aanpassing behoeft. De extra N-bemesting voor opbouw van de zode en de extra N-bemesting als gevolg van de lagere NLV na bouwland komt redelijk overeen met de N die kan worden gekort in de bouwlandfase. Overwogen kan worden een richtgetal te geven voor de extra N-bemesting als gevolg van een lagere NLV na bouwland.

2.3 Slotopmerkingen

De gebruikte informatie betreft resultaten van experimenteel onderzoek en modelberekeningen. Benadrukt moet worden dat beide met onzekerheden zijn omgeven. Zo kunnen resultaten van experimenten tussen jaren en locaties aanzienlijk verschillen. Voor adviezen wordt daar dan vaak een gemiddelde waarde uit gehaald, waarbij de spreiding rond dat gemiddelde doorgaans groot is. Modellen kunnen aanvullend een goede indicatie geven van effecten indien experimentele resultaten ontbreken of schaars zijn. Het betreft echter een zo goed mogelijke benadering van de werkelijkheid die kan afwijken van ene specifieke situatie, het geeft de grootte orde aan zonder de pretentie te hebben om bij wijze van spreken op 5 kg N per ha nauwkeurig kengetallen te berekenen. De gepresenteerde informatie moet door die bril worden bekeken.

In het algemeen is er weinig experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de N-dynamiek in wisselbouwsystemen. Feitelijk is er na het genoemde wisselbouwonderzoek in Nederland en België uit de jaren tachtig en negentig en begin 2000 geen nieuwe informatie uit veldexperimenten beschikbaar gekomen over de N-dynamiek bij wisselbouw. Het verdient aanbeveling daar verder naar te kijken, ook omdat bij samenwerking tussen melkveehouderij en akkerbouw ook vaak wisselbouw wordt toegepast (op zowel het melkvee- als akkerbouwbedrijf) en bij meer samenwerking daardoor mogelijk een frequenter toegepast systeem gaat worden.

3 Referenties

- Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, F. Nevens & J.J. Schröder, 2002. Betekenis wisselbouw voor melkveebedrijf op lichte zandgrond : analyse van resultaten proefbedrijf "De Marke. Marke Rapport 36.
- Boons-Prins, E.R. & E.J.W. Wattel-Koekkoek, 2004. Nitrogen dynamics in non-harvested plant parts and soil after grassland resowing. Nutriënten Management Instituut NMI BV, report 787.03.
- CDM, 2017. Beperking nitraatuitspoeling bij scheuren en herinzaai van grasland, CDM Wageningen, 21 pp.
- Conijn, J.G., 2005. CNGRAS: a dynamic simulation model for grassland management and C and N flows at field scale. PRI rapport 107, Wageningen, 58 pp.
- Conijn, J.G. & F. Taube (Eds.) 2004. Grassland resowing and grass-arable crop rotations. Consequences for performance and environment. Second workshop of the EGF-Working Group 'Grassland Resowing and Grass-arable Rotations, PRI Report 80, Wageningen, 78 pp.
- Cougnon, M., K. Van Den Berge, T. D'Hose, L. Clement & D. Reheul, 2018. Effect of management and age of ploughed out grass-clover on forage maize yield and residual soil nitrogen. The Journal of Agricultural Science 1-10. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000631>.
- Davies M.G., K.A. Smith & A.J.A. Vinten, 2001. The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biology and Fertility of Soil* 33, 423-434.
- De Vliegheer, A., Abts M., Rombouts G., Ooms L., Van de Ven G., Schellekens A., Bries J. & Vandervelpen D., 2015. Graslandvernieuwing. Landbouwcentrum voor Voedergewassen vzw | LCV. B2015/1.
- De Wit, J., N. van Eekeren & G.J. van der Burgt, 2006. Optimalisatie van stikstofbenutting na het scheuren van grasklaver. Bioveem, rapport nr. 15.
- H.S. Yang, B.H. Janssen (2000) A mono-component model of carbon mineralization with a dynamic rate constant. *European Journal of Soil Science* 51, 517-529.
- Kayser, Manfred, Kirsten Seidel, Jürgen Müller, Johannes Isselstein, 2008. The effect of succeeding crop and level of N fertilization on N leaching after break-up of grassland. *European Journal of Agronomy* 29, 200-207.
- Laurent F., Kerveillant P., Besnard, A., Vertes F., Mary B. and Recous S. (2004). Effet de la destruction de prairies pâturées sur la minéralisation de l'azote : approche au champ et propositions de quantification. Synthèse de 7 dispositifs expérimentaux. Research Report Arvalis - INRA - Chambres d'agriculture de Bretagne, 76 pp.
- Nevens, F. & D. Reheul, 2002. The nitrogen and non-nitrogen contribution effect of ploughed grass leys on the following arable forage crops: determination and optimum use. *European Journal of Agronomy* 16, 57-64.
- Schils, R.L.M., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, J.G. Conijn, W.J. Corré, A.M. van Dam, I.E. Hoving, H.G. van der Meer, G.L. Velthof, 2002. Grassland renovation in the Netherlands; agronomic, environmental and economic issues. In: Conijn, J.G., G.L. Velthof & F. Taube, 2002. Grassland resowing and grass-arable rotations. International workshop on Agricultural and Environmental issues, Wageningen, The Netherlands, 18 & 19 April 2002, Plant Research International report 47, EGF Working Group "Grassland resowing and grass-arable rotations" Report 1.

Van Dijk, W., 1997. Mais na oud grasland op klei vraagt weinig stikstof en fosfaat. Praktijkonderzoek 97-1, 12-14.

Van Dijk, W., 1999. Gescheurd grasland levert veel stikstof voor snijmaïs. Praktijkonderzoek 99-2, 45-47.

Van Dijk, W., T. Baan Hofman, K. Nijssen, H. Everts, A.P. Wouters, J.G. Lamers, J. Alblas & J. van Bezooijen, 1996. Effecten van mais-gras-vruchtwisseling. PAGV-verslag 217, Lelystad, 140 pp.

Van Eekeren, N., J. Deru, N. Hoekstra & J. de Wit, 2018. Carbon Valley, organische stof management op melkveebedrijven, LBI rapport, Driebergen, 34 pp.

Velthof, G.L., Oenema, O., 2001. Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen. Report 399, Alterra, Wageningen, 55 pp.

Velthof, G.L., H.G. van der Meer en H.F.M Aarts (2002). Some environmental aspects of grassland cultivation. The effects of ploughing depth, grassland age, and nitrogen demand of subsequent crops. Alterra rapport 581, 28 pp.

Velthof, G.L., 2005. Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1204. 98 blz.

Vergeer, W.N. & W. Bussink, 1999. Mogelijkheden voor verbetering van het bemestingsadvies bij herinzaai van grasland. Nutriënten Management Instituut NMI BV, rapport 219.99.

Vertès, F.; Hatch, D.J.; Velthof, G.L.; Taube, F.; Laurent, F.; Loiseau, P.; Recous, S., 2007. Short-term and cumulative effects of grassland cultivation on nitrogen and carbon cycling in ley-arable rotations. In: Permanent and temporary grassland: Plant, Environment and Economy, 14th symposium of the European Grassland Federation Ghent, 3-5 September 2007. - Gent : - p. 227 - 246

Young C.P. (1986) Nitrate in groundwater and the effects of ploughing on release of nitrate. In "Effects of land use on fresh waters: agriculture, forestry, mineral exploitation, urbanisation. Ellis Horwood Series in Water and Wastewater Technology", de L.G. Solbe (ed.), 221-237.