

Bemesting grasland geiten:

Bemestingsplan

Grondonderzoek

Bemesting grasland

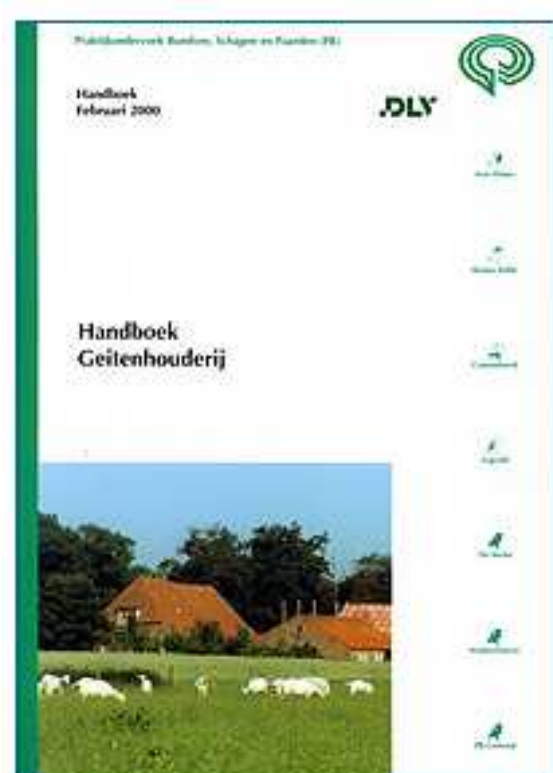
Bemesting voedergewassen

Meststoffen van dierlijke oorsprong

Kunstmeststoffen

Zware metalen en andere verontreinigingen

Dit hoofdstuk behandelt de gegevens die nodig zijn om een goed bemestingsplan op te stellen en uit te voeren. De basis van een goed bemestingsplan is grondonderzoek. De methoden hiervoor worden in dit hoofdstuk behandeld. Grondonderzoek kan geïnterpreteerd worden met behulp van de Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergewassen. Met de samenvatting van deze adviesbasis kan men de behoefte aan voedingselementen vaststellen. Zowel dierlijke mest als kunstmest kunnen deze behoefte dekken. Ook de samenstelling en werking van dierlijke mest en de samenstelling van een aantal kunstmestsoorten krijgen de aandacht. Ook vindt u in dit hoofdstuk een overzicht van de gevolgen van zware metalen voor landbouwhuisdieren en de achtergrond- en signaalwaarden voor een aantal zware metalen en organische verontreinigingen van landbouwgrond.



5.1 Grondonderzoek

Door grondonderzoek verkrijgt men inzicht in de bemestingstoestand van de bodem, waardoor een gerichte aanvulling mogelijk wordt.

In het onderzoek van de bemestingstoestand worden diverse bepalingen uitgevoerd, afhankelijk van grondsoort, grondgebruik en wensen van de inzender. Het standaardonderzoek op grasland is gericht op organische stof, lutum, pH, fosfaat, kali en natron. Uitbreiding met onderzoek naar stikstof, magnesium, koper en kobalt is mogelijk.

Bij grasland wordt de bovenste laag (0 - 5 cm) bemonsterd, behalve bij (her)inzaai waar de laag die bovenkomt bemonsterd moet worden, bijvoorbeeld 10- 25 cm diep.

Voor bouwland geldt 0 - 25 cm.

5.2 Bemesting grasland

De richtlijnen voor de bemesting zijn ontleend aan de "Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergewassen", uitgave september 1994. Hierin staan niet de adviezen die daarna door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen gewijzigd zijn. Voor grasland betreft dit het fosfaat- en het kali-advies. Voor een volledig overzicht van de richtlijnen wordt verwezen naar de meest recente uitgave van de Adviesbasis.

pH (zuurgraad)

Een goede pH van de bodem is gewenst voor de wortelgroei, de botanische samenstelling van de grasmat en de beschikbaarheid van een aantal plantvoedende eigenschappen. De gewenste pH voor grasland op veengrond is 4,6 tot 5,2, op andere grondsoorten 4,8 tot 5,5. Bij een lagere pH dient men te bekalken tot pH 4,8 op veengrond, op andere grondsoorten tot 5,0. Bij de grasland-verbetering moet men kalkgift berekenen over de laag, waarmee de kalk bij het inwerken wordt vermengd. Het grondmonster moet men nemen van de laag die na het ploegen bovenkomt. De hoeveelheid kalk die nodig is om de pH te verhogen berekent men met behulp van de kalkfactor. De kalkfactor geeft het aantal kg z.b.w. (zuurbindende waarde, uitgedrukt in kg CaO) aan, dat per 10 cm bouwvoordikte moet worden gegeven om de pH met 0,1 te verhogen. De kalkfactoren voor zand, dalgrond en veen staan gegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kalkfactor voor zand, dalgrond en veen in kg z.b.w. /ha per 10 cm bouwvoordikte

Org. Stof (%)	Kalkfactor	Org. Stof (%)	Kalkfactor	Org. Stof (%)	Kalkfactor
2	67	12	214	24	311
4	104	14	234	28	333
6	136	16	252	32	354
8	165	18	269	36	371
10	190	20	284	40	386

Voor klei en löss is de kalkfactor afhankelijk van het organische stofgehalte en het slijbgehalte.

De kalkfactor wordt berekend volgens onderstaande formule, waarin rho = droge dichtheid van de grond (g/cm³). Deze is afhankelijk van het organische stofgehalte (zie tabel 5.2).

Formule: Kalkfactor = 11,2 x rho x (0,25 x slijbgehalte + percentage organische stof)

Tabel 5.2 Droge dichtheid van klei en löss, afhankelijk van het organische stofgehalte

Org. Stof (%)	rho g/cm ³	Org. Stof (%)	rho g/cm ³	Org. Stof (%)	rho g/cm ³
1,0	1,31	8,0	1,04	16,0	0,92
2,0	1,25	10,0	1,00	18,0	0,89
4,0	1,14	12,0	0,96	20,0	0,88
6,0	1,08	14,0	0,94		

De benodigde hoeveelheid zuurbindende waarde wordt als volgt berekend:

kg z.b.w./ha = kalkfactor x inwerkdiepte (in dm) x (gewenste pH-verhoging/10)

Voor de bepaling van de onderhoudsbekalking wordt aangenomen dat de basisuitspoeling uit de zodelaag gemiddeld 50 kg z.b.w. per ha per jaar bedraagt. Het verdient aanbeveling om deze behoefte bijvoorbeeld eenmaal in de drie jaar aan te vullen met een kalkmeststof of door het toepassen van een basisch werkende meststof.

Stikstof

Stikstof (N) is in hoeveelheid gemeten het belangrijkste voedingselement. Het aanbod van stikstof bepaalt de groeisnelheid en het opbrengstniveau van het gewas. Bovendien verhoogt een stikstofgift de eiwit- en mineralengehalten van het gras. Nadelen van een hoge stikstofgift zijn een slechte benutting van magnesium door het vee en de kans op nitraatvergiftiging. Verder nemen de stikstofverliezen in de vorm van uitspoeling, afspoeling en vervluchtiging toe.

Het aanbod van beschikbare stikstof voor het gewas bestaat in hoofdzaak uit stikstof uit dierlijke mest, kunstmest en stikstoflevering door de bodem. Met deze laatste factor werd in het verleden weinig rekening gehouden, maar sinds 1993 wordt in het stikstofadvies (tabel 5.3) met de stikstoflevering door de bodem wel rekening gehouden. Het advies onderscheidt vier klassen van stikstofleverend vermogen en drie klassen van snede-opbrengst. De relatie tussen stikstofgift en graslandmanagement wordt behandeld in hoofdstuk 7 (grasgroei en graslandgebruik).

Tabel 5.3 Landbouwkundig stikstofadvies voor grasland (1993)

Regime	Maximum ²			Maximum min 100			Maximum min 200		
	1 <1500	2 1500- 2500	3 ≥2500	1 <1500	2 1500- 2500	3 ≥2500	1 <1500	2 1500- 2500	3 ≥2500
Opbrengst-categorie ds-opbrengst									
Verwachte jaargift	225			125					
¹ NLV-klasse 1 (300 kg N/ha/jaar)									
1 ^e snede	0	35	70	0	20	40			
na 1 ^e snede tot 1 juli	25	45	65	10	20	30			
1 juli t/m 15 sept.	10	30	50	0	15	25			
Verwachte jaargift	340			240			140		
NLV-klasse 2 (230 kg N/ha/jaar)									
1 ^e snede	30	60	100	20	40	70	10	25	40
Na 1 ^e snede tot 1 juli	40	60	85	20	35	60	10	20	30
1 juli t/m 15 sept.	20	45	70	15	30	40	10	15	25
Verwachte jaargift	340			240			140		
NLV-klasse 3 (200 kg N/ha/jaar)									
1 ^e snede	55	75	110	40	55	80	25	30	45
Na 1 ^e snede tot 1 juli	40	60	85	30	40	60	15	25	35
1 juli t/m 15 sept.	20	40	65	15	30	45	10	15	25
Verwachte jaargift	400			300			200		
NLV-klasse 4 (140 kg N/ha/jaar)									
1 ^e snede	65	85	120	50	65	90	35	45	60
Na 1 ^e snede tot 1 juli	50	70	95	40	50	70	25	35	50
1 juli t/m 15 sept.	30	50	75	25	40	55	15	25	40

¹ NLV = stikstof leverend vermogen

² Indien de jaargift lager uit moet komen dan het maximum kan men de aangepaste snedegiften berekenen door de maximale giften te vermenigvuldigen met een factor. Deze factor wordt berekend door het gewenste jaarniveau te delen door het maximale jaarniveau. In de tabel is dat reeds gedaan voor de jaarniveaus die 100 en 200 kg lager uitkomen dan het maximum.

Bij NLV-klassen 1 en 2: Tijdens langdurige, natte (koude) perioden kan de stikstoflevering van de bodem lager zijn dan normaal. Ter compensatie kunnen de sneden dan 10 a 15 kg/ha extra worden bemest.

Bij NLV-klassen 3 en 4: De verwachte jaargiften gelden alleen voor gronden met een goede vochtvoorziening. Door toepassing van het advies bij een matige of slechte vochtvoorziening zal de jaargift naar verwachting respectievelijk ongeveer 50 of 100 kg stikstof per ha lager zijn.

Fosfaat

Fosfaat (P) is zowel voor de grasgroei als voor de gezondheid en productie van het vee van belang. Een bemesting met fosfaat heeft een relatief grote invloed op de groeisnelheid van de eerste snede. Daarom is de gift voor de eerste snede onafhankelijk van het gebruik. De grootte van de gift is vooral afhankelijk van de bemestingstoestand van de grond. De giften voor de volgende sneden zijn erop gericht om de onttrekking van fosfaat door het gewas te compenseren. Tabel 5.4 geeft een overzicht van het fosfaatadvies.

Tabel 5.4 Waardering fosfaattoestand en richtlijn voor fosfaatbemesting grasland

Waardering	Zeeklei, veen, zand, dalgrond	Rivierklei	Löss	Eerste snede	Volgende sneden			Aantal jaren
					Weiden	Maaien ¹		
						Normale snede	Lichte snede	
Laag	< 18	< 15	< 13	110	20	25	20	4
Vrij laag	18 - 29	15 - 24	13 - 19	70	20	25	20	4
Voldoende	30 - 39	25 - 34	20 - 29	45	20	25	20	4
Ruim voldoende	40 - 55	35 - 55	30 - 45	25	20	25	20	4
Hoog	> 55	> 55	> 45	15	0	0	0	1 ²

¹ Onder een normale maaisnede wordt een snede zwaarder dan 2500 kg droge stof per ha verstaan. Lichte snedes zijn lichter dan 2500 kg ds per ha.

In de praktijk worden na 1 juli over het algemeen lichte snedes gemaaid. Indien van te voren bekend is dat men toch een normale snede maait, wordt een gift van 25 kg P₂O₅ geadviseerd. Echter, een grasopstand later in het seizoen, geeft bij gelijke hoogte meestal een lagere opbrengst dan eerder in het seizoen. Advies: na 15 september geen fosfaat meer geven.

² De volgende jaren volgens het advies bij "ruim voldoende".

Als men een perceel met een hoge fosfaattoestand meer dan twee keer maait, wordt een grote hoeveelheid fosfaat afgevoerd. Het is dan mogelijk dat voor de latere sneden onvoldoende opneembaar fosfaat aanwezig is. Voor deze situatie luidt het advies om één van de volgende sneden te bemesten met 25 kg P₂O₅ per ha (lichte snede 20 kg per ha). Bij graslandverbetering is het voor een vlotte groei van het gewas noodzakelijk dat men de bemesting geeft na het ploegen en eventuele egalisatie. Indien na de grondbewerking geen grondonderzoek is uitgevoerd en het perceel zelden of nooit is gescheurd, kan men in het eerste jaar van de toestand "vrij laag" uitgaan; indien men vaker herinzaait, van de fosfaattoestand voor herinzaai.

Kali

Kali (K) is belangrijk voor de groei van het gras. Een maaisnede onttrekt veel kalium aan de grond. Op gronden met slechts een geringe kaliumreserve, zoals humusarme gronden, kan hierdoor een kaliumtekort ontstaan aan het einde van het groeiseizoen. Een te zware kaliumbemesting veroorzaakt een verlaging van het natrium-, magnesium- en calciumgehalte van het gras. Een eventuele overdosering van kali door het gebruik van veel dierlijke mest moet men daarom beperken tot 50 kg K₂O per ha per jaar. Ook dient de kaliumgift per snede niet veel groter te zijn dan het advies aangeeft. De teveel gegeven kalium wordt deels door het gras opgenomen, waardoor de magnesiumvoorziening van het vee in gevaar komt. De tabellen 5.5 en 5.6 geven het kaliuadvies weer.

Tabel 5.5 Waardering kaligetal en richtlijn voor kalibemesting grasland op zand- en dalgrond (< 25% organische stof)

Waardering	K-getal	Eerste snede			Volgende sneden				Aantal jaren
		weiden	maaieren ¹		weiden (eenmalig) dag en nacht	maaieren (per snede)			
			normaal	licht		dag	normaal ¹	licht	
Laag	< 16	100	140	180	0	90	100	70	4
Voldoende	16 - 25	60	100	140	0	90	100	70	4
Ruim voldoende	26 - 35	0	40	80	0	90	80	50	1 ²
Hoog	36 - 45	0	0	40	0	0	60	40	1 ³
Zeer hoog	> 45	0	0	0	0	0	0	0	1 ³

¹ Met een normale maaisnede wordt een snede van meer dan 2500 kg droge stof per ha bedoeld, een lichte maaisnede is minder dan 2500 kg ds per ha.

² Volgende jaren volgens "voldoende".

³ Volgende jaren volgens "ruim voldoende".

Als men een perceel op zand- of dalgrond met een zeer hoge kalitoestand meer dan twee keer maait, wordt een grote hoeveelheid kali afgevoerd. Het is dan mogelijk dat voor de latere sneden onvoldoende opneembaar kali aanwezig is. Voor deze situatie wordt geadviseerd om een van de volgende sneden te bemesten met 60 kg K₂O per ha (lichte sneden 40 kg/ha). Na de eerste snede is de gift voor maaien gebaseerd op een opbrengst van 3500 kg droge stof per ha. Maait men bij een lagere opbrengst, dan kan de gift evenredig worden verminderd.

Tabel 5.6 Waardering kaligetal en richtlijn voor kalibemesting grasland op zeeklei, rivierklei, veengrond en löss, 1983

Waardering	K-getal	Eerste snede			Volgende sneden				Aantal jaren
		weiden	maaien ¹		weiden (eenmalig)		maaien ¹ (per snede)		
			normaal	licht	dag en nacht	overdag	normaal	licht	
Laag	< 13	80	120	160	0	90	100	70	4
Voldoende	13 - 20	20	60	100	0	90	100	70	4
Ruim vold.	21 - 28	0	30	60	0	90	50	30	1 ²
Hoog	29 - 36	0	0	30	0	0	0	0	1 ³
Zeer hoog	> 36	0	0	0	0	0	0	0	1 ³

¹ Met een normale maaisnede wordt een snede van meer dan 2500 kg droge stof per ha bedoeld, een lichte maaisnede is minder dan 2500 kg ds per ha.

² Volgende jaren volgens "voldoende".

³ Volgende jaren volgens "ruim voldoende".

Als men een perceel op zeeklei, rivierklei, veengrond of löss met een hoge kalitoestand meer dan twee keer maait, wordt een grote hoeveelheid kali afgevoerd. Het is dan mogelijk dat voor de latere sneden onvoldoende opneembaar kali aanwezig is. Advies: een van de volgende sneden bemesten met 50 kg K₂O per ha (lichte sneden 30 kg/ha). Dit is niet nodig bij een zeer hoge kalitoestand. Na de eerste snede is de gift voor maaien gebaseerd op een opbrengst van 3500 kg droge stof per ha. Maait men bij een lagere opbrengst, dan kan men de gift evenredig verminderen.

Magnesium

Magnesium is vooral belangrijk voor de gezondheid van de dieren. Voor gras bevat de bodem meestal wel genoeg magnesium. Een te laag magnesiumgehalte in het bloed en/of een slechte benutting van het magnesium kunnen tot een lagere melkproductie leiden. Een slechte benutting komt vooral voor bij eiwit- en kalrijk gras. Het magnesiumgehalte van het gras wordt bepaald door de magnesium-, stikstof- en kalibemesting en de magnesium- en kalitoestand van de grond. Bij een hoge kaliumopname neemt het gras minder magnesium op. Vooral zandgronden kunnen een laag magnesiumgehalte hebben. Tabel 5.7 geeft het magnesiumadvies voor zandgrond, dalgrond en löss. Op klei- en veengronden is de magnesiumtoestand in de regel veel hoger en heeft een bemesting weinig effect.

Tabel 5.7 Richtlijn voor magnesiumbemesting grasland op zandgrond, dalgrond en löss

MgO gehalte grond (mg/kg)	Waardering	MgO bemesting (kg/ha)
< 75	Laag	200
75 - 150	Vrij laag	100
151 - 250	Voldoende	50
> 250	Hoog	0

Natrium, koper, kobalt en mangaan

In het grondonderzoek worden desgewenst de mineralen natrium, koper, kobalt en mangaan meegenomen. Het Bedrijfslaboratorium Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) geeft naar aanleiding van de resultaten een bemestingsadvies.

De natriumtoestand van grasland en een eventuele bemesting met natrium zijn alleen van belang om het vee van voldoende natrium te voorzien en niet voor de grasgroei. Natrium beïnvloedt wel de smakelijkheid van het gras.

Opvolging van het bemestingsadvies voor natrium geeft alleen kans op een gunstig resultaat als de kalibemesting in overeenstemming is met het kali-advies. De geadviseerde hoeveelheid moet men elk jaar in het voorjaar geven tot opnieuw grondonderzoek wordt gedaan. Indien men geen kali in de vorm van kunstmest hoeft te strooien, geeft men de vereiste hoeveelheid Na_2O als chilisalpeter of als landbouwsout. Op percelen waar het calciumgehalte van het gras niet hoog is (in het algemeen zandgronden) dient men landbouwsout (NaCl met een gehalte aan Na_2O van 50 %) te gebruiken. Op deze gronden kan men beter geen chilisalpeter strooien omdat hierdoor het calciumgehalte van het gras wordt verlaagd. Wanneer wel een kalibemesting nodig is, kan men het beste laaggehaltige kalizouten gebruiken.

Koper is vooral belangrijk voor de gezondheid van het vee. Geiten zijn, net als koeien maar in mindere mate dan schapen, gevoelig voor koperovermaat. Daarom dient een perceel dat met koperhoudende meststoffen bemest is gedurende tenminste zes weken niet beweid te worden.

Kobalt is belangrijk voor de groei en de productie van het vee.

Onderzoek naar het mangaangehalte van de grond heeft op grasland weinig zin. De pH van de grond bepaalt voor een belangrijk deel het mangaangehalte in het gras. Wanneer de pH op het juiste niveau is, bevat het gras voldoende mangaan.

5.3 Waardering bemestingstoestand en normen voor bemesting voedergewassen

De richtlijnen voor de bemesting van maïs en andere voedergewassen zijn ontleend aan de "Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergewassen", uitgave september 1994.

Voor de bemesting van maïs wordt een onderscheid gemaakt tussen maïs in continueelt (twee of meer opeenvolgende jaren maïs of waar dit gewas meer dan 50 % van het vruchtwisseling-schema uitmaakt) en maïs in een vruchtwisseling. Het verschil is dat men bij maïs in continueelt veronderstelt dat jaarlijks grote hoeveelheden dierlijke mest worden gebruikt (meer dan $40 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$).

pH (zuurgraad)

Een goede pH is voor de beschikbaarheid van een aantal elementen van groot belang. Zowel een lagere als een hogere pH leidt tot een lagere opbrengst. Op kleigrond is een goede pH ook van belang voor de structuur van de grond.

Zand- en dalgrond

Voor maïs is de meest gewenste pH 4,9-5,4 en voor bieten 5,8 of hoger. Als men een perceel regelmatig voor bietenteelt gebruikt, bijvoorbeeld eenmaal in de 3-4 jaar, en weinig of niet voor aardappelenteelt, kan een pH van 5,7 worden aangehouden. In andere situaties is een lagere pH voldoende. Door een zaaibedbekalking met 1000 kg kalkmeststof kan de pH van het zaaibed tijdelijk worden verhoogd.

Zavel en zeeklei

In tabel 5.8 staat de minimaal gewenste pH voor bouwland op zavel en zeeklei.

Tabel 5.8 Minimaal gewenste pH voor bouwland op zavel en zeeklei

Percentage org. stof	Percentage afslibbaar						
	11-14	15-19	20-24	25-34	35-44	45-54	> 54
1,0 - 1,9	6,7	6,7	6,7	6,8	7,1	7,2	7,2
2,0 - 2,9	6,2	6,3	6,4	6,6	6,9	7,1	7,2
3,0 - 4,9	5,9	6,0	6,2	6,4	6,7	7,0	7,1
5,0 - 7,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9
7,5 - 9,9	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3	6,5	6,7
10,0 - 12,4	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4
12,5 - 14,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1
15,0 - 19,9	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7	5,8
20,0 - 24,9	4,6	4,8	4,9	5,0	5,2	5,4	5,5
25,0 - 29,9	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2
30,0 - 34,9	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
> 34,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6

Bij meer dan 2 % CaCO₃ is geen bekalking nodig. Om de slempigheid van lichte zavelgronden met weinig organische stof voldoende tegen te gaan, zou men tot een hogere pH moeten bekalken dan het advies aangeeft, maar bij het verbouwen van aardappelen geeft dat vaak een lagere opbrengst en meer schurft.

Lössgrond

Bekalken tot pH-KCl 6,3 en 6,6, (mais in continuteelt 5,7 en 6,0) bij respectievelijk 10-19 % en ≥ 20 % slib.

Rivierklei

Bekalken tot pH-KCl 6,0, 6,2 en 6,4 bij respectievelijk 11-14; 15-19 en ≥ 20 % slib.

Berekening kalkgift

Voor de berekening van de kalkgift bij reparatiebekalking wordt verwezen naar het gedeelte over bemesting grasland. Indien de pH echter verhoogd dient te worden tot boven 6,4, dan moet men voor het gedeelte van de verhoging boven pH 6,4 gebruikmaken van tabel 5.9.

Tabel 5.9 Aantal benodigde kg z.b.w. per ha per 10 cm bouwvoor om de pH van 6,4 te verhogen tot het gewenste niveau

Org. stof	2,0-2,9 %				3,0-4,9 %		
	Afslibbaar (%)				Afslibbaar (%)		
Uitgangs pH	25-34	35-44	45-54	> 54	35-44	45-54	> 54
6,5	240	1600	3800	8100	660	2600	4500
6,6	-	1300	3500	7700	350	2300	4100
6,7	-	950	3100	7200	-	1900	3600
6,8	-	500	2600	6600	-	1300	3000
6,9	-	-	1900	5900	-	720	2300
7,0	-	-	1200	5000	-	-	1400
7,1	-	-	-	3600	-	-	-
7,2	-	-	-	-	-	-	-
Gewenste pH	6,6	6,9	7,1	7,2	6,7	7,0	7,1

Stikstof

Stikstof is ook voor voeder gewassen een belangrijk voedingselement. Voor maïs bestaat er een stikstofbestedingsadvies op basis van grondonderzoek in maart en in juni (voor het zesblad-stadium). Op basis van dit advies kan een landbouwkundig (tabel 5.10) en een milieukundig bestedingsadvies (tabel 5.11) worden gegeven.

Tabel 5.10 Landbouwkundig stikstofadvies voor maïs (kg N/ha)

Mestgebruik:	Veel mest	Weinig mest
Sector:	Veehouderij	Akkerbouw
Teeltwijze:	Continu	Vruchtwisseling
Adviesgift voor zaai	$180-N_{\min}(0-30)^1$	$205-N_{\min}(0-30)$
Adviesgift juni	$210-N_{\min}(0-60)^2$	$210-N_{\min}(0-60)$

¹ $N_{\min}(0-30)$ betekent minerale stikstof in de bodem tot 30 cm

² $N_{\min}(0-60)$ idem tot 60 cm

Tabel 5.11 Milieukundig stikstofadvies voor maïs ($N_{\min} = N_{\min}(0-30)^1$) en opbrengstderving²

Mestgebruik:	Veel mest		Weinig mest	
Sector:	Veehouderij		Akkerbouw	
Teeltwijze:	Continu		Vruchtwisseling	
Grondsoort:	Zand	Klei	Zand	Klei
Adviesgift voor zaai (kg N/ha)	$60-N_{\min}$	$140-N_{\min}$	$85-N_{\min}$	$165-N_{\min}$
Opbrengstderving (%)	10	7	10	7

¹ $N_{\min}(0-30)$ betekent minerale stikstof in de bodem tot 30 cm

² De adviesgift beoogt de ophoping van stikstof na de oogst tot $70 \text{ kg } N_{\min}(0-100)^3$ per ha te beperken.

Voor beide stikstofadviezen geldt: indien in het voorafgaande seizoen een geslaagde groenbemester is geteeld en daarna ondergeploegd, moet 25 kg N per ha (vlinderbloemigen 35) van de adviesgift in het voorjaar worden afgetrokken. Voor gescheurd grasland is deze aftrek 50 kg stikstof per ha, voor land waar maïsstro (MKS, CCM, korrelmaïs) is achtergebleven 30 kg stikstof per ha.

Fosfaat

Fosfaat is weinig beweeglijk in de grond. Daarom is het van belang dat voldoende fosfaat dicht bij de wortels aanwezig is. Het Pw-getal van de bouwvoor moet bij voorkeur op het streefgetal (30) liggen. Het fosfaatadvies voor maïs in continueelt staat in tabel 5.12, het fosfaatadvies voor maïs in vruchtwisseling en voor voederbieten, luzerne en kunstweide in tabel 5.13.

Tabel 5.12 Richtlijn voor fosfaatbemesting (in kg P₂O₅ per ha) van maïs in continueelt

Pw-getal	Combinatie kunstmest en dierlijke mest		Alleen dierlijke mest	Alleen kunstmest
	rijenbemesting ¹ (kunstmest)	breedwerpige aanvulling (dierlijke mest ²)		
10	30	125	185	95
15	30	110	170	85
20	30	90	150	75
25	30	75	135	70
30	30	60	120	60
35	30	45	105	55
40	30	25	85	45
45	30	10	70	35
50	30	0	55	30
55	20	0	35	20
60 en hoger	0	0	0	0

¹ Bij het gebruik van kunstmestfosfaat is het advies om deze als rijenbemesting toe te dienen.

² Diep ondergeploegde mest werkt onvoldoende tijdens de jeugdgroei van maïs. Daarom moet men erop letten dat de mest in de bovenste 10 cm van de bouwvoor terechtkomt.

In tabel 5.12 komen hogere fosfaatgiften voor dan wettelijk is toegestaan. Het resterende gedeelte kan dan als kunstmest worden toegediend. Gebeurt dit als rijenbemesting, dan kan met de helft van de resterende gift worden volstaan. De bemestende waarde van maïsstro (bij teelt van CCM, MKS en korrelmaïs) bedraagt ongeveer 30 kg fosfaat en kan in mindering worden gebracht op de breedwerpig toegediende gift.

Tabel 5.13 Richtlijn voor fosfaatbemesting (in kg P₂O₅ per ha) van maïs, voederbieten, luzerne en kunstweide

Pw-getal	Mais ¹	Voederbieten		Luzerne ² , kunstweide ³	
		zand- en dalgrond, rivierklei en löss	zeeklei en zeezand	zand- en dalgrond, rivierklei en löss	zeeklei en zeezand
10	185	160	150	130	110
15	170	145	130	110	90
20	150	125	115	95	65
25	135	110	95	75	45
30	120	90	75	55	20
35	105	75	55	40	0
40	85	55	40	20	0
45	70	40	0	0	0
50	55	20	0	0	0
55	35	0	0	0	0
60 en hoger	0	0	0	0	0

¹ Bij rijenbemesting kan men met de halve hoeveelheid volstaan.

² Het advies voor luzerne is gebaseerd op een jaaropbrengst van 12,5 ton droge stof. Bij een aanmerkelijk hogere opbrengst wordt 20 kg fosfaat per ha extra geadviseerd.

³ Het advies voor kunstweide is gebaseerd op twee sneden. Per extra snede is het advies 30 kg fosfaat per ha.

Kali

Met snijmais wordt veel kali afgevoerd, namelijk 235 tot 300 kg per jaar bij opbrengsten van 13 tot 16 ton droge stof. Meestal wordt door gebruik van rundveemest voldoende kalium aangevoerd. Bij gebruik van varkens- en kippenmest zal een tekort ontstaan, uitgaande van aangescherpte mestnormen. Ook voederbieten hebben een hoge kalibehoeftte. De adviezen voor de kalibemesting van maïs en voedergewassen staan vermeld in tabel 5.14.

Tabel 5.14 Richtlijn voor kalibemesting van maïs en andere voedergewassen¹

Zand- en dalgrond					Kleigrond					
K-getal	Adviesgift (kg K ₂ O per ha)				K-getal	Adviesgift (kg K ₂ O per ha)				
	Snij- mais in continut eelt ²	Snijmais, luzerne, kunst- weide in vrucht- wisseling	Voederb ieten	CCM, MKS, korrel- mais		Snij- mais in continut eelt	Snijmais in vrucht- wisseling		Voederbieten, kunstweide en luzerne	
						klei <10% org.stof	klei >10 % org.stof	klei <10% org.stof	klei >10% org.stof	
≤ 4	300	320	430	220	≤ 4	300	160	330	180	290
6	300	280	380	190	6	300	160	330	180	290
8	300	250	350	160	8	300	130	290	160	260
10	300	220	320	130	10	300	100	250	130	230
12	260	180	280	110	12	300	70	210	110	200
14	210	160	260	90	14	300	50	170	80	170
16	160	140	230	70	16	240	30	140	60	150
18	110	120	190	60	18	190	0	120	40	130
20	60	110	170	50	20	140	0	100	0	110
22	30	100	140	40	22	90	0	80	0	100
24	0	80	120	30	24	40	0	70	0	90
26	0	70	90	0	26	0	0	50	0	80
28	0	60	70	0	28	0	0	40	0	70
30	0	50	50	0	30	0	0	0	0	60
32	0	40	30	0	32	0	0	0	0	50
34	0	30	0	0	34	0	0	0	0	40
36	0	0	0	0	36	0	0	0	0	40
38	0	0	0	0	38	0	0	0	0	30
40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0

¹ Voor bieten is naast deze hoeveelheid kali nog Na₂O (200 kg/ha) gewenst.

Magnesium

Magnesiumgebrek in maïs treedt meestal op door een te lage pH van de grond. Ook een overmatige kalibemesting kan magnesiumgebrek veroorzaken. Uiteraard speelt ook de magnesiumtoestand van de grond een rol. Voor zandgrond, dalgrond en löss bestaat een bemestingsadvies op basis van grondonderzoek (tabel 5.15). Dit advies gaat uit van een goede pH en is gericht op het verkrijgen en handhaven van een voldoende magnesiumtoestand.

Voor kleigronden en alluviaal zand wordt geen magnesiumadvies gegeven op basis van grondonderzoek. Een bemesting met magnesium heeft op deze gronden weinig effect. Tekorten kunnen daar het beste bestreden worden door bespuitingen met magnesiumzouten (80 kg bitterzout in 600 l water).

Tabel 5.15 Waardering magnesiumtoestand en richtlijn voor magnesiumbemesting van maïs en andere voedergewassen voor zand- en dalgrond en löss.

Waardering	MgO-gehalte (mg/kg)	Jaar na grondonderzoek			
		1e	2e	3e	4e
Laag	0-75	1	2	2	2
Voldoende	75-109	0	2	2	2
Ruim voldoende	110-174	0	0	2	2
Hoog	175-300	0	0	0	2
Zeer hoog	>300	0	0	0	0

0: geen MgO-gift nodig.

1: MgO-gift in kg/ha = (75 - MgO gehalte) x dikte bouwvoor in dm x dichtheid grond.

2: MgO-gift in kg/ha = 20,7 x dikte bouwvoor in dm x dichtheid grond.

Als streefgetal geldt 75 mg MgO per kg grond.

De richtlijnen gelden bij toepassing van magnesium in de vorm van magnesiumsulfaat (kieseriet). De werking van magnesium in dierlijke mest is hieraan gelijk. De werking van magnesium in magnesiumcarbonaat is bij najaarsaanwending circa 50 % van de werking van magnesiumsulfaat en bij voorjaarsaanwending circa 25 %.

De naderwerking van magnesiumcarbonaat is echter groter dan van magnesiumsulfaat.

De dichtheid (ρ) van zand, dalgrond en löss kan worden berekend met de volgende formule:

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{1}{0,2525 \times \% \text{ organische stof} + 0,6541}$$

Spoorelementen

In het algemeen worden spoorelementen met dierlijke mest in voldoende mate toegediend. Maïs is met name gevoelig voor boriumtekort. Dit uit zich in een slechte en onregelmatige korrelzetting.

Grondonderzoek kan inzicht geven in de aanwezigheid van spoorelementen.

5.4 Meststoffen van dierlijke oorsprong

De voedingselementen in dierlijke mest kunnen op een geitenbedrijf vaak een aanzienlijk deel van de bemestingsbehoefte dekken. Een goede kennis van de samenstelling en de werking van deze mest is daarbij nodig.

Samenstelling van dierlijke mest

Tabel 5.16 geeft de gemiddelde samenstelling van dierlijke mest. De werkelijke samenstelling van de mest kan hier soms sterk van afwijken. De mestsamenstelling wordt onder andere beïnvloed door rantsoen, waterverbruik en stalsysteem. De mestproductie per dier hangt af van (melk-)productie en waterverbruik. Een mestanalyse kan vaak een beter inzicht geven in de werkelijke samenstelling van de mest. Voorwaarde is wel dat het mestmonster representatief is voor de gehele partij mest.

Tabel 5.16 Samenstelling van dierlijke mest in kg per 1000 kg product. Tussen haakjes is de standaarddeviatie¹ vermeld

	Droge stof	Org. Stof	N _{totaal}	N _m	N _{org}	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	Dichtheid kg/m ³
Vaste mest										
Geiten	265 (35)	182	8,5 (1,9)	2,6 (2,8)	5,9	5,2 (1,7)	10,6 (2,7)	3,5 (0,9)	1,9 (0,7)	
Rundvee	235 (80)	153	6,9 (3,2)	1,6 (0,8)	5,3 (3,1)	3,8 (1,4)	7,4 (4,9)	2,1 (1,0)	0,9 (0,3)	900
Schapen	290 (69)	205	8,6 (1,8)	2,0 (1,1)	6,6	4,2 (1,1)	16,0 (3,4)	2,8 (1,0)	2,3 (0,6)	
Varkens (stro)	230	160	7,5	1,5	6,0	9,0	3,5	2,5	1,0	
Leghennen ²	515 (81)	374 (65)	24,1 (3,5)	2,4 (0,7)	21,7	18,8 (2,9)	12,7 (1,9)	4,9 (1,0)	1,5 (0,3)	605 (100)
Vleeskuikens	605 (55)	508 (49)	30,5 (3,6)	5,5 (1,1)	25,0	17,0 (2,4)	22,5 (2,5)	6,5 (1,2)	3,0 (0,8)	605 80
Champost	350	220	5,8	0,3	5,5	3,6	8,7	2,4	0,9	550
GFT-compost	650	190	8,5	0,8	7,8	3,7	6,4	2,7		800
Dunne mest										
Rundvee	90 (19)	66	4,9 (0,8)	2,6 (0,5)	2,3 (0,6)	1,8 (0,4)	6,8 (1,2)	1,3 (0,3)	0,8 (0,3)	1005
Vleesvarkens	90 (32)	60	7,2 (1,8)	4,2 (1,1)	3,0 (1,3)	4,2 (1,5)	7,2 (1,9)	1,8 (0,7)	0,9 (0,3)	1040
Zeugen	55 (28)	35	4,2 (1,4)	2,5 (0,8)	1,7 (1,0)	3,0 (1,7)	4,3 (1,4)	1,1 (0,7)	0,6 (0,2)	
Vleeskalveren	20	15	3,0	2,4	0,6	1,5	2,4			
Kippen	145 (41)	93	10,2 (1,9)	5,8 (1,4)	4,4 (1,8)	7,8 (2,6)	6,4 (1,5)	2,2 (0,9)	0,9 (0,4)	1020
Gier										
Rundvee	25	10	4,0	3,8	0,2	0,2	8,0	0,2	1,0	1030
Vleesvarkens	20	5	6,5	6,1	0,4	0,9	4,5	0,2	1,0	1010
Zeugen	10	10	2,0	1,9	0,1	0,9	2,5	0,2	0,2	

¹ Bij een normale verdeling ligt 95 % van de waarnemingen in het gebied "gemiddeld \pm 2 % standaarddeviatie".

² Gehouden op een mestbandbatterij met geforceerde droging zonder nadroging.

Werking van dierlijke mest

De elementen in de mest zijn niet allemaal direct beschikbaar voor de plant. Is een element in organische vorm aanwezig, dan is de werking ervan vertraagd. Dit is met name het geval bij stikstof. Een deel is direct beschikbaar, een ander deel komt vrij bij de vertering in het eerste jaar. Het stikstof in het moeilijker

verteerbare deel van de mest komt in de volgende jaren pas beschikbaar. De snelheid van werking van de voedingsstoffen in dierlijke mest hangt, naast de samenstelling van de mest, ook af van de aanwendingsmethode en het tijdstip van aanwending.

5.5 Kunstmeststoffen

Er bestaan vele types samengestelde meststoffen. Op de verpakking of op een bijbehorend formulier (bij onverpakte meststoffen) dient te zijn aangegeven:

- Het percentage stikstof (N), en de vorm waarin de stikstof aanwezig is;
- Het percentage fosforzuurhydride (P_2O_5) en de oplosbaarheid hiervan (in water en/of in neutraal ammoniumcitraat);
- Het percentage kaliumoxyde (K_2O);
- De naam van de meststof, de naam van de fabrikant of importeur, eventueel het gehalte aan CaO , MgO , Na_2O of spoorelementen en de vermelding "chlorarm" (indien van toepassing).

5.5.1 Aan- en afvoer kalk

Kalkbalans

Door uitspoeling en onttrekking door de gewassen verliest de bouwvoor jaarlijks een hoeveelheid kalk. Op gronden zonder kalkreserve zal de pH daardoor geleidelijk dalen. Daarnaast hebben de meststoffen een positieve of negatieve invloed op de pH van de bouwvoor. Kalk wordt vaak aangevoerd om de pH op peil te houden. Met behulp van een kalkbalans kan men berekenen of er nog extra bekalkt moet worden.

Zuurbindende waarde (z.b.w.) en basenequivalent

De z.b.w. van een meststof wordt chemisch bepaald, door na te gaan hoeveel milliliter zoutzuur met een concentratie van 0,357 mol/l door 1 gram van de stof wordt geneutraliseerd. De uitkomst geeft aan met hoeveel kg CaO de werking van 100 kg meststof overeenkomt. De invloed van een meststof op de pH van de bouwvoor na het groeiseizoen, wordt weergegeven door een getal dat basenequivalent wordt genoemd. Dit getal geeft aan de basische of verzurende werking van de meststof in kg CaO per 100 kg meststof. Met de onderstaande formule kan men berekenen wat het effect van een bepaalde meststof op de pH is. In tabel 5.17 is dit al voor een aantal meststoffen berekend.

$$1,0 \times CaO + 1,4 \times MgO + 0,6 \times K_2O + 0,9 \times Na_2O - 1,0 \times N \text{ (grasland } 0,8 \times N) - 0,4 \times P_2O_5 - 0,7 \times SO_3 - 0,8 \times Cl = \dots\dots \text{ kg } CaO.$$

Tabel 5.17 Invloed van 100 kg meststof op de pH van de grond, weergegeven in kg CaO per ha op bouw- en grasland

Meststof	Bouwland	Grasland
Koolzure kalk	+50	+50
Landbouwpoederkalk	+60	+60
Kalkmergel	+40	+40
Schuimaarde	+20	+20
Kalkammonsalpeter (27 % N)	-15	-10
Magnesamon	-2	+ 3
Kalksalpeter	+11	+14
Chilisalpeter	+17	+20
Zwavelzure ammoniak	-63	-59
Ureum	-46	-37
Vloeibare ammoniak	-82	-66
Fosfaatammonsalpeter	-17	-13
Slakkemeel	+40	+40
Kippenmest: vast	+ 1,9	+ 2,1
dunne mest	+ 0,4	+ 0,6
strooisel	+ 1,1	+ 1,4

Dierlijke mest, (tripel)superfosfaat en alle kalimestoffen werken ongeveer neutraal. Daarom zijn deze meststoffen niet in tabel 5.17 opgenomen.

Tabel 5.18 Gemiddelde verliezen in kg CaO per ha per jaar (dooropname plant en uitspoeling) op bouw- en grasland

Grondsoort	Bouwland	Grasland
Klei en zavel	400	50
Löss	200	50
Humeuze zandgrond (8% org. stof)	240	50
Humusarme zandgrond (3% org. stof)	125	50

Op bepaalde gronden, bijvoorbeeld beekbezinkingsgronden, zijn weinig of geen uitspoelingsverliezen. Op deze gronden moet vooral op laag gelegen grasland soms rekening worden gehouden met de aanvoer via het grondwater.

5.6 Zware metalen en andere verontreinigingen

Zware metalen zijn alle metalen met een dichtheid groter dan 5 g/cm³. De gehalten in de bodem aan sommige zware metalen zijn verhoogd door menselijk handelen. Het gaat hier met name om cadmium (Cd), chroom (Cr), koper (Cu), kwik (Hg), lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn).

Algemene bronnen van zware metalen zijn bijvoorbeeld industrie (luchtvervuiling, verfstoffen) en slib (zuiverings-, haven- en rivierslib) enzovoort. Voor zuiveringsslib zijn normen vastgesteld om te bepalen of men het slib in de landbouw mag gebruiken.

Enkele specifieke bronnen zijn verkeer (lood), fosfaatmeststoffen (cadmium), hoogspannings-masten (zink), varkensdrijfmest (koper) en loodhagel (lood).

Een paar zware metalen zijn essentiële voedingselementen voor plant en dier, zoals zink en koper. In overmaat zijn de meeste zware metalen echter schadelijk. Arseen is een niet-metaal dat sterk toxisch is. In sommige bestrijdingsmiddelen is arseen gebruikt, waardoor het aanwezig kan zijn in de bodem. Tabel 5.19 geeft een overzicht van tekort- en overmaatverschijnselen, veroorzaakt door zware metalen. In deze vereenvoudigde tabel is geen onderscheid gemaakt tussen acute en chronische verschijnselen, diersoort, leeftijd enzovoort. Naast genoemde effecten kunnen ook andere symptomen optreden. Bovendien zijn er ook andere mogelijke oorzaken voor de ziekte-beelden (bijvoorbeeld infecties). De tabel is slechts een verwijzlijst naar stoffen die hierbij een rol kunnen spelen.

Tabel 5.19 Symptomen bij landbouwhuisdieren veroorzaakt door zware metalen

Symptoom	Stof ¹				
	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
Verminderde eetlust	0	0/g	0	0	0/g
Diarree	0	0/g	0	0	0
Bloedarmoede	0	0/g	-	0	0
Huidaandoeningen en haaruitval	0	0/g	0	0	0/g
Vruchtbaarheidsstoornissen	0	g	-	-	g
Braken	-	0	0	0	0
Koliek	-	0	0	0	0
Ademhalingsstoornissen	-	0	0	0	-
Verlammingen	-	0/g	0	0	0
Skeletafwijkingen	-	g	-	0	0/g
Geelzucht	-	0	-	0	0
Kwijlen	-	-	0	0	0
Coördinatiestoornissen	-	-	0	0	-
Spiettrilling en krampen	-	-	0	0	-
Spierzwakte	-	-	0	0	0
Blindheid	-	-	0	0	-
Stijfheid en kreupelheid	-	-	-	0	0/g
Tandenknarsen	-	-	-	0	-
Aantasting van de hoeven	-	-	-	-	g

Bron: CLM, 1990

¹ 0 = overmaat; g = gebrek

Voor beoordelen of een grond verontreinigd is heeft de overheid referentiewaarden vastgesteld. Deze waarden geven het niveau aan waarbij grond kan worden beschouwd als niet duidelijk verontreinigd. Verder heeft de Landbouwadviscommissie Milieukritische Stoffen LAC-sigitaal-waardes opgesteld. Als de LAC-sigitaal-waarde niet wordt overschreden, wordt bij de huidige stand van kennis de kans op nadelige effecten, in de zin van overschrijding van productnormen of opbrengstverlies, gering geacht. Overschrijding van de LAC-sigitaal-waarde houdt in dat deze kans niet verwaarloosbaar wordt geacht en dat nader onderzoek gewenst is om na te gaan of zich werkelijk nadelige effecten voordoen. LAC-sigitaal-waarden hebben geen wettelijke status en gelden slechts als een hulpmiddel. De referentie- en de LAC-sigitaal-waarden staan in tabel 5.21.

Tabel 5.21 Referentie- en LAC-sigitaalwaarden voor arseen en zware metalen in landbouwgrond¹ (mg/kg droge stof, totaalgehalten)

Stof	Referentiewaarden ²			Sigitaalwaarden							
				Grasland		Veevoeder en akkerbouwgewassen		Akkerbouw teelten/voedingstuinbouw		Sierteelt	
	Zand	Klei	Veen	Zand	Klei/Veen	Zand	Klei/Veen	Zand	Klei/Veen	Zand	Klei/Veen
Arseen	15-29	18-44	24-55	30	50	30	50	30	50	30	50
Cadmium	0,40-0,93	0,46-1,22	0,87-1,80	2	3	0,5	1,0	0,5	1,0	5	10
Chroom	50-66	66-150	50-150	200	300	200	300	200	300	200	300
Koper	15-33	20-58	28-75	30/50 ³	30/80 ³	50	80	50	200	50	200
Kwik	0,20-0,26	0,23-0,41	0,24-0,46	2	2	2	2	2	2	2	2
Lood	50-80	58-122	72-150	150	150	150	150	100	200 ⁴	500	800
Nikkel	10-18	18-6	10-60	15	50/70 ⁵	15	50/70 ⁵	15	50/70 ⁵	15	50/70 ⁵
Zink	50-108	74-234	84-275	200	350	100	350	100	350	100	350

Bron: LAC-sigitaalwaarden, 1991

¹ Bij optimale zuurgraad en bemestingstoestand

² Indeling in grondsoorten: zand 0 - 8 % lutum, 0 - 22,5 % organische stof; klei 8 - 50 % lutum, 0-22,5 % organische stof; veen 0-50 % lutum, 22,5-50 % organische stof.

³ De LAC-sigitaalwaarden voor koper in grasland zijn 30 mg/kg droge stof voor schapen en 50 en 80 mg/kg droge stof voor respectievelijk zand en klei/veen voor runderen.

⁴ Deze waarde moet met voorzichtigheid worden gehanteerd, omdat atmosferische depositie het loodgehalte van het gewas mogelijk verhoogt.

⁵ De LAC-sigitaalwaarden voor nikkel bedragen 50 en 70 mg/kg droge stof voor respectievelijk klei en veen bij alle vormen van bodemgebruik.