



1 Bemestingsplan

Om de gewassen van voldoende voedingsstoffen te voorzien, de beschikbare mest zo goed mogelijk over de gewassen en de percelen te verdelen en te voldoen aan de wettelijke gebruiksnormen is het nodig een bemestingsplan op te stellen. Naast de bemestingsadviezen van de verschillende gewassen (hoofdstuk 2 t/m 6) zijn hiervoor ook de resultaten van grond- en mestonderzoek nodig, de werking van dierlijke mest en de nalevering van gewasresten (paragraaf 1.2.2, 1.3.2 en 1.3.3).



1.1 Opstellen bemestingsplan voor stikstof

Om aan de wettelijke gebruiksnorm voor stikstof te voldoen is het opstellen van een jaarplan voor de stikstofbemesting essentieel. Het belangrijkste doel van het jaarplan voor de stikstofbemesting is het berekenen van de stikstofjaargift op het intensief bemeste grasland (= grasland zonder beheersbeperkingen en zonder klaver), waarbij wordt voldaan aan de wettelijke gebruiksnorm voor stikstof.

Voor het opstellen van het jaarplan voor de stikstofbemesting moeten de volgende stappen worden doorlopen:

1. Vaststellen van de binnen de wettelijke normen aan te voeren hoeveelheid kunstmeststikstof.
2. Vaststellen hoeveel dierlijke mest toegediend kan worden binnen de wettelijke normen.
3. Een analyse van de dierlijke mest.
4. Vaststellen van de hoeveelheid dierlijke mest die naar bouwland, grasland met beheersbeperkingen en grasland met klaver gaat. Voor deze mest kan op bouwland rekening gehouden worden met een stikstofwerking van circa 65 procent en op grasland met een stikstofwerking van circa 50 procent.
5. Berekenen van de hoeveelheid mest die over is voor het intensief gebruikte grasland. Voor deze mest kan rekening gehouden worden met een stikstofwerking van circa 50 procent.
6. Vaststellen van de hoeveelheid kunstmeststikstof die naar bouwland, grasland met beheersbeperkingen en gras/klaver gaat.
7. Berekenen van de hoeveelheid kunstmest die over is voor het intensief gebruikte grasland.
8. Berekenen van de gemiddelde stikstofjaargift (kg N/ha/jaar) op het intensief gebruikte grasland.
9. Verdelen van de gemiddelde stikstofjaargift over de percelen, afhankelijk van NLV (stikstofleverend vermogen) en gebruik.

Aan de hand van voorbeeld 1-1 wordt dit nader toegelicht.

Voorbeeld 1-1 Berekenen stikstofjaargift op grasland

Uitgangspunt: een bedrijf met 35 ha zandgrond, waarvan op 10 ha maïs wordt verbouwd, de overige 25 ha wordt gebruikt als intensief grasland; er wordt afwisselend gemaaid en geweid; 10 ha heeft een NLV van 140, de overige 15 ha heeft een NLV van 170. Het bedrijf heeft 55 melkkoeien, 8000 l melk per koe met ureumgehalte van 30 mg/100 g, 30 kalveren en 25 pinken.

1. Binnen het stelsel van gebruiksnormen mag op verschillende gewassen een bepaalde hoeveelheid **werkzame N** toegediend worden. Voor het voorbeeldbedrijf is dit in 2009 $25 * 260 + 10 * 150 = 8000$ kg werkzame N.
2. Op basis van het aantal dieren kan worden berekend hoeveel mest er beschikbaar is. Uw bedrijfsadviseur kan u hierbij helpen. In dit geval is er 1340 m^3 beschikbaar voor toediening (inclusief weidemest $35 * 250 = 8750$ kg N = 1944 m^3).



3. Uit de mestanalyse blijkt de samenstelling van de mest: $N_{\text{tot}} = 4,5 \text{ kg/m}^3$, $N_{\text{min}} = 2,25 \text{ kg/m}^3$
4. Er is gekozen om op het maïsland 35 m^3 dierlijke mest per ha uit te rijden, in totaal 350 m^3 ($35 \text{ m}^3 \times 10 \text{ ha maïsland}$) dierlijke mest.
5. Er is $1340 - 350 = 990 \text{ m}^3$ over voor het grasland. Per ha is dit $990/25 = 39,6 \text{ m}^3$ per ha. Wanneer rekening gehouden wordt met een N-werking van circa 50 % komt dit overeen met $39,6 \text{ m}^3 \times 4,5 (N_{\text{tot}}) \times 0,50$ (N-werking grasland) = 89 kg werkzame stikstof per ha.
6. Op het maïsland wordt $35 \text{ m}^3 \times 4,5 (N_{\text{tot}}) \times 0,65$ (N-werking bouwland) = 102 kg werkzame stikstof per ha uit drijfmest toegediend. Op basis van de adviezen voor “voorheen veel mest” en 20 kg N_{min} per ha wordt dit aangevuld met $58/1,25 = 46 \text{ kg N}$ uit kunstmest in de rij. Er gaat in totaal 460 kg kunstmeststikstof naar het maïsland.
7. Voor het bedrijf is $8000 \text{ kg N} - (8750 \text{ kg N} \times 0,45 \text{ wettelijke werkingscoëfficiënt}) = 4062,5 \text{ kg N}$ in kunstmeststikstof beschikbaar. Voor het intensief gebruikt grasland is dan over $4062,5 - 460 = 3602,5 \text{ kg kunstmeststikstof}$. Dit komt overeen met 144 kg N/ha.
8. De binnen de gebruiksnormen passende berekende stikstofjaargift op het intensief gebruikte grasland is $89 + 144 = 233 \text{ kg N/ha}$.
9. De bodemvruchtbaarheid van de graslandpercelen op dit bedrijf is niet gelijk; 10 ha heeft een NLV van 140, de overige 15 ha heeft een NLV van 170. Bij een NLV van 140 hoort volgens het advies een stikstofjaargift van 340, bij een NLV van 200 hoort volgens het advies een stikstofjaargift van 321.
Per ha is echter 233 kg stikstof beschikbaar. Deze stikstof kan op verschillende manieren over de grasland percelen worden verdeeld;
 - Alle percelen worden evenredig gekort. De stikstofjaargift op de percelen met een NLV van 140 wordt 255 kg en de stikstofjaargift op de percelen met een NLV van 170 wordt 226 kg. Er is namelijk in totaal $234 \times 25 = 5850 \text{ kg}$ stikstof beschikbaar. Er zou gegeven moeten worden $(340 \times 10) + (321 \times 15) = 8215 \text{ kg}$ stikstof. Er moet totaal $8215 - 5825 = 2390 \text{ kg}$ stikstof minder gestrooid worden. Dit is een korting van 95 kg stikstof per ha ($2365/25$); $340-95=255$ en $321 - 95 = 226$.
 - Alle percelen, ongeacht NLV, krijgen 233 kg N/ha/jaar toegediend. De percelen met een NLV van 140 worden hierbij verhoudingsgewijs meer gekort.

In paragraaf 2.1.2 wordt ingegaan op het aanpassen van de snedeadviesen aan de gewenste stikstofjaargift op perceelsniveau.



1.2 Grond

Grondonderzoek is de basis van de bemestingsadviezen. Zowel de analyse van het grondmonster als het nemen van het grondmonster moeten daarom zorgvuldig worden uitgevoerd.



1.2.1 *Monstername grond*

Let bij het nemen van een monster op het volgende:

- Neem 1 monster van maximaal **2 ha land**.
- Neem **40 steken** per monster.
- Indien een monster bewaard moet worden zet het dan luchtdicht afgesloten, donker en koel weg.
- Bemonstering vindt plaats volgens een **vast patroon** (meestal via een zig-zag-lijn) zodat de steken goed verdeel over het perceel worden genomen. Plaatsen met afwijkende samenstelling (o.a. kopakkers, slootkanten, mestflatten) moeten worden vermeden.
- Bemonster **vóór** een **bemesting** om de invloed van een bemesting op de uitslag te vermijden.
- Voor grondonderzoek op **grasland** wordt bemonsterd tot 10 cm diepte (de Boer et al. 2003); voor het bepalen van het NLV kan zowel op 0-10 cm als op 0-20 cm diepte worden bemonsterd. Bij herinzaai van grasland kan **vóór** het ploegen of na het zaaien worden bemonsterd. Indien **vóór** het ploegen wordt bemonsterd dan moet de bodemlaag worden bemonsterd die na het ploegen boven komt; bij een ploegdiepte van 25 cm voorafgaand aan herinzaai moet voor het ploegen de laag 15 tot 25 cm worden bemonsterd. Bij **herinzaai** wordt geadviseerd de NLV te bepalen in het zaaibed op 0-20 cm diepte.
- Voor grondonderzoek op **bouwland** wordt meestal tot 25 cm diepte bemonsterd. De bemonsteringsdiepte bij N-mineraalonderzoek hangt af van het gewas en de grondsoort (zie hoofdstuk 4 en verder).
- Geadviseerd wordt **1 keer in de 4 jaar** grondonderzoek te laten uitvoeren. Voor bouwland op zandgrond wordt geadviseerd 1 keer in de twee jaar grondonderzoek te laten uitvoeren voor kalium.



1.2.2 Analyse grond

Op grasland zijn er bemestingsadviezen voor kalk, stikstof, fosfaat, kalium, zwavel, magnesium, natrium, koper en kobalt. De bemestingsadviezen voor magnesium, natrium, koper en kobalt zijn ook gericht op de diergezondheid; natrium en kobalt hebben geen direct effect op de plantengroei.

Op bouwland zijn er bemestingsadviezen voor kalk, stikstof, fosfaat, kalium, magnesium, koper, borium en mangaan.

Het bemestingsonderzoek is nog niet zover gevorderd dat men iets over de molybdeen toestand van de grond kan zeggen. Molybdeengebrek is onder andere het gevolg van een te lage pH van de grond. Het verdient aanbeveling molybdeengebrek te bestrijden door de pH te verhogen naar de gewenste waardering. Voor een directe bestrijding van molybdeengebrek is een bemesting met 2 à 3 kg natrium- of ammoniummolybdaat per ha aan te bevelen. Goede resultaten kunnen worden behaald door het gewas te bespuiten met een oplossing van 0,05% natriummolybdaat (500 l/ha).

De meeste adviezen zijn direct afgeleid van het gehalte in de bodem m.u.v. het stikstofadvies, het kalium advies en het zwavel advies. Deze zijn respectievelijk gebaseerd op het stikstofleverend vermogen van de bodem (NLV), het K-getal en het zwavelleverend vermogen (SLV) welke worden berekend uit de gehalten in de bodem. Tabel 1-1 geeft een overzicht van de parameters uit het grondonderzoek waarop de bemestingsadviezen zijn gebaseerd.

Tabel 1-1 Parameters uit het grondonderzoek waarop de bemestingsadviezen zijn gebaseerd

| Parameter | Uitgedrukt in ... |
|--|---|
| Organische stof gehalte | g per 100 g droge grond (%) |
| Lutum gehalte | g per 100 g droge grond (%) |
| pH-KCl | - |
| Nmin (N-NO ₃ +N-NH ₄) | kg N/ha óf mg stikstof per liter extract |
| NLV | kg N/ha/jaar |
| P-AL | mg P ₂ O ₅ per 100 g droge grond |
| Pw-getal | mg P ₂ O ₅ per liter luchtdroge grond |
| P-CaCl ₂ | mg P per kg droge grond |
| K-getal | - |
| SLV | kg S/ha |
| Natrium gehalte | mg Na ₂ O per 100 g droge grond |
| Magnesium gehalte | mg MgO per kg droge grond |
| Koper gehalte | mg Cu per kg droge grond |
| Kobalt gehalte | mg Co per kg droge grond |
| Mangaan gehalte | mg Mn per kg droge grond |
| Borium gehalte | mg B per kg droge grond |



Opmerkingen bij tabel 1-1:

- Indien **Nmin** is weergegeven in mg stikstof per liter extract kan het Nmin gehalte worden omgerekend naar kg N/ha met behulp van de volgende formule: $(\text{N-NO}_3 \text{ gehalte} + \text{N-NH}_4 \text{ gehalte (mits niet } < 0,5)) \times 2 \times \text{bodemiaag (dm)}$.



1.2.2.1 Berekening stikstofleverend vermogen

Het stikstofleverend vermogen (NLV) van zand- en kleigrond wordt ingeschat met behulp van het organisch stikstofgehalte in de bodem (N_{org}) of met behulp van het percentage totale stikstof in de bodem (N_{tot}) volgens tabel 1-2. Het stikstofleverend vermogen op veengrond is in de eerste jaren na diepe ontwatering afhankelijk van zomerslootpeil maar in de loop van ca. 20 jaar verdwijnt deze afhankelijkheid en is het NLV van veengrond 250 kg N per ha per jaar.

Tabel 1-2 Richtlijn voor de vaststelling van het stikstofleverend vermogen van de bodem (NLV)

| Grondsoort | Bemonsteringsdiepte (cm) | NLV (kg N/ha) |
|------------|--------------------------|--|
| Zand | 0-20 | $78,0 + 31,3 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})$ |
| | 0-10 | $78,0 + 28,4 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Klei | 0-20 | $31,7 + 34,8 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})$ |
| | 0-10 | $31,7 + 31,6 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Veen | | 250 |

Opmerkingen bij tabel 1-2:

- Het NLV wordt het best voorspeld met een analyse in de laag van 0-20 cm. Echter met de genoemde relaties bij **0-10 cm** kan het NLV berekend worden. Deze relatie geldt voor grasland waarvan de leeftijd onbekend is. Indien de leeftijd van de zode bekend is kan de berekening van het NLV bij 0-10 cm verbeterd worden met de onderstaande relaties (Stienezen en Vellinga 1997):

| Grondsoort | leeftijd zode | NLV |
|------------|---------------|---|
| Zand | 0 t/m 3 | $78,0 + 30,79 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Zand | 4 t/m 6 | $78,0 + 28,36 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Zand | 7 t/m 9 | $78,0 + 27,78 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Zand | >9 | $78,0 + 26,57 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Klei | 0 t/m 3 | $31,7 + 34,25 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Klei | 4 t/m 6 | $31,7 + 31,54 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Klei | 7 t/m 9 | $31,7 + 30,90 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |
| Klei | >9 | $31,7 + 29,56 \times (g N_{org} / kg \text{ grond})^{1,0046}$ |

- De **maximum stikstoflevering op zand** is 200 kg N/ha/jaar
- De **maximum stikstoflevering op klei** is 230 kg N/ha/jaar indien het zomerslootpeil gemiddeld 30 cm beneden het maaiveld of hoger ligt. De maximum stikstoflevering op klei is 300 kg stikstof indien het zomerslootpeil gemiddeld 60 cm beneden maaiveld of dieper ligt.
- Veen omvat naast veen, ook **zandig veen** en **kleïg veen**.
- Het **NLV op basis van grondonderzoek in de laag van 0-10 cm** is niet geldig bij herinzaai.
- Bij een **veen-, klei- of zanddek dunner dan 10 cm** dient de bodem te worden ingedeeld op basis van het materiaal onder het veen-, klei- of zanddek.
- In plaats van het **% organische stikstof (N_{org})** kan het **% totale stikstof (N_{tot})** worden gebruikt. Het verschil bestaat uit de hoeveelheid minerale stikstof van circa 0-50 kg/ha in de bewortelbare



zone. Ten opzichte van de hoeveelheid organische stikstof, die varieert van 5.000 tot 15.000 kg/ha in de bewortelbare zone, is dit kleine verschil te verwaarlozen (afwijking < 1 %).

- Bij het ontbreken van inzicht in het organisch stikstofgehalte of het totale stikstofgehalte van **zand- en kleigrond**, wordt de volgende indeling in klasse van stikstofleverend vermogen gehanteerd:
 - het NLV van humusrijke zand-, leem- en zavelgronden en zeer humeuze zandgronden met C/N-quotiënt < 13 is 200 kg N/ha/jaar.
 - het NLV van alle kleigronden en zeer humeuze zandgronden met C/N-quotiënt > 13, zeer humeuze leem- en zavelgronden en alle matig humeuze en humusarme gronden is 140 kg N/ha/jaar.



1.2.2.2 Berekening van het K-getal

Het kaligehalte van de grond (K-HCl, mg K₂O per 100 g droge grond) wordt, met uitzondering voor bouwland op löss, omgerekend tot het K-getal. Het organischestof gehalte speelt hierbij een rol.

Op **grasland** wordt het K-getal als volgt berekend:

$$\text{K-getal} = F \times \text{K-HCl}$$

De herleidingfactor F is afhankelijk van het organische stof gehalte in de bodem. Voor zand en dalgrond is F af te lezen in tabel 1-3 en voor zeeklei, rivierklei, veen en löss in tabel 1-4. In deze factor is de invloed van het gehalte aan organische stof op de kaliumvoorziening van de plant verwerkt.

Tabel 1-3 Omrekeningsfactoren ter berekening van het kaligetal op zand en dalgrond (<25 % organische stof), h = organische stofgehalte (%) en F = herleidingsfactor

| H | F | h | F | h | F |
|-------|------|------|------|------|------|
| ≤ 3,0 | 2,70 | 7,0 | 1,37 | 19,0 | 0,61 |
| 3,2 | 2,63 | 7,5 | 1,30 | 20,0 | 0,58 |
| 3,4 | 2,50 | 8,0 | 1,22 | 21,0 | 0,55 |
| 3,6 | 2,38 | 8,5 | 1,18 | 22,0 | 0,53 |
| 3,8 | 2,27 | 9,0 | 1,12 | 23,0 | 0,51 |
| 4,0 | 2,17 | 9,5 | 1,08 | 24,0 | 0,49 |
| 4,2 | 2,08 | 10,0 | 1,03 | | |
| 4,4 | 2,00 | 11,0 | 0,95 | | |
| 4,6 | 1,92 | 12,0 | 0,88 | | |
| 4,8 | 1,85 | 13,0 | 0,83 | | |
| 5,0 | 1,79 | 14,0 | 0,78 | | |
| 5,4 | 1,69 | 15,0 | 0,74 | | |
| 5,8 | 1,61 | 16,0 | 0,70 | | |
| 6,0 | 1,56 | 17,0 | 0,67 | | |
| 6,5 | 1,47 | 18,0 | 0,64 | | |



Tabel 1-4 Omrekeningsfactoren ter berekening van het kaligetal op zeeklei, rivierklei, veen (\geq 25 % organische stof) en löss

| H | F | h | F | h | F |
|------------|------|------|------|------|------|
| $\leq 3,0$ | 2,08 | 15,0 | 0,70 | 48,0 | 0,25 |
| 3,2 | 2,00 | 16,0 | 0,67 | 49,0 | 0,25 |
| 3,4 | 1,92 | 17,0 | 0,64 | 50,0 | 0,25 |
| 3,6 | 1,89 | 18,0 | 0,61 | 51,0 | 0,24 |
| 3,8 | 1,82 | 19,0 | 0,58 | 52,0 | 0,24 |
| 4,0 | 1,75 | 20,0 | 0,56 | 53,0 | 0,23 |
| 4,2 | 1,69 | 21,0 | 0,54 | 54,0 | 0,23 |
| 4,4 | 1,63 | 22,0 | 0,52 | 55,0 | 0,23 |
| 4,6 | 1,61 | 23,0 | 0,50 | 56,0 | 0,22 |
| 4,8 | 1,59 | 24,0 | 0,48 | 57,0 | 0,22 |
| 5,0 | 1,54 | 25,0 | 0,46 | 58,0 | 0,22 |
| 5,2 | 1,49 | 26,0 | 0,45 | 59,0 | 0,21 |
| 5,4 | 1,45 | 27,0 | 0,43 | 60,0 | 0,21 |
| 5,6 | 1,41 | 28,0 | 0,42 | 61,0 | 0,21 |
| 5,8 | 1,37 | 29,0 | 0,40 | 62,0 | 0,20 |
| 6,0 | 1,35 | 30,0 | 0,39 | 63,0 | 0,20 |
| 6,5 | 1,27 | 31,0 | 0,38 | 64,0 | 0,20 |
| 7,0 | 1,20 | 32,0 | 0,37 | 65,0 | 0,20 |
| 7,5 | 1,16 | 33,0 | 0,36 | 66,0 | 0,19 |
| 8,0 | 1,11 | 34,0 | 0,35 | 67,0 | 0,19 |
| 8,5 | 1,06 | 35,0 | 0,34 | 68,0 | 0,19 |
| 9,0 | 1,02 | 36,0 | 0,33 | 69,0 | 0,19 |
| 9,5 | 0,98 | 37,0 | 0,32 | 70,0 | 0,18 |
| 10,0 | 0,95 | 38,0 | 0,31 | 71,0 | 0,18 |
| 10,5 | 0,92 | 39,0 | 0,31 | 72,0 | 0,18 |
| 11,0 | 0,88 | 40,0 | 0,30 | 73,0 | 0,18 |
| 11,5 | 0,85 | 41,0 | 0,29 | 74,0 | 0,18 |
| 12,0 | 0,83 | 42,0 | 0,29 | 75,0 | 0,17 |
| 12,5 | 0,81 | 43,0 | 0,28 | 76,0 | 0,17 |
| 13,0 | 0,79 | 44,0 | 0,27 | 77,0 | 0,17 |
| 13,5 | 0,76 | 45,0 | 0,27 | 78,0 | 0,17 |
| 14,0 | 0,74 | 46,0 | 0,26 | 79,0 | 0,17 |
| 14,5 | 0,72 | 47,0 | 0,26 | 80,0 | 0,16 |



Op **bouwland** wordt het kaligetal berekend volgens tabel 1-5.

Tabel 1-5 Formules voor de berekening van het kaligetal op bouwland

| Grondsoort | Formule |
|---|---|
| Zand-, dal en veengrond | $(20 \times \text{K-HCl}) / (10 + \% \text{ organische stof})$ |
| Zeeklei < 10% organische stof, rivierklei en alluviaal zand | $(\text{K-HCl} \times b) / (0,15 \times \text{pH-KCl} - 0,05)$ $b = 1,75 - 0,040 \times (\text{lutum/LS}) + 0,00068 \times (\text{lutum/LS})^2 - 0,0000041 \times (\text{lutum/LS})^3$ |
| | Als het lutumgehalte < 11% is dan wordt gerekend met een waarde van $b = 1,513$ Bij alluviaal zand wordt gerekend met een waarde van $b = 1,513$ |
| | Men rekent met de gewenste pH, tenzij de gemeten pH hoger is. In het laatste geval wordt gerekend met de gemeten pH. Als de pH groter dan 7 is dan moet men de waarde 7,0 aanhouden. |
| | LS is de lutum-slib verhouding. Deze is afhankelijk van de grondsoort en staat vermeld in tabel 1-6. |
| Zeeklei >10% organische stof | $(\text{K-HCl} \times b)$ $b = 1,75 - 0,040 \times (\text{lutum/LS}) + 0,00068 \times (\text{lutum/LS})^2 - 0,0000041 \times (\text{lutum/LS})^3$ |
| | Als het lutumgehalte < 5% is dan wordt gerekend met een waarde van $b = 1,513$ |
| | LS is de lutum-slib verhouding. Deze is afhankelijk van de grondsoort en staat vermeld in tabel 1-6. |

Tabel 1-6 Lutum-slib verhouding (LS) afhankelijk van grondsoort

| Grondsoort | Grondsoortcode | LS |
|---|-----------------------|------|
| Alluviaal zand, jonge zeeklei, oude zeeklei, kleiïg veen, IJsselmeergronden | 00, 20, 30, 60, 85-89 | 0,67 |
| Rivierklei | 40 | 0,61 |
| Maasklei | 45 | 0,55 |
| Löss | 71-73 | 0,50 |



1.2.2.3 Berekening van het zwavel leverend vermogen

Het zwavel leverend vermogen (SLV) wordt ingeschat met behulp van het S-totaal gehalte in de bodem volgens de onderstaande formule:

SLV (kg S/ha) = 17,8 x S-totaal (g/kg) x dichtheid grond.

De dichtheid van klei en löss staat in Tabel 1-23

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

$$r \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{1}{0,02525 \times \% \text{ org. stof} + 0,6541}$$



1.3 Organische meststoffen

Om de bemesting op de behoefte van de gewassen te kunnen afstemmen is het nodig om te weten wat de samenstelling van organische meststoffen is en de werking hiervan. De samenstelling van verschillende partijen dierlijke mest van dezelfde diersoort kunnen door verschillen in rantsoenen, watergebruik en productiewijze, echter sterk variëren. Daarom is het aan te bevelen dierlijke mest te laten analyseren.



1.3.1 *Monstername organische mest*

Let bij de monstername op het volgende:

- Mix dunne mest goed in de put vóór bemonstering
- Neem uit een mestput op verschillende plaatsen een kleine hoeveelheid mest. Voeg deze hoeveelheden samen. Meng ze goed. Haal hier een monster uit dat wordt opgestuurd voor analyse.
- Neem uit een partij vaste mest een aantal kleine plukjes mest goed verdeeld over de partij. Voeg deze samen en stuur dit monster zo snel mogelijk op voor analyse.
- Indien een monster bewaard moet worden zet het dan luchtdicht afgesloten, donker en koel weg.

Tip:

Stuur een mestmonster tijdig naar een laboratorium zodat de resultaten beschikbaar zijn als u (kunst)mest gaat uitrijden.



1.3.2 Samenstelling organische meststoffen

Tabel 1-7 geeft de gemiddelde samenstelling van een aantal veel gebruikte organische meststoffen. Het gebruik van organische meststoffen is via een aantal wetten en besluiten (o.a. Meststoffenwet, Besluit gebruik meststoffen (BGM) en Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen (BOOM)) aan wettelijke regels gebonden.

Opname van een meststof in deze tabel houdt niet in dat er een uitspraak wordt gedaan over de kwaliteit van deze meststof. Opname betekent ook niet dat het gebruik van deze meststof wordt aanbevolen.

Tabel 1-7 Gemiddelde samenstelling van organische meststoffen in kg per 1000 kg produkt, dichtheid in kg/m³

| | Droge stof | Org. stof | N _{tot} | N _{min} | N _{org} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | Na ₂ O | Dichtheid |
|------------------------|------------|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----|-------------------|-----------|
| Gier | | | | | | | | | | |
| Rundvee | 25 | 10 | 4,0 | 3,8 | 0,2 | 0,2 | 8,0 | 0,2 | 1,0 | 1030 |
| Varkens | 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 | - |
| Dunne mest | | | | | | | | | | |
| Rundvee | 86 | 64 | 4,4 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 6,2 | 1,3 | 0,7 | 1005 |
| Vleesvarkens | 90 | 60 | 7,2 | 4,2 | 3,0 | 4,2 | 7,2 | 1,8 | 0,9 | 1040 |
| Zeugen | 50 | 35 | 4,2 | 2,5 | 1,7 | 3,0 | 4,3 | 1,1 | 0,6 | - |
| Vleeskalveren | 20 | 15 | 3,0 | 2,4 | 0,6 | 1,5 | 2,4 | - | - | - |
| Kippen | 145 | 93 | 10,2 | 5,8 | 4,4 | 7,8 | 6,4 | 2,2 | 0,9 | 1020 |
| Vaste mest | | | | | | | | | | |
| Rundvee grupstal | 248 | 150 | 6,4 | 1,2 | 5,2 | 4,1 | 8,8 | 2,1 | 0,9 | 900 |
| Varkens (stro) | 230 | 160 | 7,5 | 1,5 | 6,0 | 9,0 | 3,5 | 2,5 | 1,0 | - |
| Leghennen | 515 | 374 | 24,1 | 2,4 | 21,7 | 18,8 | 22,7 | 4,9 | 1,5 | 605 |
| Kippen, strooiselmest | 640 | 423 | 19,1 | 8,6 | 10,5 | 24,2 | 13,3 | 5,3 | 4,2 | 600 |
| Vleeskuikenouderdieren | 610 | - | 19,0 | - | - | 28,5 | 21,1 | - | - | 625 |
| Vleeskuikens | 605 | 508 | 30,5 | 5,5 | 25,0 | 17,0 | 22,5 | 6,5 | 3,0 | 605 |
| Kalkoenen | 565 | 464 | 24,7 | 6,4 | 18,3 | 19,6 | 18,4 | 6,3 | 7,3 | 535 |
| Paarden | 310 | 250 | 5,0 | - | - | 3,0 | 5,6 | 1,8 | - | 700 |
| Nertsen | 285 | 185 | 17,7 | 10,1 | 7,6 | 27,0 | 3,9 | 2,2 | 5,1 | - |
| Schapen | 290 | 205 | 8,6 | 2,0 | 6,6 | 4,2 | 16,0 | 2,8 | 2,3 | - |
| Geiten | 265 | 182 | 8,5 | 2,6 | 5,9 | 5,2 | 10,6 | 3,5 | 1,9 | - |
| Eenden | 265 | 209 | 8,3 | 1,7 | 6,6 | 7,4 | 11,3 | 1,6 | 0,8 | - |
| Konijnen | 450 | 367 | 13,6 | 3,3 | 10,3 | 13,8 | 11,7 | 5,7 | 2,2 | - |
| 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 |



Opmerkingen bij tabel 1-7:

- **Vaste leghennen mest** is afkomstig van dieren die gehouden worden op een mestbandbatterij met geforceerde droging zonder nadroging
- **Vaste mest van vleeskuikenouderdieren** is afkomstig van dieren die gehouden zijn op een gedeeltelijke roostervloer
- Samenstelling van **dunne rundveemest** en **vaste rundvee mest grupstal** zijn gewijzigd in 2002 (bron Blgg Oosterbeek)
- De samenstelling van **Champost** en **GFT-Compost** zijn volgens opgave van de fabrikanten.



1.3.3 *Werking dierlijke mest*

De werking van dierlijke mest wordt uitgedrukt door middel van werkingscoëfficiënten. De werkingscoëfficiënt voor fosfaat geeft bijvoorbeeld aan met hoeveel kunstmestfosfaat de werking van 100 kg fosfaat uit mest overeenkomt. Als het fosfaatgehalte van de mest bekend is, kan dus met de werkingscoëfficiënt worden uitgerekend met hoeveel tripelsuperfosfaat de toegediende mest overeenkomt. Voor stikstof is de werking gerelateerd aan KAS.

Van mestsoorten die niet in de paragrafen 1.3.3.1 t/m 1.3.3.3 voorkomen, zijn geen werkingscoëfficiënten bekend. Een benadering voor de werking van deze mestsoorten kan gemaakt worden door de werkingscoëfficiënten te gebruiken van mestsoorten uit paragraaf 1.3.3.1 t/m 1.3.3.3 met een vergelijkbare samenstelling. Let bij het zoeken naar een mestsoort met een vergelijkende samenstelling vooral op de verhouding tussen organische stikstof, minerale stikstof, fosfaat en kali in de mest.

Tip:

Voor het bepalen van het juiste tijdstip van toedienen in het voorjaar is de T-som (zie paragraaf 2.1.2) niet van toepassing op het uitrijden van dierlijke mest. Dierlijke mest kan na afloop van het uitrijverbod worden uitgereden zodra de grond niet meer bevroren is of met sneeuw bedekt en de draagkracht van de grond dit toelaat.



1.3.3.1 Stikstof werkingscoëfficiënten

Voor de berekening van de stikstofwerking van drijfmest en gier wordt de hoeveelheid stikstof in organische mest onderscheiden in twee fracties: N_{\min} (minerale stikstof) en N_{org} (organisch gebonden stikstof). De minerale stikstof is veel sneller voor de plant beschikbaar dan de organisch gebonden stikstof. Anderzijds kan door ammoniakvervluchtiging minerale stikstof verloren gaan. Daarom gelden voor deze twee fracties twee afzonderlijke werkingscoëfficiënten: W_{\min} en W_{org} . De stikstofwerking van organische mest is als volgt te berekenen:

$$\text{Stikstofwerking} = W_{\min} \times N_{\min} + W_{\text{org}} \times N_{\text{org}}$$

De stikstofwerking van de mest is ook afhankelijk van de toedieningsmethode. In de tabellen met werkingscoëfficiënten wordt daarom onderscheid gemaakt naar de methode van toediening. Opname van een toedieningswijze in de tabellen zegt niets over het al dan niet wettelijk toegelaten zijn hiervan als emissie-arme techniek.

Tabel 1-8 geeft de stikstofwerkingscoëfficiënten van rundvee- en varkensdrijfmest op grasland. Tabel 1-9 geeft de stikstofwerkingscoëfficiënten voor gier die oppervlakkig wordt toegediend. Tabel 1-10 geeft de stikstofwerkingscoëfficiënten van dunne kippenmest op grasland. Voorbeeld 1-2 geeft een berekening van de werking van dierlijke mest op grasland.

Tabel 1-11 geeft de stikstof werkingscoëfficiënten voor vaste mest. Tabel 1-12 geeft de stikstofwerkingscoëfficiënten op bouwland.

Tabel 1-8 Stikstofwerkingscoëfficiënten in % van N_{\min} en N_{org} van rundvee- en varkensdrijfmest op grasland

| Toedieningsmethode | | Snedes na toediening | | | | Tot. |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|----|---|---|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Zodenbemester of –injectie | | | | | | |
| vóór 1 ^e snede | W_{\min} | 56 | 12 | 4 | 4 | 76 |
| | W_{org} | 4 | 8 | 6 | 6 | 24 |
| na 1 ^e snede | W_{\min} | 44 | 24 | 6 | 2 | 76 |
| | W_{org} | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Inregenen of verregenen | W_{\min} | 60 | 2 | 2 | 2 | 66 |
| | W_{org} | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Sleepvoeten | W_{\min} | 58 | 2 | 2 | 2 | 64 |
| | W_{org} | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |



Tabel 1-9 Stikstofwerkingscoëfficiënten in % van N_{\min} en N_{org} van giersoorten, voor toedieningstechnieken met oppervlakkige mesttoediening op grasland. Voor de niet genoemde toedieningsmethoden dient men de gegevens uit tabel 1-8 te gebruiken

| Toedieningsmethode | | Snedes na toediening | | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------|---|---|---|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Tot. |
| Inregenen of verregenen | W_{\min} | 65 | 2 | 2 | 2 | 71 |
| | W_{org} | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Sleepvoeten | W_{\min} | 58 | 2 | 2 | 2 | 64 |
| | W_{org} | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |

Voorbeeld 1-2 Berekening werking dierlijke mest op grasland

Voor de **eerste** snede op grasland is 25 m^3 rundveedrijfmest uitgereden met een zodenbemester. De mest heeft de volgende samenstelling: $N_{\min} 2,5 \text{ kg/m}^3$ en $N_{\text{org}} 2,0 \text{ kg/m}^3$.

Voor de **eerste snede** is de hoeveelheid werkzame stikstof uit deze mest:

$$N_{\text{tot}}: 0,56 \times 2,5 = 1,4$$

$$N_{\text{org}}: 0,04 \times 2 = \underline{0,08} + \\ 1,48 \times 25 \text{ m}^3 = 37 \text{ kg N/ha}$$

Voor de **tweede snede** is de hoeveelheid werkzame stikstof uit deze mest:

$$N_{\text{tot}}: 0,12 \times 2,5 = 0,3$$

$$N_{\text{org}}: 0,08 \times 2 = \underline{0,16} + \\ 0,46 \times 25 \text{ m}^3 = 12 \text{ kg N/ha}$$

Voor de **derde** en de **vierde snede** is de hoeveelheid werkzame stikstof uit deze mest:

$$N_{\text{tot}}: 0,04 \times 2,5 = 0,1$$

$$N_{\text{org}}: 0,06 \times 2 = \underline{0,12} + \\ 0,22 \times 25 \text{ m}^3 = 5,5 \text{ kg N/ha}$$

Op jaarbasis is in dit geval de hoeveelheid werkzame stikstof $37 + 12 + 5,5 + 5,5 = 60 \text{ kg N/ha}$.



Tabel 1-10 Stikstofwerkingscoëfficiënten in % van N_{\min} en N_{org} van dunne kippenmest op grasland

| Toedieningsmethode | | Snedes na toediening | | | | Tot. |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|----|----|----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Zodenbemester of –injectie | | | | | | |
| vóór 1 ^e snede | W_{\min} | 56 | 12 | 4 | 4 | 76 |
| | W_{org} | 9 | 19 | 14 | 14 | 56 |
| na 1 ^e snede | W_{\min} | 44 | 24 | 6 | 2 | 76 |
| | W_{org} | 14 | 14 | 14 | 14 | 56 |
| Inregenen of verregenen | | | | | | |
| | W_{\min} | 60 | 2 | 2 | 2 | 66 |
| | W_{org} | 15 | 15 | 15 | 14 | 58 |
| Sleepvoeten | | | | | | |
| | W_{\min} | 60 | 2 | 2 | 2 | 66 |
| | W_{org} | 14 | 14 | 14 | 14 | 56 |

Tabel 1-11 Stikstofwerkingscoëfficiënten van N_{tot} van vaste mest, bovengrondse toediening op grasland

| Mestsoort | Jaargetijde van toediening | Werkingscoëfficiënt (%) |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|
| Rundvee en varkens | Voorjaar/zomer | 15-20 |
| | Najaar | 5-10 |
| Kippen | Voorjaar/zomer | 20-35 |
| | Najaar | 10-20 |

Opmerkingen bij tabel 1-11:

- De cijfers geven de werking bij de eerste snede na toediening. Voor elke groeimaand na die eerste snede treedt een nawerking op die overeenkomt met 5 % van de hoeveelheid stikstof in de mest. De spreiding in de cijfers houdt verband met de spreiding in de toedieningsverliezen (met name ammoniakvervluchting). Wanneer kleine toedieningsverliezen optreden dient men met de hoogste **werkingscoëfficiënt** te rekenen.



Tabel 1-12 Stikstofwerkingscoëfficiënten W_{\min} en W_{org} in % van N_{\min} en N_{org} op bouwland bij toediening in april bij ondiep inwerken van verschillende mestsoorten

| Mestsoort | Toedieningstechniek | N-werking | |
|---------------------------|-----------------------|------------|------------------|
| | | W_{\min} | W_{org} |
| Dunne mest | | | |
| Rundvee | Injecteur | 95 | 20 |
| | oppervlakkig inwerken | 80 | 20 |
| Kalveren | Injecteur | 95 | 20 |
| | oppervlakkig inwerken | 80 | 20 |
| Varkens | Injecteur | 95 | 60 |
| | oppervlakkig inwerken | 80 | 60 |
| Kippen | Injecteur | 95 | 60 |
| | oppervlakkig inwerken | 80 | 60 |
| Vaste mest | | | |
| Rundvee | | 80 | 20 |
| Leghennen (droge mest) | | 80 | 60 |
| Kippenstrooisel mest | | 80 | 45 |
| Vleeskuikens | | 80 | 55 |
| Champost | | 80 | 30 |

Opmerkingen bij tabel 1-12:

- Indien de mest in **februari of maart** wordt toegediend, zal de totale stikstofwerking slechts 80 % bedragen van de bovengenoemde werking.
- Bij **najaarstoediening** op kleigrond is de werking laag; ongeveer 20 % en 25 % van het stikstofgehalte (N_{tot}) in de mest voor respectievelijk dunne en vaste mest. Omdat verliezen gedurende de winter en daardoor de werking afhangen van de hoeveelheid neerslag kan het beste in het voorjaar een N_{\min} -monster worden genomen. Eventueel niet verloren gegane stikstof wordt dan meegenomen in dat monster. Bij de bepaling van de stikstofgift kan men rekening houden met een extra mineralisatie van respectievelijk 20 % en 25 % van de N_{org} -fractie voor respectievelijk rundmest en varkens/kippenmest.
- Wanneer de mest **niet direct wordt ingewerkt** (maar pas na circa een uur) moet men rekening houden met een 10% lagere W_{\min} .



1.3.3.2 Fosfaatwerkingscoëfficiënten

Tabel 1-13 en tabel 1-14 geven de fosfaatwerkingscoëfficiënten van dierlijke mest op grasland. Tabel 1-15 geeft de fosfaatwerkingscoëfficiënten op bouwland.

Tabel 1-13 Fosfaatwerkingscoëfficiënten in % van dierlijke mest bij diverse toedieningsmethoden op grasland

| Methode | Snedes na toediening | | |
|---------------------------------|----------------------|---------|--------|
| | Eerste | overige | totaal |
| Zodenbemesting en zodeninjectie | 50 | 50 | 100 |
| Sleepvoeten | 75 | 25 | 100 |

Tabel 1-14 Fosfaatwerkingscoëfficiënten in % van vaste mest bij toediening op grasland

| Mestsoort | In het jaar van toediening | Over een meerjarige periode |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| Rundvee | 80 | 100 |
| Varken | 80 | 100 |
| Kippen | 80 | 100 |

Tabel 1-15 Fosfaatwerkingscoëfficiënten in % van verschillende mestsoorten op bouwland

| Mestsoort | In het jaar van toediening | Over een meerjarige periode |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| Rundvee | 60 | 100 |
| Varken | 100 | 100 |
| Kippen | 70 | 100 |



1.3.3.3 Kaliumwerkingscoëfficiënten

Tabel 1-16 geeft de kaliumwerkingscoëfficiënten van dierlijke mest op grasland. De kaliumwerking van dierlijke mest op bouwland bedraagt 100 %, mits de mest (op uitspoelingsgevoelige gronden) na half maart wordt toegediend. Bij toediening voor half maart zullen op uitspoelingsgevoelige gronden uitspoelingsverliezen optreden. De grootte van deze verliezen wordt beschreven in tabel 1-17.

Tabel 1-16 Kaliumwerkingscoëfficiënten in % van dierlijke mest bij diverse toedieningsmethoden op grasland

| Methode | Aanwendings­tijd­stip (in maanden t.o.v. de eerste snede) | Snedes na toediening | | | totaal |
|--------------------------------|--|----------------------|----------------|---------|--------|
| | | 1 ^e | 2 ^e | overige | |
| Zodenbemesting en –injectie | Vóór | 75 | 25 | | 100 |
| | Na | 60 | 40 | | 100 |
| Sleepvoeten | Vóór | 90 | 10 | | 100 |
| | Na | 80 | 20 | | 100 |
| Vaste mest (boven­gronds) | n.v.t. | 100 | | | 100 |

Tabel 1-17 Uitspoelingsverliezen van kali op zand en dalgrond

| Tijd­stip van toediening | Hoeveelheid neerslag tot half maart in mm | Verlies (%) |
|--------------------------|--|-------------|
| Half februari | circa 50 | 20 |
| Half januari | circa 100 | 30 |
| Half December | circa 170 | 45 |
| Half November | circa 230 | 60 |



1.4 Nalevering ondergeploegde gewassen en gewasresten

Uit ondergeploegde gewassen en gewasresten komt stikstof vrij die door de gewassen kan worden opgenomen. Om deze stikstof efficiënt te benutten is het nodig met deze nalevering rekening te houden in de bemesting.

Indien in de voorgaande herfst en winter een **vanggewas** is geteeld en is ondergewerkt, kan men 25 kg stikstof per ha (vlinderbloemigen 35) van de adviesgift aftrekken. Een nauwkeuriger inschatting van de nawerking is mogelijk via een gewashoogtemeting. Eén decimeter gewashoogte komt daarbij overeen met een nawerking van circa 20 kg stikstof per ha. De gewashoogte wordt gemeten met een grashoogtemeter. Indien de bovengrondse delen van het vanggewas worden geoogst of beweid voordat wortels en stoppels worden ondergewerkt, kan geen N-aftrek worden gehanteerd.

De bovenstaande vuistregels gelden niet voor teelten na gras en luzerne. Wanneer een gewas geteeld wordt na 1, 2 of 3 jaar luzerne wordt de nalevering geschat volgens tabel 1-18. Wanneer een gewas wordt geteeld na één, twee of meer jaren grasland, dan wordt de nalevering ingeschat volgens tabel 1-19. De stikstof nalevering in tabel 1-19 is bepaald bij maïs maar kan een goede indicatie zijn bij andere gewassen indien hiervoor geen cijfers beschikbaar zijn.

Tabel 1-18 Stikstof nalevering (kg N/ha/jaar) na 1e, 2e en 3e jaar na omploegen van luzerne op alle grondsoorten

| 1 ^e jaar na scheuren | 2 ^e jaar na scheuren | 3 ^e jaar na scheuren |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 75 | 65 | 25 |

Tabel 1-19 Stikstof nalevering (kg N/ha/jaar) voor maïs na scheuren van grasland

| Aantal jaren na scheuren | Grondsoort | Leeftijd gescheurde zode | | |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------|--------|-----------------|
| | | 1 jaar | 2 jaar | 3 jaar en ouder |
| 1 ^e jaar na scheuren | Alle gronden | 70 | 100 | 100 |
| 2 ^e jaar na scheuren | Klei-op-veen | 0 | 0 | 60 |
| | Overige gronden | 0 | 0 | 30 |

Opmerkingen bij tabel 1-19:

- De **leeftijd van de gescheurde zode** heeft betrekking op volledige productie jaren
- Op kleigronden blijkt uit onderzoek de stikstofvoorraad na het scheuren van grasland nog minimaal 6 jaar geregeld hoog zijn. Daarom is het advies om op deze gronden jaarlijks een N_{min} monster te nemen en de bemesting daaraan aan te passen.



Nalevering bij teelt snijmaïs na het oogsten van een snede gras of groenbemester

Stikstof

Grasland waarvan eerst nog een snede is geoogst alvorens het te ploegen voor de teelt van snijmaïs is meestal in het voorjaar bemest. Een deel van de stikstof uit deze mest komt beschikbaar voor de teelt van de snijmaïs. Ook de ondergeploegde zode levert stikstof aan de snijmaïs.

Ook bij een vanggewas waarvan een snede geoogst is komt stikstof beschikbaar voor de teelt van de snijmaïs uit de in het voorjaar toegediende mest en uit de ondergeploegde zode. In het stikstofbemestingsadvies voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of vanggewas is hiermee rekening gehouden. Dit advies luidt:

$$N\text{-advies} = 180 - N_{\text{min}} - N\text{-levering zode} - N\text{-nalevering mest}$$

Dit advies geldt voor percelen die in voorgaande jaren veel mest ontvingen (minimaal $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Voor percelen die weinig mest ontvingen (maximaal $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) is het advies $205 - N_{\text{min}} - N\text{-levering zode} - N\text{-nalevering mest}$. Bij een hoeveelheid tussen 10 en 50 m^3 mest per ha ligt het advies tussen de beide genoemde waarden in.

Tabel 1-20 Stikstoflevering aan snijmaïs door een ondergeploegde graszode en de stikstofnalevering uit in het voorjaar gegeven mest.

| Leeftijd graszode | N-levering graszode (kg N ha^{-1}) | N=nalevering mest (kg N per m^3) |
|-------------------|---|---|
| 1 jaar | 50 | 0,5 |
| 2 jaar | 65 | 0,5 |
| 3 en 4 jaar | 75 | 0,5 |
| 5 jaar en ouder | 80 | 0,5 |

In het tweede jaar na het scheuren van grasland van 3 jaar en ouder is de stikstofnalevering uit de zode nog 60 kg N ha^{-1} voor klei op veen en 30 kg N ha^{-1} voor de overige gronden. Dit advies komt overeen met dat van gescheurd grasland, waarvan niet in het voorjaar nog een snede is geoogst.

Tabel 1-21 Stikstoflevering aan snijmaïs door een vanggewas na het oogsten van een snede en de stikstofnalevering uit in het voorjaar gegeven mest.

| N-bemesting vanggewas (kg N ha^{-1}) | N-levering zode vanggewas (kg N ha^{-1}) | N=nalevering mest (kg N per m^3) |
|---|---|---|
| 0-50 | 5 | 0,5 |
| 50-100 | 10 | 0,5 |

Bij het scheuren van grasland is het nemen van een grondmonster voor het bepalen van de hoeveelheid minerale N in de bodem verplicht. Het advies is het grondmonster (0-30 cm) te nemen na het oogsten van de snede en voorafgaand aan de bemesting van de snijmaïs.



Bij het telen van een vanggewas is een grondmonster niet verplicht. Indien het vanggewas, voorafgaand aan het oogsten van de snede is bemest, wordt dit wel geadviseerd. Indien het vanggewas niet is bemest kan met een hoeveelheid N_{min} in de laag van 0-30 cm van 10 kg N per ha rekening worden gehouden (zie hoofdstuk 3.2).

In verband met de benutting van het fosfaat en van de kali is het advies om het voorgewas niet meer dan 25 m³ mest per ha te geven.

Fosfaat en kali

Bij het oogsten van een snede gras wordt een hoeveelheid fosfaat en kali onttrokken. Uit de ondergeploegde zode komt stikstof, maar ook fosfaat en kali, beschikbaar voor de maïs. Bij bemesting overeenkomstig het stikstofadvies kan dan, afhankelijk van de bemesting op het voorgewas, met 15 – 30 m³ mest worden volstaan. In veel gevallen is dan, ook als rekening gehouden wordt met het fosfaat en de kali uit de zode, een extra aanvulling met fosfaat en kali nodig. De hoogte van deze aanvulling is afhankelijk van de fosfaat- en kali-toestand. Het verdient daarom aanbeveling het grasland in het voorjaar, voorafgaand aan de bemesting, te laten bemonsteren in de laag van 0-25 cm en te laten analyseren.

Na het oogsten van een vanggewas zal, afhankelijk van de fosfaattoestand, in veel gevallen een extra aanvulling met fosfaat in de rij nodig zijn.



1.5 Berekening kalkgift

De pH van de bodem daalt jaarlijks door o.a. gewasonttrekking, uitspoeling en eventueel de verzurende werking van minerale meststoffen. Deze daling kan beperkt worden door het vermijden van het gebruik van zuurwerkende minerale meststoffen. De pH kan verhoogd worden door het gebruik van kalkmeststoffen (bekalking). Voor bekalking kan gekozen worden voor één van de twee volgende strategieën: onderhoudsbekalking of reparatiebekalking

Bij een onderhoudsbekalking wordt er meestal jaarlijks bemest om de pH op peil te houden.

Bij een reparatiebekalking wordt naar aanleiding van grondonderzoek de pH verhoogd tot de gewenste pH.



1.5.1 *Verzurende, neutrale of basische werking van minerale- en kalkmeststoffen*

De neutraliserende werking van kalkmeststoffen wordt aangeduid met de term neutraliserende waarde (nw), voorheen werd de term zuurbindende waarde (zbw) gebruikt. 1 nw komt overeen met 1 kg CaO.

De verzurende of basische werking van een minerale meststof wordt aangegeven met de term basenequivalent (be). Dit is het getal dat de waarde van de uiteindelijke reactie van de meststof na toevoeging aan de bodem aangeeft (kg CaO/100 kg meststof). Is de waarde van dit getal lager dan -5, dan wordt de meststof "zuurwerkend" genoemd. Is de waarde groter dan 5, dan is de meststof "basisch werkend". In de overige gevallen is de meststof "neutraal werkend". Het basenequivalent is te berekenen met behulp van de onderstaande formule (Sluijsmans):

$$1 * \%CaO + 1,4 * \%MgO + 0,6 * \%K_2O + 0,9 * \%Na_2O - 0,4 \%P_2O_5 - 0,7\%SO_3 - 0,8*\%Cl - n*\%N.$$

1 be komt overeen met 1 kg CaO. De in te vullen percentages komen overeen met de gehalten in de meststof. Voor bouwland geldt dat $n = 1$. Voor grasland geldt dat $n = 0,8$.

Aan het gebruik van bovenstaande formule kleven twee bezwaren. Lang niet altijd wordt de volledige samenstelling van de meststof vermeld. In de bovenstaande formule wordt geen rekening gehouden met de vorm waarin stikstof in de meststof aanwezig is; alle stikstof wordt als verzurend beschouwd. Stikstof in de vorm van nitraat werkt echter basisch.



1.5.2 Berekening kalkgift bij onderhoudsbekalking op grasland

Tip:

Indien bij herfstaanwending meer dan 2000 kg nw zou moeten worden toegediend of bij voorjaarsaanwending meer dan 1000 nw, wordt geadviseerd deze hoeveelheden verdeeld over twee jaar toe te dienen.

Gemiddeld spoelt 50 kg nw per ha uit de zodelaag. Dit is exclusief de verzurende of basische werking van meststoffen (zie paragraaf 1.5.1). Het advies is om het verlies aan nw regelmatig aan te vullen; minimaal eens per 4 jaar.



1.5.3 Berekening kalkgift bij reparatiebekalking op grasland

Tip:

Indien bij herfstaanwending meer dan 2000 kg nw zou moeten worden toegediend of bij voorjaarsaanwending meer dan 1000 nw, wordt geadviseerd deze hoeveelheden verdeeld over twee jaar toe te dienen.

Wanneer uit grondonderzoek is gebleken dat de pH te laag is, kan een reparatiebekalking worden toegepast.

De hoeveelheid kalk die per bemonsterde laag van 1 dm nodig is om de pH-KCl tot het gewenste niveau te verhogen, wordt uitgedrukt in kg nw per ha en wordt als volgt berekend:

Kalkgift (kg nw/ha) = bemonsterde laag (dm) x kalkfactor x gewenste verhoging van pH-KCl (in tiende eenheden)

De kalkfactor is de hoeveelheid kalk, uitgedrukt in kg nw per ha per 10 cm bouwvoor, die gegeven moet worden om de pH-KCl met een tiende eenheid te verhogen. Hieronder wordt aangegeven hoe de kalkfactor berekend kan worden.

Berekening kalkfactor voor zand, dalgrond en veen

De kalkfactor voor zand, dalgrond en veen is afhankelijk van het organische stofgehalte en wordt volgens de onderstaande formule berekend:

$$\text{Kalkfactor} = 621 \times \frac{(\text{percentage organische stof} + 1)}{(\text{percentage organische stof} + 26)}$$

De kalkfactor voor zand, dalgrond en veen kan ook rechtstreeks worden afgelezen uit Tabel 1-22.



Tabel 1-22 Kalkfactor voor zand, dalgrond en veen in kg nw per ha per 10 cm bouwvoordikte

| Org. stof (%) | Kalkfactor | Org. stof (%) | Kalkfactor | Org. stof (%) | Kalkfactor |
|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1 | 46 | 16 | 252 | 32 | 354 |
| 2 | 67 | 17 | 261 | 34 | 362 |
| 3 | 86 | 18 | 269 | 36 | 371 |
| 4 | 104 | 19 | 277 | 38 | 379 |
| 5 | 121 | 20 | 284 | 40 | 386 |
| 6 | 136 | 21 | 291 | 42 | 392 |
| 7 | 151 | 22 | 298 | 44 | 398 |
| 8 | 165 | 23 | 305 | 46 | 406 |
| 9 | 178 | 24 | 311 | 48 | 412 |
| 10 | 190 | 25 | 317 | 50 | 417 |
| 11 | 202 | 26 | 323 | 55 | 429 |
| 12 | 214 | 27 | 328 | 60 | 441 |
| 13 | 224 | 28 | 333 | 65 | 450 |
| 14 | 234 | 29 | 339 | 70 | 460 |
| 15 | 243 | 30 | 344 | 75 | 466 |

Berekening kalkfactor voor klei en löss

De kalkfactor voor klei en löss is afhankelijk van het organische stofgehalte en de lutum-slib verhouding en wordt als volgt berekend:

$$\text{Kalkfactor} = 11,2 \times r \times (0,25 \times \text{lutum} / \text{LS} + \text{percentage organische stof})$$

r = de dichtheid van de grond, deze is weergegeven in tabel 1-23.

LS = de lutum-slib verhouding, deze staat vermeld in tabel 1-6.

Voor klei met een organische stofgehalte ≥ 25 % wordt de benodigde hoeveelheid kalk met behulp van de kalkfactor voor zand, dalgrond en veen berekend.

Tabel 1-23 Dichtheid r (g/cm³) van klei en löss, afhankelijk van het organische stofgehalte

| Org.stof (%) | R | Org.stof (%) | r | Org.stof (%) | r |
|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| 1 | 1,31 | 8 | 1,04 | 16 | 0,92 |
| 2 | 1,25 | 10 | 1,00 | 18 | 0,89 |
| 4 | 1,14 | 12 | 0,96 | 20 | 0,88 |
| 6 | 1,08 | 14 | 0,94 | | |



1.5.4 Berekening kalkgift bij onderhoudsbekalking op bouwland

Tip:

- In het algemeen worden giften groter dan 8000 kg nw niet geadviseerd. Bij grotere giften dan 4000 kg nw/ha wordt geadviseerd deze giften in meerdere keren te geven.
- Meng de kalk goed door de bouwvoor.

Zand, dalgrond en veen

De hoeveelheid kalk die gemiddeld per jaar nodig is om de verliezen door uitspoeling uit de bouwvoor aan te vullen wordt berekend volgens onderstaande formule:

Kalkgift in kg nw/ha = 2,5 x kalkfactor x daling pH-KCl in 4 jaar x bouwvoordikte (in dm)

De kalkfactor staat in tabel 1-24.

De daling in de pH-KCl in 4 jaar staat vermeld in tabel 1-25.

De gift voor onderhoudsbekalking is exclusief de verzurende of basische werking van meststoffen (zie paragraaf 1.5.1).

Tabel 1-24 Kalkfactor voor zand, dalgrond en veen in kg nw per ha per 10 cm bouwvoordikte

| Org. stof (%) | Kalkfactor | Org. stof (%) | Kalkfactor | Org. stof (%) | Kalkfactor |
|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1 | 46 | 16 | 252 | 32 | 354 |
| 2 | 67 | 17 | 261 | 34 | 362 |
| 3 | 86 | 18 | 269 | 36 | 371 |
| 4 | 104 | 19 | 277 | 38 | 379 |
| 5 | 121 | 20 | 284 | 40 | 386 |
| 6 | 136 | 21 | 291 | 42 | 392 |
| 7 | 151 | 22 | 298 | 44 | 398 |
| 8 | 165 | 23 | 305 | 46 | 406 |
| 9 | 178 | 24 | 311 | 48 | 412 |
| 10 | 190 | 25 | 317 | 50 | 417 |
| 11 | 202 | 26 | 323 | 55 | 429 |
| 12 | 214 | 27 | 328 | 60 | 441 |
| 13 | 224 | 28 | 333 | 65 | 450 |
| 14 | 234 | 29 | 339 | 70 | 460 |
| 15 | 243 | 30 | 344 | 75 | 466 |



Rivierklei en zeeklei

Op kleigronden wordt de hoeveelheid kalk die gemiddeld nodig is om de verliezen uit de bouwvoor aan te vullen geschat op 400 kg nw per ha per jaar. Op lichte gronden zal deze hoeveelheid iets kleiner, op zware gronden iets groter zijn.

Op kleigronden met meer dan 2 % CaCO₃ wordt geen onderhoudsbekalking geadviseerd.

Tabel 1-25 pH-daling in relatie tot de uitgangspH t.b.v onderhoudsbekalking

| Zand-, dal-, en veengrond | | Löss | |
|---------------------------|---------------------|------------|---------------------|
| UitgangspH | pH-daling in 4 jaar | UitgangspH | pH-daling in 4 jaar |
| 4,5 | 0,15 | 5,5 | 0,17 |
| 4,6 | 0,17 | 5,6 | 0,19 |
| 4,7 | 0,19 | 5,7 | 0,21 |
| 4,8 | 0,21 | 5,8 | 0,23 |
| 4,9 | 0,23 | 5,9 | 0,25 |
| 5,0 | 0,25 | 6,0 | 0,27 |
| 5,1 | 0,27 | 6,1 | 0,29 |
| 5,2 | 0,29 | 6,2 | 0,31 |
| 5,3 | 0,31 | 6,3 | 0,34 |
| 5,4 | 0,33 | 6,4 | 0,36 |
| 5,5 | 0,35 | 6,5 | 0,38 |
| 5,6 | 0,37 | 6,6 | 0,40 |
| 5,7 | 0,39 | | |

Löss

Voor lössgronden kan men de hoeveelheid kalk die jaarlijks door uitspoeling verdwijnt berekenen volgens de formule:

Kalkgift (kg nw/ha) =

$28 \times r \times (0,25 \times (\text{lutum/LS}) + \text{organische stofgehalte}) \times \text{daling pH-KCl (in 4 jaar)} \times \text{bouwvoordikte (dm)}$

r is de dichtheid van de grond en staat vermeld in tabel 1-23.

LS is de lutum-slib verhouding en staat vermeld in tabel 1-6.

Tabel 1-25 geeft de daling in de pH-KCl in 4 jaar.



1.5.5 Berekening kalkgift bij reparatiebekalking op bouwland

De eerste stap voor een reparatiebekalking is het bepalen van de gewenste pH. De gewenste pH is afhankelijk van het gewas, grondsoort en bouwplan en staat vermeld in hoofdstuk 3 t/m 6.

Zand, dalgrond en veen

De hoeveelheid kalk die nodig is om de pH-KCl van de bouwvoor tot het gewenste niveau te verhogen, wordt uitgedrukt in kg nw per ha.

Kalkgift = Kalkfactor x Gewenste verhoging van pH-KCl (in tiende eenheden) x bouwvoordikte (dm)

De kalkfactor is de hoeveelheid kalk, uitgedrukt in kg nw per ha per 10 cm bouwvoor, die gegeven moet worden om de pH-KCl met een tiende eenheid te verhogen. De grootte hiervan is voor zand, dalgrond en veen afhankelijk van het organische stofgehalte. De kalkfactor wordt als volgt berekend:

$$\text{Kalkfactor} = 621 \times \frac{(\text{percentage organische stof} + 1)}{(\text{percentage organische stof} + 26)}$$

Rivierklei, löss en zeeklei

Bij de berekening van de hoeveelheid kalk (uitgedrukt in kg nw) die nodig is om de gewenste pH te bereiken op rivierklei, löss en zeeklei worden twee trajecten onderscheiden, namelijk bekalking tót pH-KCl 6,4 en bekalking vanaf pH-KCl 6,4 tot de gewenste pH-KCl.

Indien de gevonden pH lager is dan 6,4 en de gewenste pH is hoger dan 6,4, dan dient eerst de kalkgift berekend te worden over het traject tot pH 6,4. Vervolgens dient de kalkgift over het pH-traject van 6,4 tot de gewenste pH berekend te worden. De totale gift is dan de som van deze twee kalkgiften.

Berekening kalkgift tot pH-KCl 6,4:

Kalkgift = kalkfactor x gewenste verhoging pH-KCl in tiende eenheden x bouwvoordikte (dm)

De kalkfactor = $11,2 \times r \times (0,25 \times (\text{lutum/LS}) + \text{organische stofgehalte})$

r is de dichtheid van de grond en staat vermeld in tabel 1-23

LS is de lutum-slib verhouding en staat vermeld in tabel 1-6



Berekening kalkgift vanaf pH-KCl 6,4:

Kalkgift = $560 \times r \times (0,25 \times (\text{lutum/ LS}) + \text{organische stofgehalte}) \times (rb_2 - rb_1) \times \text{bouwvoordikte (dm)}$

rb_1 is het relatieve basengehalte, en is afhankelijk van de **gewenste** pH-KCl en staat in tabel 1-26

rb_2 is het relatieve basengehalte, en is afhankelijk van de **gevonden** pH-KCl en staat in tabel 1-26

In tabel 1-27 is de kalkgift voor het verhogen van de pH vanaf pH 6,4 berekend voor een aantal situaties.

Tabel 1-26 Het relatieve basengehalte (r.b.) in relatie tot de pH-KCl

| | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------|------|------|------|------|------|----------|----------|
| pH-KCl | 6,4 | 6,5 | 6,6 | 6,7 | 6,8 | 6,9 | 7,0 | 7,1 | 7,2 |
| r.b. | 1,0 | 1,025 | 1,06 | 1,10 | 1,15 | 1,21 | 1,28 | ca. 1,40 | ca. 1,70 |



Tabel 1-27 Hoeveelheid kalk (kg nw per ha) nodig per 10 cm bouwvoor om de pH-KCl van 6,4 tot het gewenste niveau te verhogen op rivierklei, löss en zeeklei

| Organische stof: | | 1,0 - 1,9 % | | | | | | |
|------------------|-----------------|-------------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------|
| | Lutum / (LS) %: | 11-14 | 15-19 | 20-24 | 25-34 | 35-44 | 45-54 | > 54 |
| Uitgangs-pH: | | | | | | | | |
| 6,4 | | 340 | 430 | 520 | 1000 | 3400 | 7300 | 8600 |
| 6,5 | | 260 | 320 | 390 | 820 | 3200 | 7000 | 8300 |
| 6,6 | | 140 | 170 | 210 | 600 | 2900 | 6700 | 7900 |
| 6,7 | | - | - | - | 330 | 2600 | 6200 | 7400 |
| 6,8 | | - | - | - | - | 2100 | 5700 | 6800 |
| 6,9 | | - | - | - | - | 1600 | 5100 | 6000 |
| 7,0 | | - | - | - | - | 1000 | 4400 | 5200 |
| 7,1 | | - | - | - | - | - | 3100 | 3700 |
| 7,2 | | - | - | - | - | - | - | - |
| Gewenste pH: | | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,8 | 7,1 | 7,2 | 7,2 |
| Organische stof: | | 2,0 - 2,9 % | | | | 3,0 - 4,9 % | | |
| | Lutum / (LS) %: | 25-34 | 35-44 | 45-54 | > 54 | 35-44 | 45-54 | > 54 |
| Uitgangs-pH: | | | | | | | | |
| 6,4 | | 410 | 1800 | 4100 | 8400 | 880 | 2900 | 4800 |
| 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 |
| Organische stof: | | 5,0 - 7,4 % | | | 7,5 - 9,9 % | | | |
| | Lutum / (LS) %: | 35-44 | 45-54 | > 54 | 45-54 | > 54 | | |
| Uitgangs-pH: | | | | | | | | |
| 6,4 | | 240 | 1100 | 2600 | 310 | 1400 | | |
| 6,5 | | - | 830 | 2300 | - | 1000 | | |
| 6,6 | | - | 440 | 1900 | - | 550 | | |
| 6,7 | | - | - | 1400 | - | - | | |
| 6,8 | | - | - | 760 | - | - | | |
| 6,8-7,2 | | - | - | - | - | - | | |
| Gewenste pH: | | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | | |



1.6 Omrekeningsfactoren

De onderstaande tekst is overgenomen uit het Handboek Meststoffen (Anonymous, 2000).

Met behulp van de relatieve atoomgewichten uit tabel 1-28 kunnen omrekeningen van de ene scheikundige verbinding naar de andere worden gemaakt. Voor de meest voorkomende omrekeningen zijn de omrekeningsfactoren weergegeven in tabel 1-29.

Rekenvoorbeelden:

- Wanneer de hoeveelheid NO_3^- is gegeven (bijv. 50 mg), hoeveel N is dit dan?
Atoomgewicht N / iongewicht $\text{NO}_3^- = 14,01 / (14,01 + (3 \times 16,00)) = 0,226$
 $0,226 \times 50 \text{ mg NO}_3^- = 11,3 \text{ mg N}$
- Wanneer de hoeveelheid P_2O_5 is gegeven (bijv. 70 kg), hoeveel P is dit dan?
Atoomgewicht P / molecuulgewicht $\text{P}_2\text{O}_5 = 30,97 / (2 \times 30,97 + 5 \times 16) = 0,218$
Aangezien de verbinding P_2O_5 tweemaal zoveel atomen P bevat als de verbinding P, moet de omrekeningsfactor met 2 worden vermenigvuldigd: $2 \times 0,218 = 0,436$
 $0,436 \times 70 \text{ kg P}_2\text{O}_5 = 30,52 \text{ kg P}$.

Tabel 1-28 Relatieve atoomgewichten van elementen

| Element | Symbool | Relatief atoomgewicht (afgerond) |
|-----------|---------|-------------------------------------|
| Borium | B | 10,81 |
| Calcium | Ca | 40,08 |
| Chloor | Cl | 35,45 |
| Fosfor | P | 30,97 |
| Kalium | K | 39,10 |
| Kobalt | Co | 58,93 |
| Koolstof | C | 12,01 |
| Koper | Cu | 63,55 |
| Magnesium | Mg | 24,31 |
| Mangaan | Mn | 54,94 |
| Molybdeen | Mo | 95,94 |
| Natrium | Na | 22,99 |
| Silicium | Si | 28,09 |
| Stikstof | N | 14,01 |
| Waterstof | H | 1,01 |
| IJzer | Fe | 55,85 |
| Zink | Zn | 65,38 |
| Zuurstof | O | 16,00 |
| Zwavel | S | 32,06 |



Tabel 1-29 Chemische omrekeningsfactoren

| Gegeven | Gezocht | Factor | Gegeven | Gezocht | Factor |
|-------------------------------|---|--------|---|-------------------------------|--------|
| N | NH ₃ | 1,216 | NH ₃ | N | 0,822 |
| N | NH ₄ ⁺ | 1,288 | NH ₄ ⁺ | N | 0,776 |
| N | NH ₄ NO ₃ | 2,857 | NH ₄ NO ₃ | N | 0,350 |
| N | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,717 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | N | 0,212 |
| N | NO ₃ ⁻ | 4,427 | NO ₃ ⁻ | N | 0,226 |
| N | CaCN ₂ | 2,860 | CaCN ₂ | N | 0,350 |
| N | CO(NH ₂) ₂ | 2,144 | CO(NH ₂) ₂ | N | 0,466 |
| P | P ₂ O ₅ | 2,291 | P ₂ O ₅ | P | 0,436 |
| P | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 5,007 | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | P | 0,200 |
| P | H ₃ PO ₄ | 3,164 | H ₃ PO ₄ | P | 0,316 |
| P ₂ O ₅ | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 2,185 | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | P ₂ O ₅ | 0,458 |
| P ₂ O ₅ | H ₃ PO ₄ | 1,381 | H ₃ PO ₄ | P ₂ O ₅ | 0,724 |
| K | K ₂ O | 1,205 | K ₂ O | K | 0,830 |
| K | KCl | 1,907 | KCl | K | 0,524 |
| K | KNO ₃ | 2,586 | KNO ₃ | K | 0,387 |
| K | K ₂ SO ₄ | 2,228 | K ₂ SO ₄ | K | 0,449 |
| K ₂ O | KCl | 1,583 | KCl | K ₂ O | 0,632 |
| K ₂ O | K ₂ SO ₄ | 1,850 | K ₂ SO ₄ | K ₂ O | 0,541 |
| K ₂ O | KNO ₃ | 2,147 | KNO ₃ | K ₂ O | 0,466 |
| Ca | CaO | 1,399 | CaO | Ca | 0,715 |
| Ca | CaCl ₂ | 2,769 | CaCl ₂ | Ca | 0,361 |
| Ca | CaCO ₃ | 2,497 | CaCO ₃ | Ca | 0,400 |
| Ca | CaSO ₄ | 3,397 | CaSO ₄ | Ca | 0,294 |
| CaO | CaCl ₂ | 1,979 | CaCl ₂ | CaO | 0,505 |
| CaO | CaCO ₃ | 1,785 | CaCO ₃ | CaO | 0,560 |
| CaO | CaSO ₄ | 2,428 | CaSO ₄ | CaO | 0,412 |
| Mg | MgO | 1,658 | MgO | Mg | 0,603 |
| Mg | MgCO ₃ | 3,469 | MgCO ₃ | Mg | 0,288 |
| Mg | MgSO ₄ | 4,952 | MgSO ₄ | Mg | 0,202 |
| Mg | MgSO ₄ .H ₂ O | 5,694 | MgSO ₄ .H ₂ O | Mg | 0,176 |
| Mg | MgSO ₄ .7H ₂ O | 10,141 | MgSO ₄ .7H ₂ O | Mg | 0,099 |
| MgO | MgCO ₃ | 2,092 | MgCO ₃ | MgO | 0,478 |
| MgO | MgSO ₄ | 2,986 | MgSO ₄ | MgO | 0,335 |
| MgO | MgSO ₄ .H ₂ O | 3,433 | MgSO ₄ .H ₂ O | MgO | 0,291 |
| MgO | MgSO ₄ .7H ₂ O | 6,115 | MgSO ₄ .7H ₂ O | MgO | 0,164 |
| Na | NaCl | 2,542 | NaCl | Na | 0,393 |
| Na | Na ₂ O | 1,348 | Na ₂ O | Na | 0,742 |
| Na ₂ O | NaCl | 1,886 | NaCl | Na ₂ O | 0,530 |
| S | SO ₃ | 2,497 | SO ₃ | S | 0,400 |
| S | SO ₄ | 2,996 | SO ₄ | S | 0,334 |
| S | CaSO ₄ | 4,246 | CaSO ₄ | S | 0,236 |
| S | K ₂ SO ₄ | 5,435 | K ₂ SO ₄ | S | 0,184 |
| S | MgSO ₄ | 3,754 | MgSO ₄ | S | 0,266 |
| S | MgSO ₄ .H ₂ O | 4,316 | MgSO ₄ .H ₂ O | S | 0,232 |
| S | MgSO ₄ .7H ₂ O | 7,687 | MgSO ₄ .7H ₂ O | S | 0,130 |
| S | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,121 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | S | 0,243 |
| SO ₃ | CaSO ₄ | 1,700 | CaSO ₄ | SO ₃ | 0,588 |
| SO ₃ | K ₂ SO ₄ | 2,177 | K ₂ SO ₄ | SO ₃ | 0,459 |
| SO ₃ | MgSO ₄ | 1,503 | MgSO ₄ | SO ₃ | 0,665 |
| SO ₃ | MgSO ₄ .H ₂ O | 1,728 | MgSO ₄ .H ₂ O | SO ₃ | 0,579 |
| SO ₃ | MgSO ₄ .7H ₂ O | 3,079 | MgSO ₄ .7H ₂ O | SO ₃ | 0,325 |
| SO ₃ | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 1,650 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | SO ₃ | 0,606 |
| SO ₃ | SO ₄ | 1,200 | SO ₄ | SO ₃ | 0,833 |
| Si | SiO ₂ | 2,139 | SiO ₂ | Si | 0,467 |