



***Reststromen  
veilig en duurzaam inzetten  
in de akkerbouw***

*Chris Koopmans  
Anna Zwijnenburg*

## Verantwoording

Deze brochure is onderdeel van het Praktijknetwerk Resttest XL.

Wanneer is het inzetten van reststromen op de akker duurzaam? Dat is de centrale vraag in het praktijknetwerk Resttest XL. In thema- en veldbijeenkomsten is deze vraag uitgewerkt, zijn ervaringen gedeeld en wensen geïdentificeerd. In het veld is de werking van Betacal, brandkalk en gips getest, en de effecten van een specifieke toedieningstechniek van compost onderzocht. De werking van spuilooi en noodzaak van een extra fosfaatgift in de aardappelteelt zijn onder de loep genomen. De ideeën rond reststromen zijn in regiobijeenkomsten en in de bedrijfsplannen van Veldleeuweriktelers geconcretiseerd.

Bijdragen aan het netwerk zijn geleverd door vele telers van Stichting Veldleeuwerik en speciaal door Jaap Lodders, Tammo Schreuder, Peter de Regt, Aard Robaard en Wim Stegeman.

Dit netwerk is gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken en het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland.



Europees Landbouwfonds voor  
plattelandsontwikkeling:  
Europa investeert in zijn platteland.



**Reststromen veilig**

www.louisbolk.nl  
info@louisbolk.nl  
T 0343 523 860  
F 0343 515 611  
Hoofdstraat 24  
3972 LA Driebergen  
@LouisBolk

© Louis Bolk Instituut 2015

Foto's: Louis Bolk instituut, Suikerunie (p 16, 17, 28),  
Anna Zwijnenburg

Ontwerp: Fingerprint

Eindredactie: Chris Koopmans en Lidwien Daniels

Druk: Drukkerij Kerkebosch

Deze uitgave is per mail of website te bestellen  
onder nummer 2015-003 LbP

## ***Inhoud***

1. *De duurzaamheid van reststromen* 4
2. *Herkomst, samenstelling en werking* 6
3. *Risico's en aandachtspunten* 10
4. *Reststromen en mineralisatie* 13
5. *Reststromen en fosfaat, kalium en micronutriënten* 16
6. *Reststromen in de praktijk* 18

*Literatuur, meer informatie en links* 26

# 1. De duurzaamheid van reststromen

In de Nederlandse akkerbouw worden veel organische meststoffen ingezet. Organische stofaanvoer is belangrijk voor het op peil houden of verbeteren van de bodemvruchtbaarheid. Veel akkerbouwers hebben echter vragen en twijfels over een juiste en betrouwbare inzet op het bedrijf. Sluiten we de kringloop of zijn we het afvoerputje van de samenleving? De term reststromen suggereert immers dat het gaat over afvalproducten. Voorbeelden zijn er genoeg: afval uit de dierlijke sectoren (organische mest), afval uit de natuur (groencompost), afval van consumenten (GFT-compost), afval van de industrie (Protamylasse) of afval bij productie van energie (digestaat). Veel van deze 'afvalproducten' hebben inmiddels hun waarde bewezen als meststof in de landbouw.

## Natuurlijke hulpbronnen

De meeste reststromen bevatten hoogwaardige grondstoffen die nuttig zijn voor bodem en plantengroei. Duurzaamheid heeft vele betekenissen, maar wordt vaak in verband gebracht met onze natuurlijke hulpbronnen op aarde. De vraag naar grondstoffen zoals fossiele brandstoffen, metalen en mineralen is groot, maar deze zijn eindig of worden slechts zeer langzaam aangevuld. Vanuit dit oogpunt zouden deze bronnen zo veel mogelijk hergebruikt moeten worden. Daarnaast speelt de geografische concentratie van grondstoffen ook een rol. Van een flink aantal grondstoffen bevinden de grote voorraden zich buiten de Europese Unie en zijn de EU-landen afhankelijk van import. Fosfor, kalium en de diverse sporenelementen zijn belangrijke grondstoffen die in ruime mate aanwezig zijn in organische mest en andere reststromen. Genoeg reden om te onderzoeken of deze reststromen 'opnieuw' ingezet kunnen worden als plantenvoeding en bodemverbetering.

## Fosfor

Fosfor is een belangrijk element voor al het leven op aarde. Het is een onderdeel van DNA en van botten. Wetenschappers geven aan dat de voorraad fosfaat op de wereld uitgeput raakt. De belangrijkste mijnen liggen in Marokko en China. De 'piekperiode' (de periode dat de vraag naar

fosfaat groter is dan het aanbod) wordt rond 2030 verwacht. Ongeveer 80% van het gewonnen fosfaat wordt door de landbouw gebruikt. Fosfor wordt ingezet via kunstmest en veevoer. Fosfor is een onvervangbaar element in de natuur en zal daarom gerecycled moeten worden.

## Stichting Veldleeuwerik

*Binnen Stichting Veldleeuwerik werken akkerbouwers en hun afnemers samen aan verduurzaming van de voedselproductie. Aan de basis van de systematiek staan tien indicatoren.*

1. Productwaarde
2. Bodemvruchtbaarheid
3. Voedingsstoffen
4. Gewasbescherming
5. Bodemverlies
6. Water
7. Energie
8. Biodiversiteit
9. Menselijk kapitaal
10. Lokale economie

*Akkerbouwers stellen een duurzaamheidsplan op waarin zij acties formuleren die bijdragen aan de verduurzaming van hun bedrijfsvoering. De inzet van reststromen wordt vaak benoemd in de actiepunten. Hier geven de akkerbouwers verschillende redenen voor:*

- De bodemvruchtbaarheid verbeteren
- De kringloop sluiten
- Fosfaat en kali volledig uit reststromen aanwenden
- Samenwerking akkerbouw/veehouderij

## Kalium

Ook kalium wordt gewonnen uit mijnen, maar de voorraden zijn zeer groot. Ze liggen verspreid over meerdere landen, maar de grootste hoeveelheid bevindt zich in Canada en Rusland. Slechts 2% van de voorraad is in bezit van Europese landen. Kalium komt voor in alle cellen van planten en dieren. Het winnen van kalium is een duur proces en hergebruik is daarom gewenst.

## Sporenelementen

Wereldwijd hebben veel landbouwgronden een tekort aan zink en seleen. Gebrek aan zink verstoort de stofwisseling bij plantengroei. Seleen is minder belangrijk voor planten, maar is wel essentieel voor de gezondheid van mens en dier. Een tekort aan molybdeen komt nauwelijks voor, maar is wel essentieel voor plantengroei. Dit element speelt o.a. een rol bij de stikstofbinding van vlinderbloemigen zoals klavers. Borium is een belangrijk sporenelement voor planten bij de opbouw van celwanden.

Per grondstof wordt de zogenaamde R/P ratio (totale reserves versus productie) berekend die aangeeft hoeveel jaren de reserves volstaan om het huidige gebruik op peil te houden (zie tabel 1.1.). Over de absolute getallen is bij wetenschappers overigens nog de nodige discussie.

Tabel 1.1. Supply risk van grondstoffen voor de EU.

	R/P in jaren	Supply risk* in termen van:			
		Import-afhankelijkheid	Geografische concentratie	(On)vervangbaarheid	(On)mogelijkheid recycling
<i>Lange termijn</i>					
Fosfaat	370**	+++	+++	+++	+
Kalium	288	+++	++	++	++
Zink	19	++	+	+	+
Seleen	49	+++	++	++	+
Molybdeen	44	+++	++	+	?
Borium	46	+++	++	+++	?

\* + beperkt risico; ++ aanmerkelijk risico; +++ groot risico

\*\* Mogelijk veel korter

Naar: Platform Landbouw, Innovatie en Samenleving (2014)



Reststromen en mineralen komen op een bedrijf samen

Telers hebben regelmatig het gevoel dat zij de 'problemen' van industrie of veehouderij moeten oplossen door het inzetten van reststromen. Wisselende kwaliteiten van mest, stukjes plastic in compost of een verplichte afname van Betacal bevorderen de relatie tussen de partijen niet. De mondiale ontwikkeling dwingt telers in zekere zin om anders naar reststromen te gaan kijken. Toch zijn snel slinkende mondiale voorraden, en het feit dat Nederland zelf geen mijnen bezit, redenen om reststromen serieus als alternatief in overweging te nemen.

Het doel van deze brochure is niet om minerale meststoffen uit te bannen, maar om juist meer inzicht te geven in de gebruikswaarde van reststromen. In de brochure wordt toegelicht hoe reststromen in te zetten zijn als meststof, maar worden ook risico's en aandachtspunten besproken zodat reststromen op hun juiste waarde worden geschat.

## 2. Herkomst, samenstelling en werking

### Herkomst en samenstelling

De herkomst en eigenschappen van reststromen bepalen in belangrijke mate de werking ervan in de bodem en op de groei van de plant. Globaal kunnen we vier bronnen onderscheiden:

1. Reststromen uit de industrie: Betacal®, gips en brandkalk zijn kalkachtige stoffen afkomstig uit industrie of industrieel verwerkt uit natuurlijke grondstoffen;
2. Dierlijke reststromen: in vele soorten afkomstig uit rundvee-, varkens en pluimveehouderij maar ook met nieuwe vormen zoals spuihoog afkomstig uit luchtwassers van de intensieve veehouderij;
3. Compost: afkomstig van plantaardig afval zoals berm en slootmaaisel (groencompost); ook uit het groente, fruit en tuinafval van consumenten (GFT-compost);
4. Reststromen uit vergisting: digestaat afkomstig uit vergistinginstallaties met een keur aan basisgrondstoffen.

**Betacal®** of schuimaarde is een kalkachtige stof die afkomstig is van de suikerindustrie. Betacal ontstaat door bij de zuivering van het suikerbieten diffusiesap (ongeblaste kalk) toe te voegen.

**Agrigyps** komt vrij bij de productie van fosforzuur en is een calciummeststof met 29% CaO. De calcium is daarbij gebonden aan sulfaat (35%).

Bij **brandkalk** kun je niet spreken van een echte reststroom. Het is een goed oplosbare calciummeststof op basis van calciumcarbonaat dat in de natuur in grote hoeveelheden voorkomt als kalksteen, kalkmergel en in de vorm van schelpen. Het bevat alleen calciumoxide (60%) en magnesiumoxide (35%).

Reststromen van **dierlijke** oorsprong hebben een zeer gevarieerde samenstelling. Drijfmest uit de rundveehouderij bevat veel stikstof en weinig koolstof. De stikstof is grotendeels in minerale vorm aanwezig. Varkensmest is een minder goede leverancier van organische stof, maar heeft een hoog gehalte aan minerale stikstof. De hoge fosfaatgehalten zijn vaak een nadeel voor de akkerbouw. Leghennenmest heeft een

samenstelling die erg afhankelijk is van het type stal in gebruik bij de pluimveehouder. Het bevat relatief veel stikstof en fosfaat.

**Groencomposten** variëren eveneens nogal in samenstelling al naar gelang de grondstoffen. Het zijn over het algemeen 'schone' composten. De stikstof is vrijwel geheel in organische vorm aanwezig. Groencomposten bevatten echter relatief weinig fosfaat. Van belang is de zeefmaat: de grofheid van het materiaal bepaalt in belangrijke mate de werking op de bodemstructuur. Als bron van organische stof en voor structuurophouwing is de akkerbouwer gebaat bij een wat grovere samenstelling.

De veel rijkere **GFT-composten** variëren in samenstelling door het jaar heen, maar vooral tussen de leveranciers (regio's). Meestal zijn GFT-composten vrij rijk aan stikstof. Fosfaat kan soms rijkelijk aanwezig zijn, waardoor het van belang is vóór gebruik over een specifieke analyse te beschikken. Gecertificeerde 'Keurcompost' voldoet daarbij wel aan een aantal eisen op het gebied van het ontbreken van ziektekiemen, onkruiden en vervuiling.

Bij het vergisten van mest met een toegevoegd product (maïs etc.) zetten bacteriën de snel verteerbare organische stof om in methaangas en ammoniumstikstof. Het restant heet **digestaat** en bestaat uit verschillende fracties (dikke en vloeibare). De samenstelling is zeer afhankelijk van het type product dat vergist is, de vergistingsduur en type vergister. De pH varieert, evenals het organische stofgehalte en de stikstoffractie.

### Werkning in de praktijk

**Betacal** kan de bewerkbaarheid, verkruielbaarheid en slempgevoeligheid van bodems (tijdelijk) verbeteren. Dat kan ook de lucht- en waterhuishouding ten goede komen. Deze effecten zijn het sterkst op zure gronden, maar blijken meestal tijdelijk te zijn. Op kleigronden met een toch al hoge pH is het effect van Betacal minder zichtbaar.

Door structuurverbetering krijgt het gewas de kans om de bodem inten-





Betacal®



Groencompost

siever te doorwortelen en voedingsstoffen beter op te nemen. Ook kan de stikstofmineralisatie in de grond worden gestimuleerd. Het toedienen van Betacal kan echter leiden tot minder fosfaatbeschikbaarheid in de grond. De kans bestaat dat schurft in pootaardappelen wordt gestimuleerd.

**Gips** heeft geen invloed op de zuurgraad van de grond. Gips en brandkalk (ongebliste kalk) kunnen op kalkrijke klei en zavel gebruikt worden om



GFT-compost



Dikke digestaat fractie

de structuur te verbeteren of wormenproblemen aan te pakken. Teveel kalk kan ertoe leiden dat andere voedingsstoffen minder beschikbaar zijn. Met **brandkalk** wordt de calcium- en magnesiumvoorziening in de bouwvoor verhoogd. Ook kan de pH tijdelijk stijgen na de toediening. De kalk die in (zee)klei zit lost onvoldoende op bij de hoge pH. Het calcium in gips en brandkalk lost bij deze gronden wel snel genoeg op. De adviesgift van gips is - afhankelijk van de bodem - tussen de 3 en 6 ton per hectare en bij brandkalk ca. 1500 kg per hectare.

Tabel 2.1. Samenstelling van reststromen.

	Droge stof	Org. Stof	N-tot	N-min	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO**	MgO
	(% vers)	(kg/ton product)						
Betacal® Carbo	68	90	3,25**	<0,01	11,5**	1,1	290	11
Betacal® Filter	58	80	2,75**	<0,01	9,75**	0,9	230	9
Betacal® Flow	45	60	2,25**	<0,01	8**	0,8	180	8
Protamylasse	54	360	30	17	13	90	-	6,6
Agrigips	75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	290	-
Brandkalk	100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,6	490	320
Drijfmest vleesvarken	9,3	43	7,1	4,6	4,6	5,8	5,0	1,5
Drijfmest rund	8,5	64	4,1	2	1,5	5,8	2,1	1,2
Vaste rundveemest	19,4	152	5,3	0,9	2,8	6,1	3,0	2,2
Leghennen mestband	57	416	25,6	2,5	19,6	15,5	45	5,5
Groencompost	60	179	5,0	0,5	2,2	4,2	6,3	1,8
GFT-compost	70	242	12,8	1,2	6,3	11,3	6,3	4,8
Champost	34	211	7,6	0,4	4,5	10	45	2,3
Digestaat co-vergisting	10	80	5,0	15	2	6	-	1
Maisdigestaat	8	70	5,0	19	2	6	-	1

\*\* forfaitair vastgestelde waarde

Naar: Commissie Bemesting Grasland & Voedergewassen (2012) en Zanen & Cuijpers (2008)

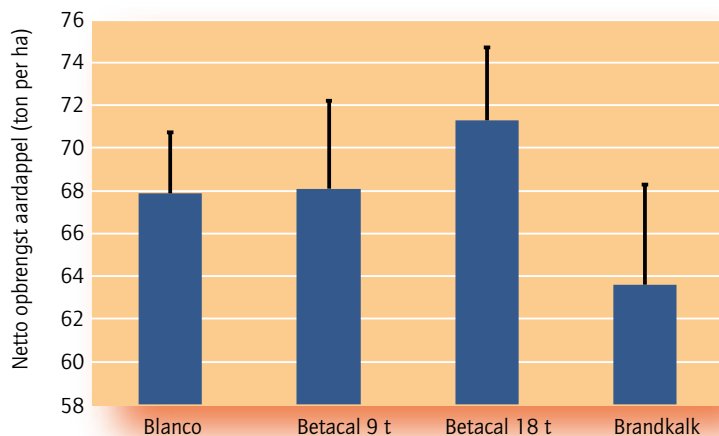
Dierlijke mestsoorten leveren in het algemeen niet alleen voedingstoffen, maar dragen juist ook bij aan de opbouw van organische stof in het perceel. De meeste mestsoorten hebben een meerjarig effect op de bodem, wat gunstig kan zijn voor de groei. Rundveemest heeft een relatief snelle werking in de bodem. Varkensmest is vanwege het fosfaat wat minder gewenst. Ook kan deze mest nogal eens 'smeren' in de grond, wat de structuur niet ten goede komt. Leghennemest kan worden toegediend aan een groenbemester in het najaar. De werking is snel, maar het is verstandig ook hier de fosfaatgift in de gaten te houden.

**Groencomposten** hebben vooral waarde als aanvoer van organische stof. De stikstofwerking is met 10% gering. De fosfaatwerking is 50% en wordt ook als zodanig meegerekend in de mestwetgeving. De rijkere **GFT-compost** heeft een veel sneller werking: soms vergelijkbaar met

rundveedrijfmest. Daarmee zijn deze composten vooral geschikt als bron van mineralen. Ook de aanvoer van organische stof is significant. Door de snelle werking dragen de GFT-composten nauwelijks bij aan de opbouw van de bodemstructuur.

De toepassing van digestaat heeft veel voordelen ten opzichte van drijfmest. De stikstofwerking van digestaat is, over het algemeen, hoger dan die van niet-vergiste mest. Een groter deel van de voedingstoffen is direct opneembaar voor de plant. Doordat de mest dunner en homogener is, is deze beter te verpompen. Nadeel van de gemakkelijk beschikbare stikstof is dat deze ook weer kan vervluchtigen of uitspoelen. Het is daarmee eerder planten- dan bodemvoeding.





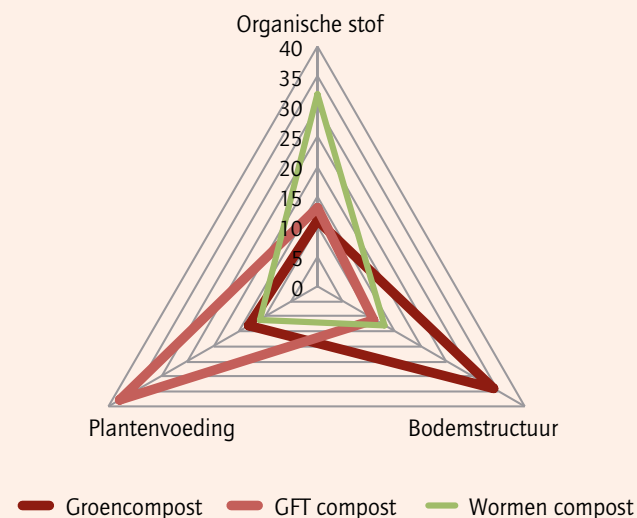
**Figuur 2.1.** Welke effecten zijn te verwachten van de reststroom Betacal op de meer kalkrijke gronden in Flevoland? Demo op gediëpplagde grond (14% klei en 4% organische stof). Rotatie 1:4 met consumptieaardappel, sjalotten, witlof, wintertarwe en suikerbieten. Betacal leidt niet tot lagere opbrengsten op deze gronden en lijkt in hoge dosis zelfs een positief effect te hebben op de opbrengst.



## Stappenplan kwaliteit reststromen

In de brochure *Compost duurzaam ingezet* (Schrik en Koopmans, 2015) is een stappenplan ontwikkeld om de kwaliteit van reststromen in kaart te brengen. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt in de kwaliteit van reststromen naar verschillende doelen, zoals organische stof voeden, bodemstructuur stimuleren en planten voeden. Met behulp van zogenoemde scorekaarten wordt inzicht verkregen hoe de reststromen het beste zijn toe te passen. De maximale score is 100. Door het berekenen van verschillende compostsoorten kan bepaald worden welke compost het beste past bij het doel dat de akkerbouwer nastreeft.

In onderstaande figuur zijn de scores weergegeven voor een aantal reststromen. Een hoge score op bijvoorbeeld organische stof geeft weer dat de reststroom relatief veel bijdraagt aan dit doel organische stof voeden.



### 3. Risico's en aandachtspunten

Kunnen ziekten en plagen zich via reststromen verspreiden? Zijn reststromen altijd veilig voor plant en mens? Is het gevaarlijk reststromen te transporteren, op te slaan en te verspreiden?

#### Pathogenen uit dierlijke reststromen

Overdracht van plantpathogenen met dierlijke mest kan niet worden uitgesloten. De kans erop is echter te beperken door de juiste maatregelen te treffen. Naast directe besmetting via de mest kun je het risico inschatten op basis van de herkomst van de mest (zie kader 'Schat zelf de risico's in'). Naast besmetting via mest, zijn grond, machines, zaaizaad, pootgoed, verstuiwen van de grond, slootbagger of beregeningswater potentiële besmettingsbronnen.

De besmetting van mest met plantpathogenen hangt vooral af van het feit of dieren onbewerkt ruwvoer krijgen. Kans op besmetting ontstaat wanneer voerresten direct in de mest terechtkomen. Verloopt de vertering van voer via de spijsvertering dan is de kans op besmetting laag. Gedacht moet worden aan aardappels en aardappelresten die de kans op aardappelcysteaaltje vergroten evenals wortelknobbelaaltje, zwartbenigheid, Phoma, droogrot, wratziekte en poederschurft. Deze ziektes overleven meestal niet in het spijsverteringskanaal van de koe (Postma, 2010). Cysten van het bietencysteaaltje kunnen wel in beperkte mate overleven in het spijsverteringskanaal, maar na twee maanden opslag van de mest zijn ook deze normaal gesproken dood.

Schimmels als Phoma en Erwinia worden veel gemakkelijker via pootgoed dan via de mest verspreid. Na één tot drie weken zijn deze schimmels over het algemeen dood. De schimmel die rhizomanie overdraagt kan tot wel twaalf weken in de mestopslag overleven. Maar ook hier geldt: de kans op besmetting via andere routes als grond, bagger en slootwater is vele malen groter dan via mest.

Mest bevat normaal gesproken ook humaanpathogenen zoals Salmonella en E-coli O157:H7. Met mestcompostering kan dergelijke

besmetting grotendeel worden voorkomen. Bij verse mest loopt de akkerbouwer het risico dat pathogenen via de mest op het land en de plant terecht komen. De risico's lijken echter beperkt, mede dankzij de snelle afbraak in de bodem (Franz, 2007).

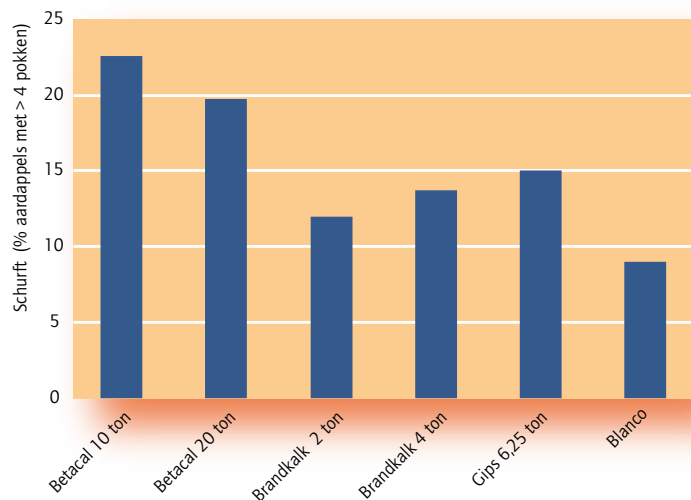
Door het voormalige Productschap Tuinbouw is een hygiëncode opgesteld over het beperken van de risico's door gebruik van dierlijke mest:

- Als dierlijke mest in contact kan komen met het eindproduct, dient minimaal drie maanden vóór het oogsten bemest te zijn;
- Als dierlijke mest tijdens de teelt wordt toegepast, wordt aangeraden alleen bewerkte mest (gecomposteerd, gedroogd of verhit) toe te passen.



#### Voorkom verspreiding van aaltjes

Let op bij rooimachines: verspreiding van aaltjes via aanhangende grond is een veel grotere verspreidingsbron dan via veevoer of via mest.



Figuur 3.1. Betacal leidde tot een verhoging van de schurftaantasting in pootaardappelen

## Schat zelf de risico's in

Veel ondernemers wegen de aanvoer van bedrijfsvreemde reststromen af, vooral als die een risico opleveren voor de teelt.

Op basis van de beschikbare kennis en informatie is het mogelijk dergelijke risico's van reststromen op het bedrijf in te schatten. De kans dat het risico zich inderdaad voordoet, wordt afgezet tegen de impact van het risico.  $Kans \times Impact$  bepaalt of er sprake is van een "reëel" risico. Vervolgens kun je kijken hoe het risico beheersbaar blijft. Bepaal het risico als volgt:

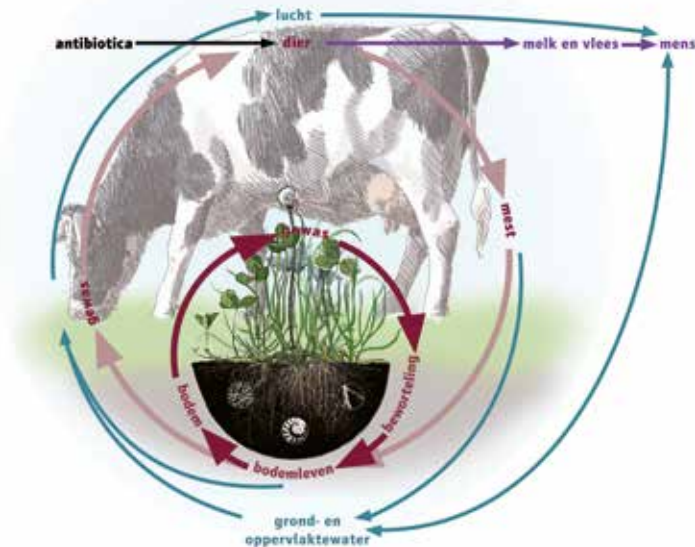
1. Benoem mogelijke risico's;
2. Bepaal de kans dat dit voorkomt;
3. Bepaal de impact indien dit voorkomt;
4. Classificeer het risico;
5. Bepaal noodzakelijke maatregelen om het risico uit te sluiten ofwel te verkleinen tot een aanvaardbaar niveau.

Het Risico = Kans (van voorkomen) x Impact (gevolg)  
 Het resultaat van deze exercitie is dat kritische controlepunten op het bedrijf geïdentificeerd zijn en dat beheersmaatregelen voor de toepassing van reststromen in de akkerbouw zo veilig mogelijk getroffen worden. Voorbeeld:

Herkomst	Risico 1	Ongewenste situatie	Kans* 0-1-2-3	Impact* 0-1-2-3	Risico** Kans x Impact	Maatregel
Betacal	Overmaat residu	Gifstof in product	0	1	0	Toepassing vóór de teelt
Digestaat uit mestvergisting	Infecties bacterieel	Besmet product	1	3	3	Injecteren
Rundvee drijfmest	Infecties bacterieel	Besmet product	2	3	6	Injecteren 6 weken vóór teelt
Varkensmest vloeibaar	Infecties bacterieel	Besmet product	2	3	6	Injecteren 6 weken vóór teelt
Vleeskuiken mest	Antibiotica	Opbouw resistentie	3	3	9	Alléén van vertrouwde bron, analyse

\* 0 = laag; 3 = hoog

\*\* 0 = laag; 9 = zeer hoog



## Antibiotica en reststromen

- Antibiotica is door mens en dier in gebruik
- Gebruik verschilt erg per dierlijke sector
- Karakteristieken: lage afbraaksnelheid, goed oplosbaar in water, goede binding aan gronddeeltjes
- Naast antibiotica komen ook anthelmintica, bacteriën (*Salmonella*, *E.coli*), etc. voor.

< Verspreiding van antibiotica door het milieu



### Let op de volgende aandachtspunten

- **Maak afspraken over te leveren product**
- **Weet wat er in je product zit**
- **Pas de juiste bewerkingstechnieken en controle toe**

## Pathogenen uit gewasresten

Op ongecomposteerde gewasresten kunnen altijd pathogenen aanwezig zijn. Dit kunnen allerlei soorten pathogenen zijn (Termorshuizen et al., 2005). Deze pathogenen kunnen vooral bovengronds goed overleven (roesten, meeldauwsoorten, bladvlekkenziektes). Ze sterven echter zodra de gewasresten in de grond worden gebracht. Het risico op besmetting is bij minimale grondbewerking echter reëel.

Het verslepen van bovengrondse gewasresten geeft - ook van bodempathogenen - grote kans op besmetting. Dit risico is reëel voor bijvoorbeeld witrot bij ui, voetschimmels bij granen, verticillium en zwarte spikkel bij aardappels. Ondanks dat dit bodempathogenen zijn, is de kans op bovengrondse besmetting groot.

Het verslepen van niet-gecomposteerde gewasresten van het ene naar het andere perceel wordt dus sterk afgeraden. Gunstige effecten van de vruchtwisseling kunnen daardoor juist teniet worden gedaan. Overweegt de akkerbouwer toch versleping dan moet hij er dus vrij zeker van zijn dat pathogenen géén probleem vormen.

Composteren van gewasresten kan over het algemeen problemen voorkomen. Voorwaarde is echter dat het composteren professioneel en effectief wordt uitgevoerd zodat pathogenen inderdaad gedood worden.



Om bij compostering pathogenen te doden is een temperatuur van minimaal 70°C nodig

## Transport en distributie

De kans op verspreiding is groter naarmate er meer transport is. Met name transport van digestaten uit een centrale opslag is riskant. Ook vervuilde apparatuur van transportondernemingen is een serieus risico. Het gevaar van de insleep van ziekten bestaat nog steeds, ondanks vele verbeteringen in transport, afzet en verwerkingsstructuren van de producten. De risico's kunnen worden verminderd als afzet- en aanbodsketens bij een installatie kwalitatief goed beheerd worden (Beumer, 2005). In Nederland wordt dit risico nu beperkt door regelgeving met betrekking tot het reinigen van wagens en mesttransport.

## Digestaten

Verontreiniging van digestaten met zware metalen en micro-verontreinigingen (PCB's, PAC's en dioxinen) wordt vermeden door het raadplegen van zogenaamde co-vergiftingslijsten die de vervuiling in kaart brengen. Over specifieke risico's van pathogenen uit digestaten is minder bekend. Verhitting is verreweg de meest effectieve manier om pathogenen te doden.

Erkende biovergisters passen altijd een pasteurisatiestap toe van minimaal 60 minuten bij minimaal 70°C waardoor bijvoorbeeld bruinrot volledig wordt gedood. Ook de meeste andere verwekkers van plantenziekten worden hierdoor uitgeschakeld. Een uitzondering hierop zijn wratziektesporen.

### ***Richtlijnen voor de inzet van gewasresten:***

- *Als gewasresten op een ander perceel ingezet worden dan waar ze geproduceerd zijn, moeten de gewasresten vooraf gecomposteerd worden.*
- *Bij gebruik van ongecomposteerde organische stof: wees er zeker van dat deze geen 'beruchte' pathogenen bevat. Werk de organische stof bij voorkeur in de grond.*
- *Bedenk dat het effect van gewasresten op het organische stofgehalte beperkt is, omdat gewasresten grotendeels uit water bestaan.*

*(naar Postma et al., 2010)*

## 4. Reststromen en mineralisatie

Hoe duurzaam is de inzet van reststromen op langere termijn (>10 jaar)? Speelt de mineralisatie van reststromen op een termijn van meer dan 10 jaar een significante rol in de beschikbaarheid van stikstof. Hoe kunnen we daarop inspelen?

### Minder risico

Als er verschillende soorten organische reststromen op de akker worden ingezet, leveren die na één jaar nog steeds voeding. De afgifte van voedingsstoffen is echter grillig, en met langjarige effecten wordt in de huidige bemestingsadviezen geen rekening gehouden.

De meerjarige inzet van organische reststromen is voor telers voordelig. Doordat ook na het eerste jaar voedingsstoffen worden geleverd, heeft de teler meer zekerheid: ook onder minder gunstige omstandigheden komen er voedingsstoffen voor het gewas beschikbaar die de groei bevorderen.

Door een continu proces van mineralisatie en nalevering blijft het bodemleven aan de gang, wat tot gunstige effecten op de bodemvruchtbaarheid leidt. Voor de teler kan dit betekenen dat op termijn de

bemesting omlaag kan. De bodem kan immers steeds meer voedingsstoffen leveren. Tegelijkertijd bestaat er echter ook een risico. Doordat de mineralisatie van stikstof (N) ook in het najaar wat hoger blijft, is er meer kans op stikstofverlies. Groenbemesters kunnen deze verliezen beperken. Met het slim inzetten van voedingsstoffen uit reststromen is in principe nog veel winst te behalen.



### Mineralisatie

**De stikstof die uit mineralisatie vrijkomt, is niet direct beschikbaar in het vroege voorjaar. De stikstof komt slechts geleidelijk vrij en heeft hiervoor ook een bepaalde bodemtemperatuur nodig. De meeste mineralisatie vindt vooral plaats in april, mei en juni. Zorg dan voor voldoende beschikbare (nitraat) stikstof in het vroege voorjaar. Geef de kunstmest aan de basis. De mest- en reststromen geven hun stikstof daarna af.**



De toediening van compost



## Praktisch instrument

Met het digitale instrument NDICEA ([www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl)) kan de akkerbouwer keuzes maken ten aanzien van een duurzame inzet van reststromen in de teelt. Met deze tool krijgt hij inzicht in de effecten van reststromen en teeltmaatregelen (bouwplan, bemesting, inzet groenbemesters) ten aanzien van de N-beschikbaarheid en opbouw van de organische stof gedurende het seizoen.

Bij het gebruik van NDICEA wordt niet alleen rekening gehouden met mineralisatie in het eerste jaar van toediening van een reststroom, maar ook met meerjarige effecten ook in combinatie met bijvoorbeeld gewasresten. Wanneer de akkerbouwer met regelmaat organische meststoffen gebruikt, zal het vrijkomen van voedingsstoffen uit de bodem, met name stikstof, 'vanzelf' gaan. Dit wordt ook wel 'oude kracht' van de bodem genoemd. Met NDICEA krijgt de akkerbouwer zicht op dit effect.

## Voorbeeld bouwplan op klei

Voor een bouwplan van consumptieaardappel-suikerbiet-wintertarwezaaiui zijn twee bemestingsvarianten doorgeredend:

- Puur minerale mest
- Een mix van minerale en dierlijke mest.

Bij de stikstofbemestingen met gebruik van minerale mest is de gebruiksnorm van 2013 aangehouden. Bij de mixvariant minerale mest en dierlijke mest is gekozen voor varkensdrijfmest, omdat die het meest gebruikt wordt. Er is gewerkt met de stikstofgebruiksnormen waarbij een forfaitaire werkingscoëfficiënt van 60% is aangehouden. Gemiddeld wordt per jaar 35 ton varkensdrijfmest gegeven met 6,8 kg N, 90 kg droge stof en 60 kg organische stof per ton. De opbrengsten die bij de berekeningen zijn aangehouden zijn ontleend aan KWIN 2009. Bij de berekeningen van de twee varianten zijn dezelfde opbrengsten aangehouden.

In tabel 4.1 staat de gemiddelde N-levering vermeld van de twee bemestingsvarianten in jaar 4 van de rotatie. De mineralisatie van stikstof is gegeven voor het teeltseizoen maart tot september; daarbuiten is ook nog sprake van mineralisatie.



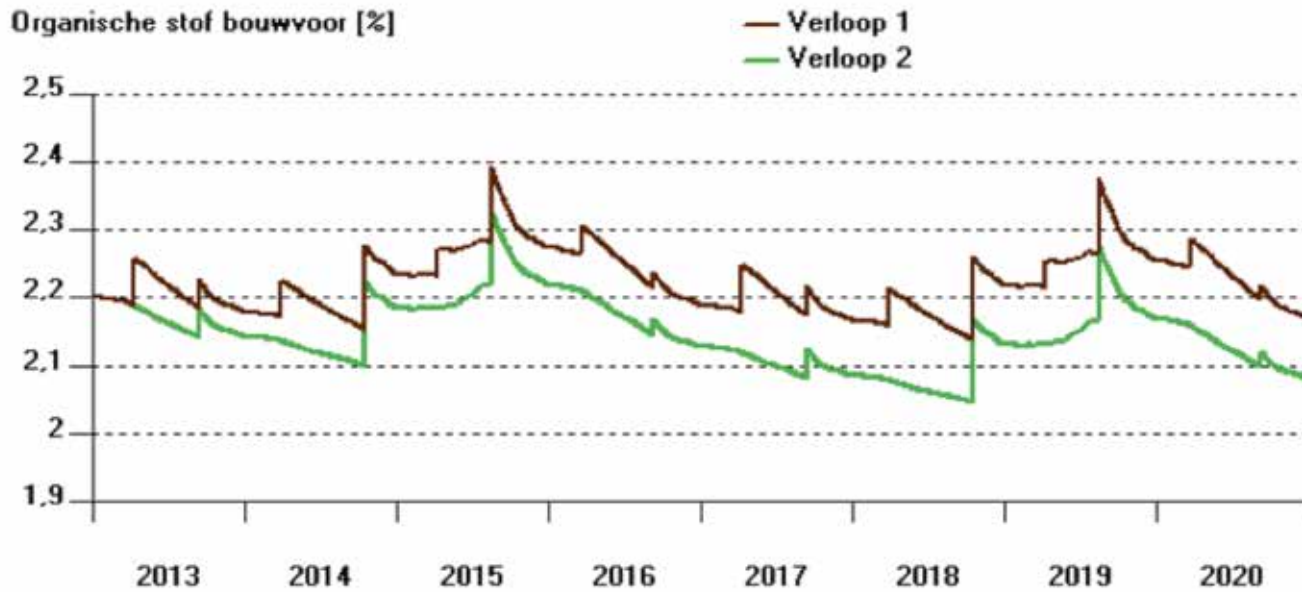
NDICEA geeft zicht op de meerjarige effecten op bouwplanniveau

**Tabel 4.1.** Stikstoflevering door mineralisatie uit varkensdrijfmest, in kg N per ha, na 4 jaar.

Bemestingsvariant	N-levering maart-sept	% van totaal
Mineraal	69	62
Meerjarig effect van dierlijke mest	42	38
Totaal	111	100

We zien dat na vier jaar, binnen het *groeiseizoen* 42 kg N per hectare additioneel beschikbaar komt uit het cumulatieve, meerjarige effect van de toediening van de reststroom varkensdrijfmest. Op jaarbasis (jan.-dec.) is dat 53 kg stikstof extra. Dat is 38% van de beschikbare stikstof.

In Figuur 4.1 is het verloop van de organische stof in de bouwvoor (0-30 cm) weergegeven. Bij maximaal gebruik van varkensdrijfmest (verloop 1, bruine lijn) blijft het organische stofgehalte van de grond nagenoeg op peil. Bij puur minerale mest (verloop 2, groene lijn) daalt het organische stofgehalte enigszins met de jaren. Door maximaal gebruik van dierlijke mest, aangevuld met minerale mest tot de wettelijke gebruiksnorm, wordt de bodemvruchtbaarheid dus in stand gehouden.



Figuur 4.1. Opbouw bodemorganische stof bij twee bemestingsstrategieën.

## Duurzaamheid

Met een instrument als NDICEA is inzicht te krijgen hoe reststromen het best in te zetten in een duurzame bedrijfsvoering en wat de effecten hiervan zijn op de bodemvruchtbaarheid en mogelijke (milieu)verliezen. Scenario's laten zien dat:

- De opbrengst omhoog blijkt te kunnen door de cumulatieve inzet van een reststroom;
- Bij de inzet van een reststroom de minerale bemesting omlaag kan, uitgaande van gelijkblijvende opbrengsten;
- De introductie van groenbemesters om stikstof over de winter heen te tillen de milieuverliezen sterk kan beperken.



Compost in de bodem (links) verhoogt de mineralisatie maar leidt ook tot een actief bodemleven en een betere structuur

## 5. Reststromen en fosfaat, kalium en micronutriënten

### Het klei-humuscomplex (CEC)

*Klei en humusdeeltjes hebben een negatieve lading waardoor zij positief geladen nutriënten zoals Kali, Magnesium, Ammonium, Natrium etc. aan zich binden. Hoe meer nutriënten zijn gebonden, hoe vruchtbaarder de bodem. Een indicator voor bodemvruchtbaarheid is de CEC (kationenuitwisselingscapaciteit). Hoe hoger de CEC, des te vruchtbaarder de bodem. De hoogte wordt bepaald door de hoeveelheid lutum (kleideeltjes) en het organische stofgehalte. Bij een hogere pH kan de CEC meer nutriënten binden en afstaan. Met andere woorden: de bodemvruchtbaarheid stijgt.*

### Fosfaat uit reststromen

Vanuit duurzaamheidsoogpunt is het wenselijk dat er geen kunstmest, fosfaat en kali aangevoerd worden. Dan moet wel duidelijk zijn hoeveel fosfaat en kali planten uit reststromen opnemen. Daar zijn rekenregels voor ontwikkeld. Er is een onderscheid tussen de werking op korte (binnen één jaar) en lange termijn (langer dan 1 jaar). Zoals bij stikstof een onderscheid te maken is tussen minerale stikstof en organisch gebonden stikstof, is dit bij fosfaat ook het geval en is er variatie in de werkzaamheid. De omstandigheden waaronder meststoffen worden toegediend zijn ook bepalend voor de werking. Denk hierbij aan grondsoort, tijdstip en mestsoort.

Minerale fosfaatmeststoffen worden sterker vastgelegd dan fosfaat uit organische meststof. Dit geldt met name voor bodems met een hoge pH of een hoog gehalte aan ijzer- en aluminiumhydroxiden. Dit blijkt uit een uitgebreide literatuurstudie van Van Dam en Ehlert (2008). Organische mest, met name vaste mest, heeft dan een beschermende werking waardoor de beschikbaarheid verbetert.

Met onderstaande tabellen kan gerekend worden in het bemestingsplan.

Toediening van Betacal in het veld >

Tabel 5.1. Gemiddelde fosfaatwerking (in %) op < 1 jaar van stalmest en compost op meerdere grondsoorten.

Meststof	Zand	Grondsoort	
		Klei	Alle grondsoorten
Stalmest	80	70	80
Compost	70	60	60

Naar [www.handboekbodemenbemesting.nl](http://www.handboekbodemenbemesting.nl)

Tabel 5.2. Gemiddelde fosfaatwerking (in %) op lange termijn (> 1 jaar) van stalmest en compost op meerdere grondsoorten.

Meststof	Zand	Grondsoort	
		Klei	Alle grondsoorten
Stalmest	90	90	90
Compost	80	60	70

Naar [www.handboekbodemenbemesting.nl](http://www.handboekbodemenbemesting.nl)

### Kali uit reststromen

De kaliumwerking van dierlijke mest op bouwland bedraagt 100%. Zandgronden zijn extra gevoelig voor uitspoeling bij toediening van kali in de winterperiode. Kalium spoelt aanzienlijk gemakkelijker uit dan fosfaat.



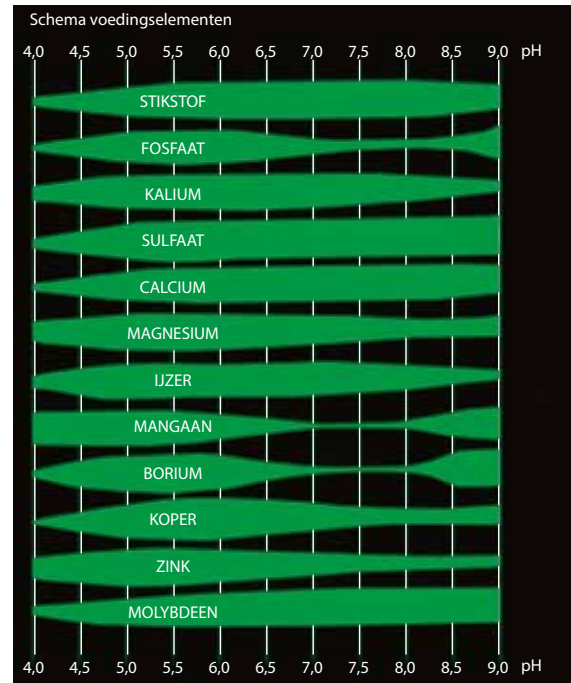
## Minerale meststoffen

Minerale meststoffen spelen een belangrijke rol in het optimaliseren van de opbrengsten. Fosfaat bij de start van de teelt en kalium als overbemesting in aardappelen of uien vanuit kwaliteitsoverwegingen. Indien de gewasbehoefte van fosfaat en kalium met reststromen wordt toegediend kan overwogen worden om de minerale vorm achterwege te laten. Of dit kan, hangt af van de voedingstoestand van de bodem en de omstandigheden tijdens het groeiseizoen. Als hulpmiddel kan er een bodemmonster in het seizoen worden genomen waarin de plant beschikbare nutriënten zijn gemeten. Zo kan nut en de noodzaak van een extra minerale gift worden bepaald.

Als u wilt onderzoeken of een extra bemesting of speciale meststof u iets oplevert kunt u ook een paar rijen niet behandelen en het effect meten.

## Sporenelementen

Planten hebben slechts zeer weinig sporenelementen nodig, maar ze zijn wel essentieel voor de groei (bijvoorbeeld ijzer, mangaan, nikkel, zink, molybdeen en borium). Als de pH van de bodem niet optimaal is, zijn sporenelementen niet oplosbaar en dus ook niet opneembaar door de plant (zie Figuur 5.1). De bekendste problemen zijn borium- en mangaangebrek in akkerbouwgewassen en koper- en kobaltgebrek in weilanden.



Figuur 5.1. De beschikbaarheid van voedingsstoffen in relatie tot de pH van de bodem.

v Toediening van spuiloo





## 6. Reststromen in de praktijk

In dit hoofdstuk wordt een aantal voorbeelden gegeven hoe de akkerbouwer reststromen praktisch kan toepassen in de vruchtwisseling en teelten.

### Toediening

Reststromen worden vaak met zware machines zoals mestverspreiders, bouwlandinjecteurs en driewielers ingezet. Dat is nadelig voor de bodem en weerhoudt veel telers om reststromen in het voorjaar toe te dienen. Steeds meer loonwerkers bezitten sleepslangbemesters, brede banden of hebben op de machines een drukwisselsysteem om de bodem te sparen.



#### Wees kritisch op de loonwerker

**Veel telers streven ernaar om met een zo laag mogelijke bodemdruk de werkzaamheden op het land uit te voeren. Wees dus ook kritisch op de werkzaamheden van loonwerkers. Zie er op toe dat de bandendruk op het land wordt aangepast of vraag naar de specifieke machinecombinaties. Het lijkt een open deur, maar er komen vaak te zware combinaties op het land, ook bij slechte weersomstandigheden. Dat komt de bodem niet ten goede.**

### Vruchtwisseling

Vruchtwisseling speelt een belangrijke rol bij het behoud en kwaliteit van de bodemvruchtbaarheid. De ideale vruchtwisseling bevat maaien rooivruchten en voldoende groenbemesters. Door structuurbederf van de bodem te voorkomen, kunnen gewassen dieper en intensiever wortelen en worden er meer nutriënten opgenomen. Granen wortelen doorgaans dieper dan rooivruchten en vragen een minder intensieve groundbewerking. Een ander voordeel is dat na maaigewassen nog groenbemesters gezaaid kunnen worden of in het voorjaar kunnen worden ondergezaaid.

### Doelen van reststromen

Het toedienen van meststoffen heeft twee doelen:

- De bodemvruchtbaarheid verbeteren (bodemvoeding);
- Nutriënten beschikbaar maken voor planten (plantenvoeding).

De scheidslijn tussen beide doelen is niet strak te trekken. Bij de aanvoer van reststromen kan de bodemvoorraad van fosfaat en kali op peil worden gebracht en er is ook een direct voedende waarde voor de plant. Bodemanalyses bieden inzicht in de bodemvoorraad van nutriënten. Op basis hiervan kunnen keuzes worden gemaakt in de bemesting.

Meststoffen die gebruikt worden als bodemvoeding kunnen het best toegepast worden in een cyclus. Op deze manier wordt 'oude kracht' van de bodem opgebouwd en kan er gewerkt worden aan systematische mineralisatie. Kies dan meststoffen die in verhouding meer organisch gebonden stikstof hebben dan minerale stikstof, zoals strotijcke mest of compost.



#### Haal meer uit uw bodemanalyse

**Bodemanalyses zijn de basis voor een bemestingsplan. Het is een momentopname van de voedingstoestand van het perceel.**

**Voorbeeld: De analyse laat zien dat het magnesiumgehalte hoog is en het kaligehalte laag. Kalium en magnesium werken elkaar tegen bij de opname in de plant. De verwachting is dat de plant minder gemakkelijk kalium zal opnemen. Kies een meststof die in verhouding meer kali bevat zoals champost of protamylasse. Zo levert u ook een bijdrage aan het op peil brengen van de bodemvoorraad.**

Kwaliteitsonderzoek Compost compost 2+4		BLGG AGROXPERTUS			
		Postbus 170 NL - 6700 AD Wageningen			
		T monsternama: Herman Dorrestijn: 0652002114 T klantenservice: +31 (0)69 876 1010 E klantenservice@blgg.agroxpertus.nl I blgg.agroxpertus.nl			
Resultaat	Eenheid	Resultaat	Toetswaarde	Conclusie	Resultaat in produkt (g/kg)
bepaald in het monster volgens de op de verpakkingsverwijzing	Droge stof	g/kg product	710		
	Ruw as	g/kg ds	810		
	Stikstof (N)	% van de ds	19,0	10,0	
	Fosfor (P)	g/kg ds	5,4		
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/kg ds	1,0		3,8
	Kalium (K)	g/kg ds	2,29		
	Kali (K <sub>2</sub> O)	g/kg ds	4,0		1,63



## Rekenen met en op stikstof

Voor stikstof zijn, net zoals bij fosfaat, werkingscoëfficiënten beschikbaar. Werkingscoëfficiënten zijn vuistregels en geven slechts een indicatie van de te verwachten stikstofmineralisatie.

De stikstof in meststoffen is verdeeld in minerale stikstof (direct beschikbaar) en organisch gebonden stikstof (komt vrij na mineralisatie). Hoe meer minerale stikstof er beschikbaar is, hoe hoger de werkingscoëfficiënt. Een teelt met meer groeidagen zal meer stikstof kunnen opnemen dan een korte teelt. Hierdoor zal ook de werkingscoëfficiënt stijgen.

**Tabel 6.1.** Voorbeeld verhouding N<sub>min</sub> en N<sub>org</sub>

Type meststof	N <sub>min</sub> (%)	N <sub>org</sub> (%)	Werkingscoëfficiënt voorjaar (%)
Varkensdrijfmest	65 %	35 %	65 – 75
Champost	5 %	95 %	15 – 40

De werkingscoëfficiënten in tabel 6.2. zijn gebaseerd op type meststof, tijdstip en de lengte van de teelt (A, B en C). De gegevens in de tabellen zijn samengesteld uit het handboek bodem en bemesting ([www.handboekbodembemesting.nl](http://www.handboekbodembemesting.nl)).

**Tabel 6.2.** Werkingscoëfficiënten stikstof van dierlijke mest

Toepassing	Drijfmest						Vaste mest					
	Kippen, Varkens			Rund, Geit			Kippen, Varkens			Rund, Geit		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
juli-aug	7	9	10	5	8	10	8	10	12	9	13	15
sept-nov	10	13	16	8	10	13	11	15	17	12	17	20
dec-jan	35	40	45	30	35	40	40	45	50	20	25	30
feb-mei	65	70	75	60	65	70	55	60	65	35	40	45

Teeltlengte: A: 1 maart – 1 juli, B: 1 maart – 1 augustus, C: 1 maart – 1 september



Een profielkuil geeft zicht op de werking van reststromen

**Tabel 6.3.** Werkingscoëfficiënt van stikstof bij toepassing voorjaar

Reststroom	Werkingscoëfficiënt (%)
Champost	15
Compost	10
Betacal	60
Gecomposteerde kippenmest	50
Vinassekali	70



## Bemestingsplan van Gerrit Klaasse Bos, akkerbouwer uit Dronten

Gerrit Klaasse Bos heeft een akkerbouwbedrijf van 30 ha op gediëpplagde grond (30-40% afslibbaar). Sinds 2002 bestaat het bouwplan uit 50% graangewassen. In 2007 is de stap gemaakt om de teeltfrequentie van aardappelen te verruimen van 1:4 naar 1:6. Naast aardappelen worden ook uien en peen in een rotatie van 1:6 verbouwd. De ervaring van Gerrit is dat er niet diep in de grond gewerkt hoeft te worden als de bodem daar niet om vraagt. "Het verruimen van mijn bouwplan vroeg een investering op de korte termijn, maar op de lange termijn levert deze bedrijfsvoering mij meer op."

### Veilig gebruik van reststromen

*Gerrit Klaasse Bos heeft nooit 'angst' gehad voor insleep van ziekten en onkruiden door het gebruik van mest. Na veel jaren gebruik van diverse reststromen blijkt dit terecht. In het praktijknetwerk Resttest XL is gekeken naar de gevaren van het gebruik van reststromen en is het veilig gebruik bevestigd. Gerrit: "Ik heb wel nagedacht over andere reststromen zoals compost, maar de vervuiling van plastic toen ik een monster bekeek, heeft me doen besluiten om dit niet te doen. Ik erger mij ook aan afval in vaste mest, zoals plastic en touw in paardenmest. Dat moet wel meer aandacht hebben."*

## Goedkopere bemesting

De aanpassingen in het bouwplan maken het mogelijk om de bemesting optimaal en met minder kosten rond te zetten. Door het hoge aandeel granen kan er veel gebruik worden gemaakt van groenbemesters en is er veel ruimte om reststromen toe te dienen. Volgens Gerrit hoort het gebruik van reststromen bij zijn huidige bedrijf. Het accent ligt op het voeden van de bodem. Omdat de bodem wordt gespaard door het ruime bouwplan en de manier van grond bewerken kan de bodem z'n werk doen en worden meststoffen beter benut door de plant.

Tabel 7.1. Overzicht van de meststoffen die zijn gebruikt.

Meststof	Motivatie Gerrit Klaasse Bos
Protamylasse	"Toen ik hier jaren geleden mee begon was het vooral gemakkelijk. De loonwerker reed het uit en de totale behoefte aan kali was gegeven. In Protamylasse zitten meer voedingsstoffen dan alleen N, P en K, en dat is een goede aanvulling."
Vaste mest	"Dit is de basis van het bedrijf om de bodem te voeden. Het geeft structuur aan de bodem. Om het jaar krijgt elk perceel ongeveer 15 ton vaste mest in de graanstoppel. Hierin wordt een groenbemester ingezaaid."
Drijfmest of digestaat	"Als sleepslang toepassing in de wintergranen. Als ik nog voldoende ruimte heb, krijgt ook de groenbemester nog wat drijfmest of digestaat."
KAS	"Alle fosfaat en kali worden aangevoerd vanuit reststromen. KAS wordt gebruikt als basis voor de beschikbare stikstof in het voorjaar en als overbemesting."
Brandkalk	"Alle percelen hebben één gift Brandkalk gekregen. De calcium heeft de bewerkbaarheid vergroot en de magnesium heeft het gehalte in de bodem verhoogd. Nu heb ik meer balans tussen kali en magnesium in de bodem."

Gerrit is tevreden over opbrengst en kwaliteit. De vraag of minerale fosfaat en kali nog een extra meeropbrengst zouden geven is moeilijk te beantwoorden. Kosten en baten spelen dan ook een rol. In het seizoen blijft Gerrit alert of het gewas over voldoende voedingsstoffen beschikt. Er kan altijd iets gebeuren waardoor correctie nodig is.



**Ga van het 'ideale' bemestingsplan uit**  
**De wetgeving heeft kaders gemaakt waarin het gebruik van fosfaat en stikstof beperkt wordt. Stel het bemestingsplan niet uitsluitend op vanuit het wetgevingskader. Ga altijd eerst van het 'ideale' bemestingsplan uit, waarbij het maximale rendement wordt behaald voor de gewassen. Mocht het plan volgens de wetgeving niet uitkomen, bekijk dan of er andere meststoffen ingezet kunnen worden (rundveedrijfmest heeft een lager fosfaatgehalte dan varkensdrijfmest) of pas de hoeveelheden aan.**



Groenbemesters vormen de bodem

## Bemestingsplan

De vruchtwisseling is de basis van het bemestingsplan: die geeft namelijk aan hoeveel ruimte er is voor de teelt van groenbemesters met daarbij eventueel een meststof met bodemvoedende waarde. In tabel 7.2. staat het bouwplan van Gerrit Klaasse Bos. De reststromen zijn in het najaar toegediend, voorafgaand aan de hoofdteelt.



Tabel 7.2. Aanvoer N, P en K uit voorvrucht, groenbemester en reststromen toegediend in najaar voorafgaand aan de teelt.

Gewas	Groenbemester en reststromen (najaar)	Aanvoer (kg per ha) uit groenbemester en reststromen (najaar)		
		N	P	K
Consumptieaardappel	Engels raaigras	38	-	-
	Vaste rundveemest 15 ton/ha	9	40	97
	Digestaat (varkens) 10,5 ton/ha	6	21	42
	Protamylasse 3 ton/ha	18	48	270
Wintertarwe	-	-	-	-
Zaaiui	Engels raaigras	38	-	-
	Vaste rundveemest 6 ton/ha	4	16	40
	Protamylasse 3 ton/ha	18	48	270
Wintertarwe	-	-	-	-
Peen	Engels raaigras	38	-	-
	Vaste rundveemest 15 ton/ha	9	40	97
	Digestaat (varkens) 10,5 ton/ha	6	21	42
	Protamylasse 4 ton/ha	25	58	360
Wintertarwe	-	-	-	-

## Ieder gewas zijn eigen behoeften

De voedingsstoffen N, P en K in de bodem moeten bereikbaar zijn voor planten. Elk gewas heeft een eigen type wortelstelsel en stelt andere eisen aan de bodem. Maak een profielkuil in het seizoen om te kijken hoe diep de wortels kunnen groeien. Granen zijn een ideaal gewas om te checken. Zij zijn in staat om diep te wortelen.



### Graaf een profielkuil

**Een bemestingsplan is een goede leidraad tijdens het groeiseizoen. Maar het kan zijn dat de plantengroei in het seizoen niet volgens het 'papier' bemestingsplan verloopt. Door eenvoudig met de spade de wortelgroei te controleren kan de oorzaak achterhaald worden. Een storende laag kan de reden zijn waardoor de wortels onvoldoende diepte bereiken om voedingsstoffen op te nemen. Dan kan een extra (kleine) gift zinvol zijn. Als de beworteling goed is, maar het is te droog in de onderlaag, dan is beregenen een goed advies. De voedingsstoffen kunnen dan via het vocht weer opgenomen worden door de plant. In dat geval zou extra bemesting zelfs nadelig kunnen uitpakken!**

Bij de fosfaatbehoefte in het bemestingsplan van tabel 7.3 is uitgegaan van een Pw getal van 24 en een kalibehoeft op basis van een K-getal van 12 volgens de adviesbasis bemesting. Het bemestingsplan is volgens de normen van het mestbeleid van 2013 sluitend.

**Tabel 7.3.** Totale aanvoer van N, P en K met het saldo (gewasbehoefte minus aanvoer).

Gewas	Bemesting	Aanvoer uit groenbemester en reststromen en kunstmest (kg/ha)		
		N	P	K
Consumptie-aardappel	Engels raaigras	38	-	-
	Reststromen najaar	33	109	409
	KAS 565 kg/ha	153	-	-
	KAS 320 kg/ha	86	-	-
	KAS 300 kg/ha	81	-	-
	Gewasbehoefte	330*	135	320
	Saldo	+60	-26	+89
Wintertarwe	KAS 310 kg/ha	84	-	-
	Digestaat rundvee 40 ton/ha	109	76	202
	Gewasbehoefte	200	0	70
	Saldo	-7	+76	+132
Zaaiui	Engels raaigras	38	-	-
	Reststromen najaar	22	64	310
	KAS 320 kg/ha	86	-	-
	Gewasbehoefte	120	135	320
	Saldo	-26	-71	-10
Wintertarwe	KAS 310 kg/ha	84	-	-
	Digestaat rundvee 40 ton/ha	109	76	202
	Gewasbehoefte	200	0	70
	Saldo	-7	+76	+132
Peen	Engels raaigras	38	-	-
	Reststromen najaar	40	119	499
	KAS 260 kg/ha	35	-	-
	Gewasbehoefte	100	45	320
	Saldo	-13	+74	+179
Wintertarwe	KAS 310 kg/ha	84	-	-
	Digestaat rundvee 40 ton/ha	109	76	202
	Gewasbehoefte	200	0	70
	Saldo	-7	+74	+132

\* Gewasbehoefte Maritiema is 30 kg meer dan Bintje





## Ervaringen met het bemestingsplan

Er is een overschot aan stikstof gegeven bij de consumptieaardappelen. Tijdens de gewascontrole in het voorafgaande seizoen bleken de aardappelen een tekort aan stikstof te hebben. Dit werd bevestigd door een plantsapanalyse. De oorzaak was een overschot aan gewasresten (Engels raaigras, stro hakselen en storrijke vaste mest). De indruk was dat dit ook dit seizoen weer speelde, en daarom is een extra gift stikstof gegeven bij de 3e bemesting.

Bij zaaiuien is de gift lager dan de adviesgift. Dit is zichtbaar gemaakt met NDICEA (zie pag. 24). De uien beschikken over voldoende stikstof door de extra mineralisatie. De uien wortelen goed tot > 60 cm en bereiken daardoor meer stikstof in de onderlaag. De wortelen hebben ook voldoende stikstof. Hier is ook de keuze gemaakt om lager dan het advies te blijven.



### Zet de balans centraal

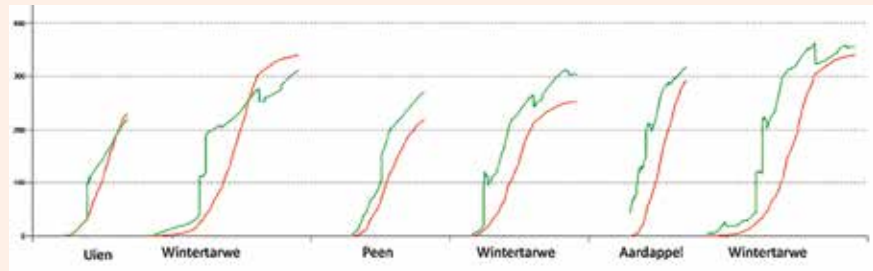
**De focus ligt op de balans die voor de wetgever gemaakt moet worden. Die hoeft niet overeen te komen met de landbouwkundige balans. Kali telt voor de wetgeving niet mee als nutriënt. Een gemiddeld bouwplan voor de akkerbouw voert 150 kg kali per ha af. Zorg ervoor dat deze afvoer gecompenseerd wordt! Maak daarom een P- en K-balans en voorkom verschraling van de bodem. Naast P en K is organische stof een belangrijke indicator voor de bodemkwaliteit. Organische stof wordt afgebroken en dient daarom ook aangevoerd te worden door het telen van groenbemesters, hakselen van stro of reststromen met een hoog organische stofgehalte zoals compost.**



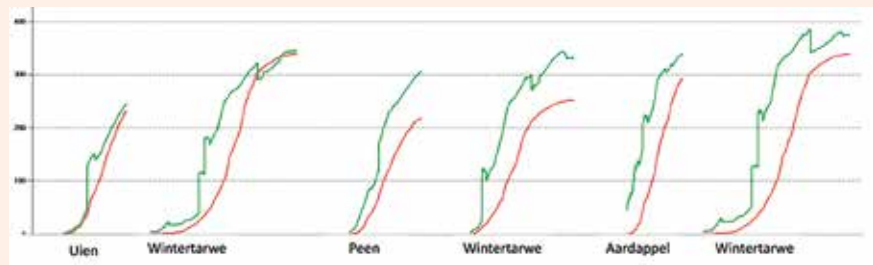
## Controle met NDICEA

Het bemestingsplan is ingevoerd in NDICEA om het langjarige effect van de bemestingsstrategie te berekenen. Op basis hiervan kan het bemestingsplan verfijnd en getoetst worden.

Bemestingsplan in eerste rotatieperiode. De rode lijn is de opname van stikstof door het gewas en de groene lijn geeft de mineralisatie weer. Als de groene lijn boven de rode lijn staat is er voldoende stikstof beschikbaar. Uit de figuur wordt duidelijk dat de uien en de wintertarwe onvoldoende stikstof tot hun beschikking hebben.



Bouwplan in tweede rotatieperiode en dus na langjarig gebruik. Hier wordt duidelijk dat de uien nu wel voldoende stikstof hebben. De wintertarwe na de uienteelt lijkt nog iets tekort te komen. Op deze manier kan NDICEA helpen de bemestingsstrategie te evalueren en een voorspelling te doen voor de toekomst.



De bodem heeft duidelijk meer 'kracht' opgebouwd. De nalevering van stikstof is op gang gekomen en de planten hebben minder snel last van droogte.

De nutriëntenbalans laat zien dat het wettelijk kader gehaald wordt (voor 2013 mocht er 85 kg fosfaat per ha aangevoerd worden). Er is een overschot aan kali. De gift Protamylasse kan eventueel verlaagd worden naar 3 ton in plaats van 4 ton per ha.

Tabel 7.4. Nutriëntenbalans zoals berekend door het NDICEA model in kg per ha.

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Aanvoer mest	259	78	317
Depositie	25 +	3 +	8 +
<b>Totaal aanvoer</b>	<b>284</b>	<b>81</b>	<b>325</b>
Afvoer producten	170 -	74 -	183 -
<b>Berekend overschot</b>	<b>114</b>	<b>7</b>	<b>142</b>



## Investeren in de bodem

*Jaap en Maurijn Ladders hebben een akkerbouwbedrijf in Swifterbant en Dronten. In totaal bewerken zij 120 ha met aardappelen (1:3), suikerbieten, tarwe, rode kool, wortelen, witlof, knoflook en sjalotten. Vooral de sjalottenteelt laat zien hoe groot de rol is van goed bemesten. Het telen van een kwalitatief goede sjalot is een zoektocht, maar de ondernemers hebben nu de juiste strategie te pakken. De sjalotten groeien nu op hetgeen wat de bodem levert. De investering in het voeden van de bodem betaalt zich daarmee uit. De droge stof analyse van de sjalotten bevestigt dit. Dat betekent niet dat deze ondernemers 'klaar' zijn met bemesten. Er zijn altijd verbeterpunten of wensen. In onze huidige strategie wordt twee jaar achter elkaar compost toegepast en daarna 4 jaar niet. Wij zouden graag om het jaar compost en/of vaste mest willen toepassen om de bodem voorraad op peil te houden en het proces van mineralisatie van voedingsstoffen vanuit de bodem op gang te houden. Hierbij moeten we zoeken naar een praktische oplossing omdat juist in deze jaren alle laat geoogste gewassen worden geteeld en mest uitrijden in het najaar moeilijker wordt, zeker als wij dit in combinatie met een groenbemester willen doen.*



Jaap Ladders (links) geeft uitleg over zijn aardappelteelt aan collega-Veldleeuwrik telers



Goed verzorgde grond laat aardappelen diep wortelen

## Literatuur

- Beumer, G.J. (2005). Co-vergisting op boerderijschaal in Nederland. Een verkennende studie naar implementatie. Technische Universiteit Eindhoven.
- Commissie Bemesting Grasland & Voedergewassen (2012). Mestsamenstelling in adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. p/a. Wageningen UR Livestock Research. [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl). 24 p.
- Cuijpers, W. en M. Hospers-Brands (2008). Hulpmeststoffen. Beschikbaarheid en opname van stikstof in de biologische teelt van zomertarwe. Louis bolk Instituut. 37 p.
- Dam, A.M. van en P.A.I. Ehlert (2008). Beschikbaarheid van fosfaat in organische meststoffen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Alterra, Wageningen.
- Franz, E. (2007). Ecology and risk assessment of E. coli O157:H7 and Salmonella Typhimurium in the primary production chain of lettuce. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Platform Landbouw, Innovatie en Samenleving (2014). Geopolitiek rond grondstoffen voor landbouw en voedsel. Deel A: Advies aan de staatssecretaris van Economische Zaken en aan de Europese Commissie. Culemborg.
- Postma, R., Korthals, G.W., Termorshuizen, A.J., Dekker, P., Thoden, T. (2010). Effecten van verse organische stof. NMI, Wageningen, 46 p.
- Termorshuizen, A.J., van Rijn, E., Blok, W.J. (2005). Quantifying phytohygienic risks of compost application in agriculture. *Compost Science and Utilization* 13: 108-115.

## Meer informatie

- Bokhorst, J. en Berg, C. ter, (2001). Handboek Mest & Compost. Behandelen beoordelen & toepassen. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 292 p.
- Koopmans, C.J., Bokhorst, J., Berg, C. ter, Eekeren, N. van (2007). Bodesignalen. Praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Roodbont Uitgeverij, Zutphen, 96p.
- Schrik, Y. en C.J. Koopmans (2015). Compost duurzaam ingezet. De Compost Scorekaarten: een instrument voor het afwegen van de waarde van compost. Louis Bolk Instituut. Publicatie nr. 2015-001 LbP. 20 p. Te bestellen via [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl).

## Links

- Hoofdstuk 2 [www.nutrinorm.nl](http://www.nutrinorm.nl)  
[www.agrigyps.nl](http://www.agrigyps.nl)  
[www.kennisakker.nl/](http://www.kennisakker.nl/)
- Hoofdstuk 3 [www.digestaat.nl](http://www.digestaat.nl)  
[www.vwa.nl/onderwerpen/werkwijze-food/dossier/erkenningen-vergunningen-registraties/overzicht-erkende-bedrijven/dierlijke-bijproducten](http://www.vwa.nl/onderwerpen/werkwijze-food/dossier/erkenningen-vergunningen-registraties/overzicht-erkende-bedrijven/dierlijke-bijproducten)
- Hoofdstuk 4 [www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl)
- Hoofdstuk 5 [www.bdb.be](http://www.bdb.be)  
[www.blgg.agroxpertus.nl](http://www.blgg.agroxpertus.nl)
- Hoofdstuk 6 [www.handboekbodemenbemesting.nl](http://www.handboekbodemenbemesting.nl)



Op zoek naar reststromen in het veld



## Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw

In de Nederlandse akkerbouw worden veel organische reststromen ingezet. Organische stofaanvoer is belangrijk voor het op peil houden of verbeteren van de bodemvruchtbaarheid. Veel akkerbouwers hebben echter vragen en twijfels over een juiste en betrouwbare inzet van reststromen op het bedrijf.

Reststromen bevatten hoogwaardige grondstoffen voor de plantenvoeding maar ook voor de opbouw van organische stof en een duurzaam beheer van de bodem. Deze publicatie geeft helder inzicht in het veilig en duurzaam inzetten van reststromen in de akkerbouw.

Het Louis Bolk Instituut is een onafhankelijk, internationaal kennisinstituut ter bevordering van écht duurzame landbouw, voeding en gezondheid. Dankzij praktijkgericht onderzoek en advies dragen wij al meer dan 35 jaar bij aan gezonde bodems, planten, dieren en mensen.