



# BODEM SESSIES

## Masterclass Organische stof(balans)

18 december 2018, Baexem

*Welkom!*

# Biologische Landbouw op de kaart Limburg

Mogelijk gemaakt door:



Europees Landbouwfonds voor  
Plattelandontwikkeling: Europa  
investeert in zijn platteland

provincie limburg 



# Biologische Landbouw op de kaart

- Verdiepingsprogramma
- Oriëntatieprogramma

# Twee masterclasses over organische stof

1. Belang van organische stof  
Effect op gewasopbrengst  
Organische-stofbalans en organische-stofaanvoer

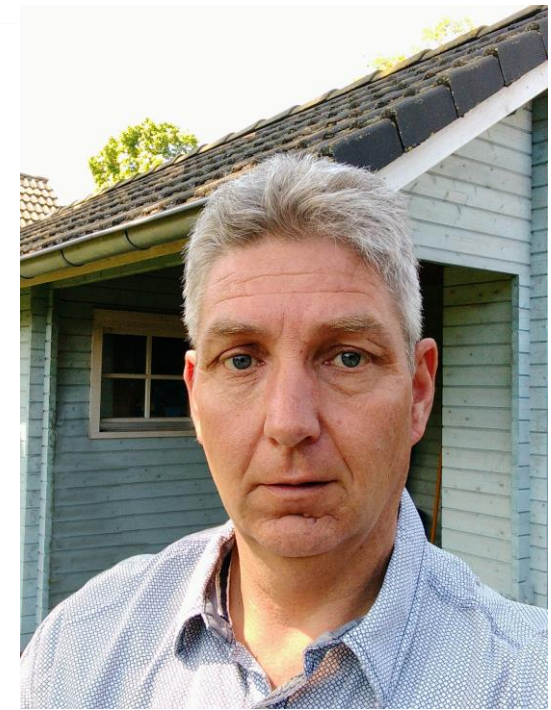
*Willem van Geel (WUR Open Teelten)*

2. Verdieping organische stof en bodemleven  
Kwaliteit van organische stof  
Bepaling van de afbraaksnelheid van bodem-OS

*Marjoleine Hanegraaf (WUR Open Teelten)*

# Introductie Willem van Geel

- Onderzoeker bodem en bemesting bij WUR Open Teelten te Lelystad
- Werkveld, o.a.:
  - verhoging efficiëntie bemesting en vermindering verliezen
  - ontwikkeling bemestingsadviezen
  - organische mest
  - bodemverdichting
  - meststoffenvergelijking



# Inleiding

- Functies van organische stof in de bodem en belang van organische-stofaanvoer
- Effect op gewasopbrengst
- Afbraak van organische stof in de bodem
- Organische-stofbalans
- Verschillen tussen organische-mestsoorten t.a.v.
  - bijdrage OS-opbouw bodem
  - stikstofmineralisatie

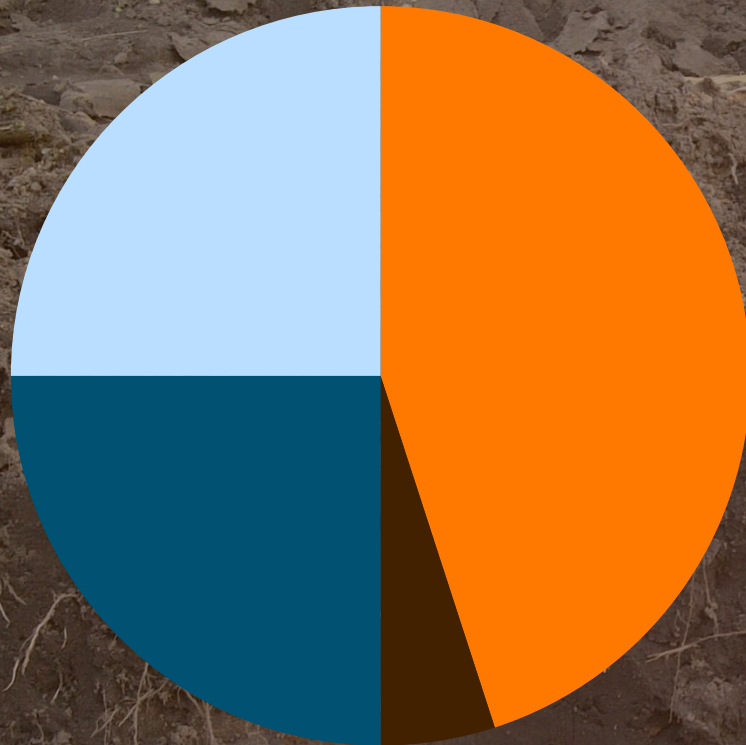


# Organische stof in de bodem





# De bodem en organische stof

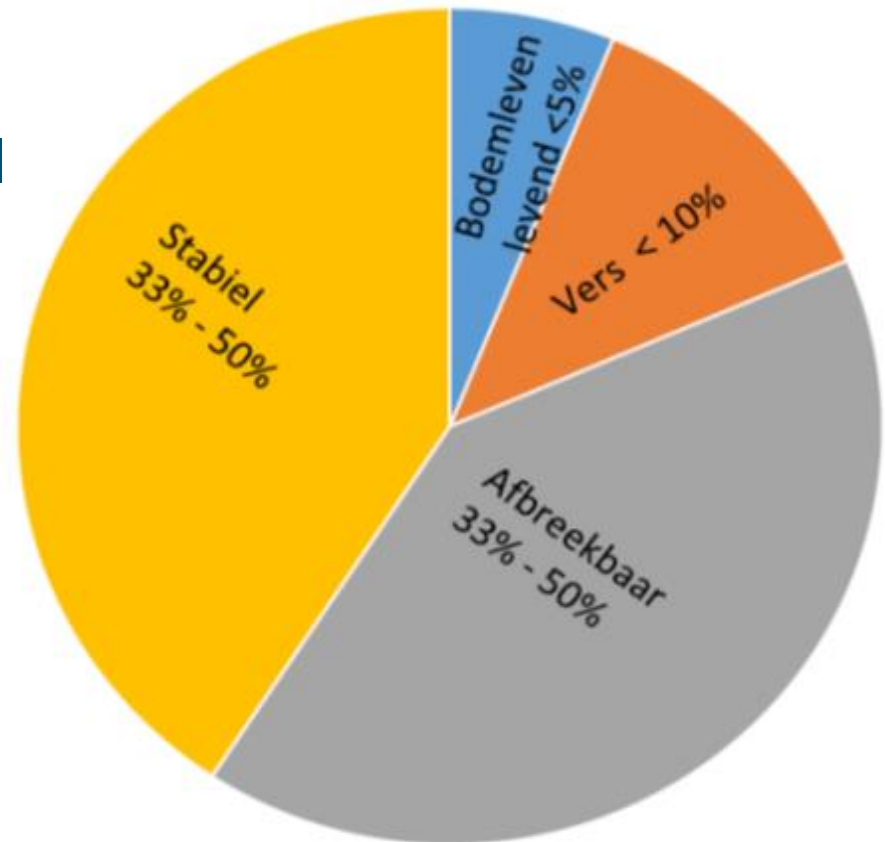


- Vaste fractie
- Organische stof
- Water
- Lucht



# Wat is organische stof?

- Stabiele fractie (humus)
  - Traag tot niet afbreekbaar
- Afbreekbare fractie
- Vers organisch materiaal
  - Gewasresten, organische mest
- Micro-organismen
  - Breken OS af



# Samenstelling organische stof in de bodem

- Dood organisch materiaal: 85-95%
- Levend organisch materiaal: 5-15%
  - levende wortels
  - bodemorganismen  
(bacteriën, schimmels, mijten, wormen, aaltjes, insecten)
- Leeftijd: oude en jonge OS (10-20 jaar)



bodemlevenactiviteit

structuurstabiliteit op zandgronden

# Effect OS op bodemstructuur (1)

- Versterkt de binding tussen bodemdeeltjes
  - grond minder gevoelig voor slomp en erosie
  - met name van belang op zand en lichte zavel
  - alleen door aanvoer van verse OS
- Maakt kleigrond lossere
  - vorming  
klei-humuscomplex
  - bevordert  
verkruimelbaarheid  
en bewerkbaarheid



# Effect OS op bodemstructuur (2)

- Poriënvolume neemt toe; dichtheid grond neemt af
  - betere luchthuishouding → gunstig voor wortelactiviteit en nutriëntenopname
  - betere bewortelbaarheid
  - draagkracht grond neemt af
- Verhoging vochtvasthoudend vermogen
  - OS +1% → +3 mm/dm beschikbaar vocht op zand





# Effect op nutriëntenvoorziening

- Verhoging van de kationenomsomwisselcapaciteit (CEC) in de bodem
  - Vermindering uitspoeling kationen
  - Hogere buffering; minder grote zuur- en zoutschokken
- Effect humus op CEC 4-4,5x zo groot als van kleideeltjes
- Opbouw buffer voedingsstoffen, met name N, P en S, die beschikbaar komen door mineralisatie

# CEC

- Adsorptie: vasthouden van kationen aan (negatief geladen) oppervlak van klei- en humusdeeltjes  
→ adsorptiecomplex
- Evenwicht tussen kationen aan het complex en het bodemvocht
  - gewasopname → aanvulling in bodemvocht vanuit het complex
  - toevoeging aan bodemvocht door bemesting b.v. K  
→ opname aan complex en verdringing andere kationen

→ kationenuitwisseling
- Buffering  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$  (zuur en zout)

# OS en beschikbaarheid kali

- Beschikbaarheid van kali hangt af van:
  - kaligehalte in de grond (K-HCl)
  - OS%: meer OS → beschikbaarheid kali lager (dekzand, dal- en veengrond)
  - Lutum: meer lutum → beschikbaarheid kali lager
  - pH: hogere pH (tot 7) → beschikbaarheid kali lager (zeeklei, rivierklei, zeezand)

# Effect OS op bodemleven

- Verse OS is voedsel voor het bodemleven → stimulering bodemleven → bevordert bodemstructuur
- Verhoging bodemweerbaarheid: bevordering natuurlijke vijanden van ziekteverwekkers
- Meer hierover in de 2<sup>e</sup> sessie over OS





# Organische stof, het bruine goud?



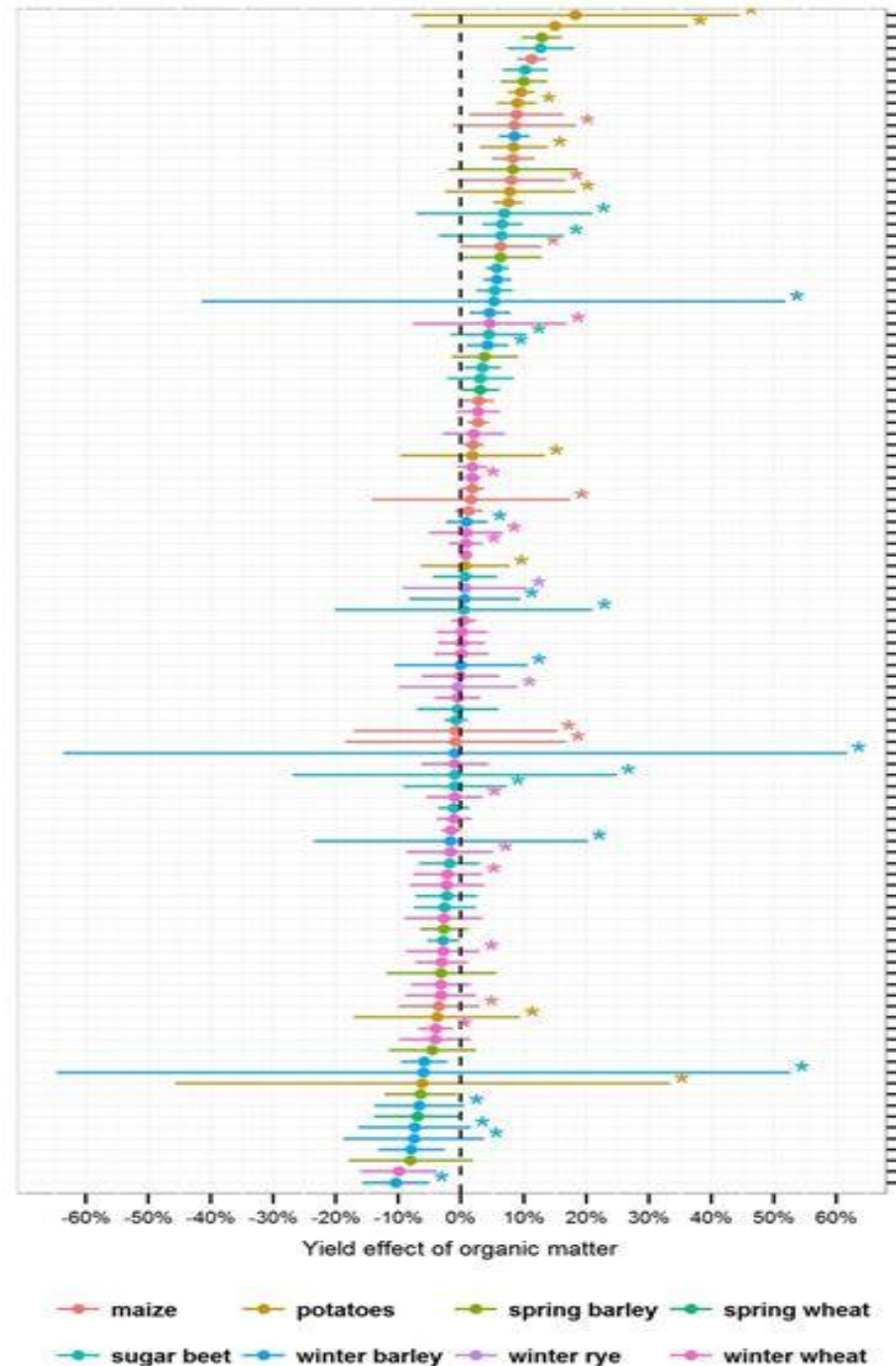
Negatieve effecten zijn ook mogelijk:

- Nutriëntenverliezen naar lucht, water
- Onvoorspelbare mineralisatie
- Minder werkbare dagen op het land
- Lachgas en methaanemissie

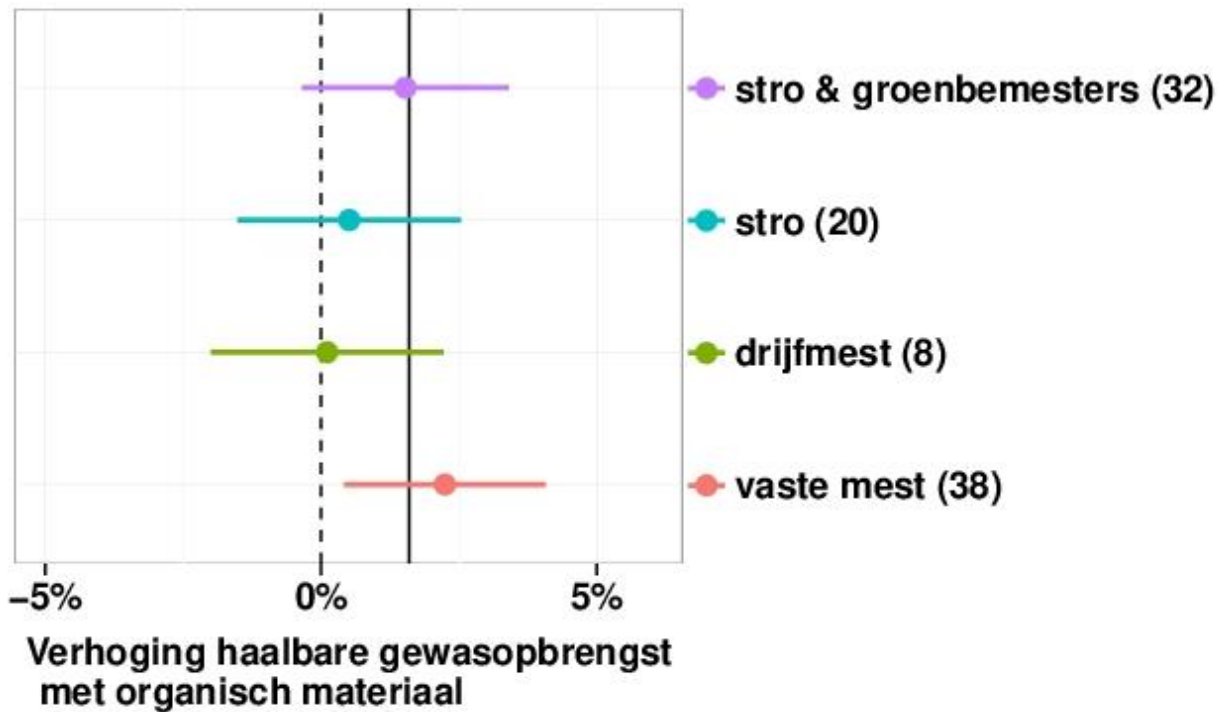
# Verhogen organische inputs de haalbare opbrengst?

Rest-effect ('buiten NPK') van organische stof op gewasopbrengst van -10 tot +18%

*Hijbeek et al 2017. Do organic inputs matter – a meta-analysis of additional yield effects for arable crops in Europe. Plant and Soil*

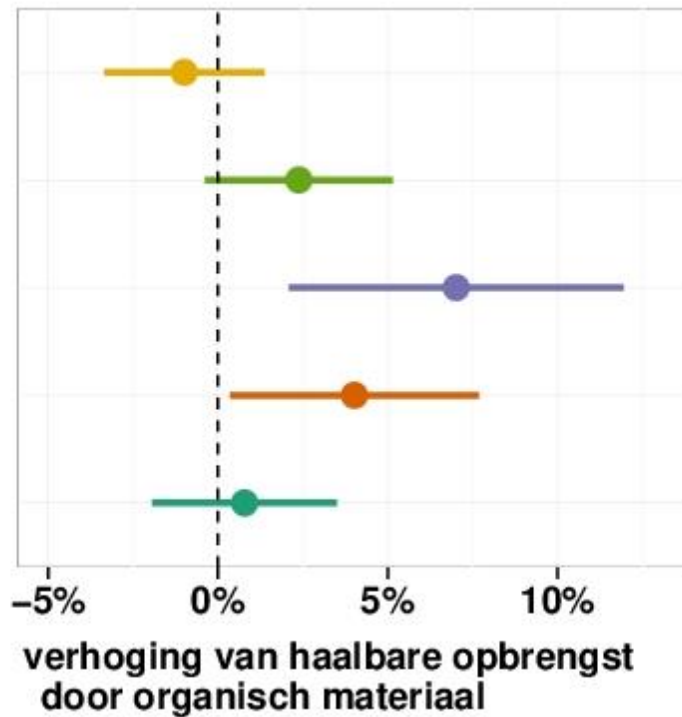


# Per type organische input



*Hijbeek et al., 2017*

# Per gewasgroep



- tarwe (31)
- suikerbiet (21)
- aardappelen (11)
- mais (15)
- gerst (27)

*Hijbeek et al., 2017*



Wel/geen meerjarige aanvoer organische mest



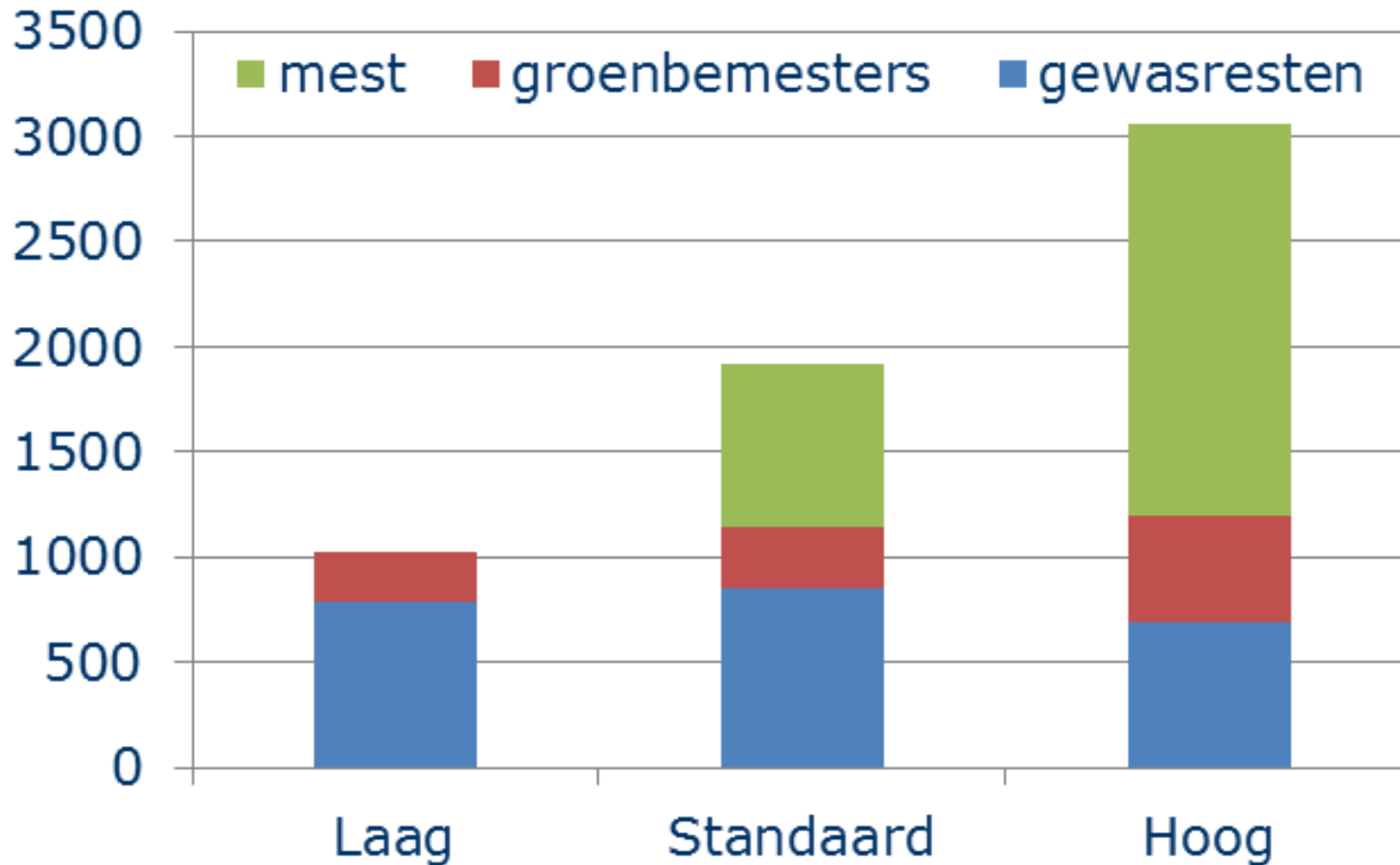


# Vergelijking aanvoer effectieve organische stof

## Bodemkwaliteit Zand, Vredepeel

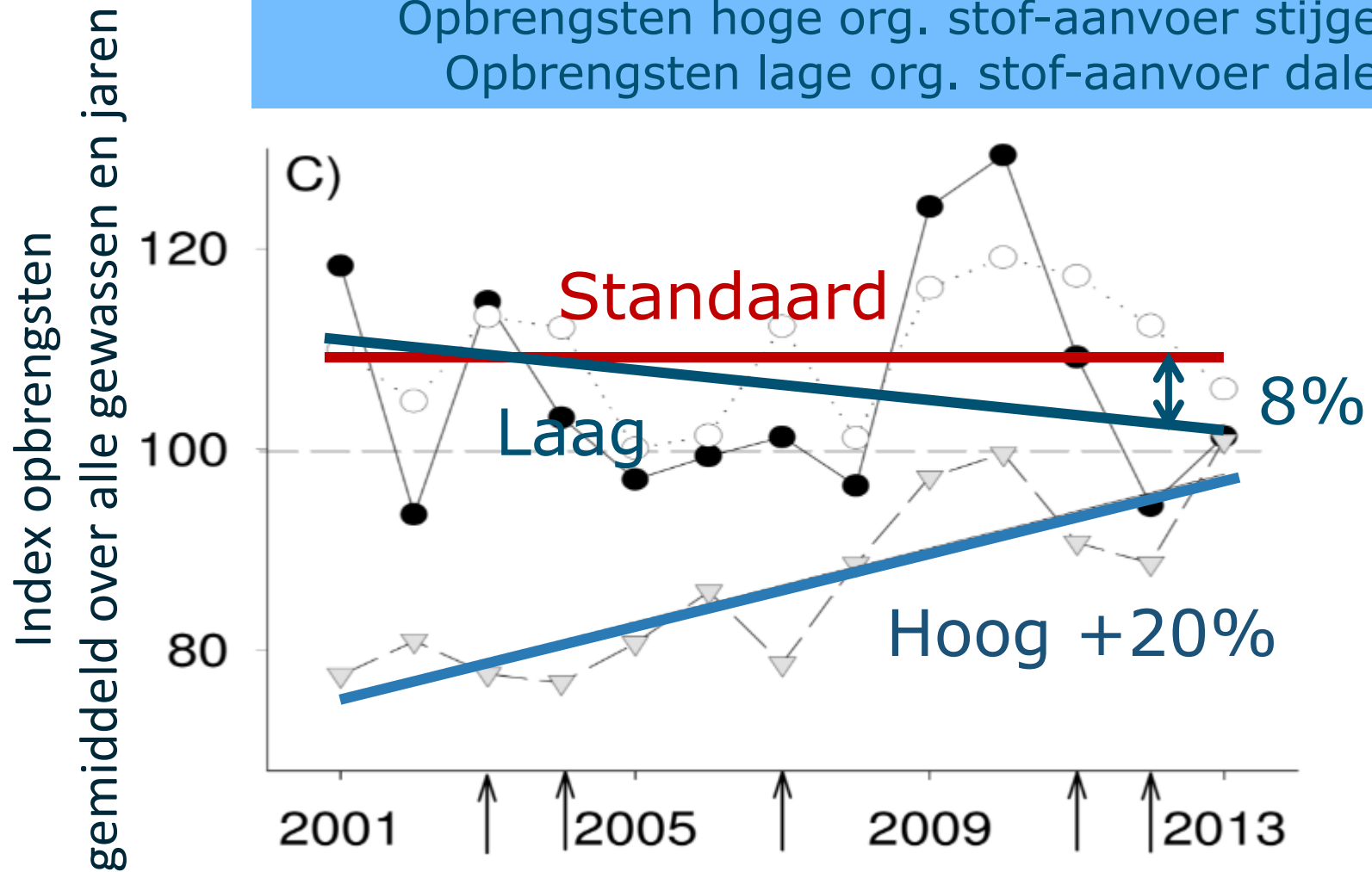


# EOS-aanvoer (kg/ha), gemiddeld 2011-2014 per systeem



# Trend in opbrengst 2001-2013

Opbrengsten hoge org. stof-aanvoer stijgend  
Opbrengsten lage org. stof-aanvoer dalend



# Waarde van organische stof

- Vergelijking Standaard en Laag (2011-2016)
- Gemiddeld verschil in EOS-aanvoer ruim 900 kg/ha

Gewas	Prijs (€/kg)	Opbrengst verschil (kg/ha)	Financieel verschil (€/ha)	Waarde 1 kg EOS (€/kg)
Aardappel	€ 0,13	3372	€ 438	€ 0,81
Conservenerwt	€ 0,38	-86	€ -33	€ -0,05
Prei	€ 0,37	5301	€ 1961	€ 2,26
Zomergerst	€ 0,18	440	€ 79	€ 0,08
Suikerbiet	€ 0,18	145	€ 26	€ 0,02
Snijmaïs	€ 0,14	694	€ 97	€ 0,09
Gemiddeld			€ 428	€ 0,54

# Afbraak OS in de bodem

- OS is voedsel voor bodemleven
- Afbraak door
  - bodemfauna (wormen, slakken, insecten, enz.)
    - vermalen, verkleinen, vermengen
  - micro-organismen (schimmels en bacteriën)
    - verdere afbraak tot humus
- Gemakkelijk afbreekbare verbindingen verdwijnen eerst: eiwitten, suikers
- Moeilijk afbreekbare verbindingen blijven langste aanwezig: o.a. lignine, harsen



# Invloed op de afbraaksnelheid (1)

- Afbreekbaarheid / stabiliteit van de organische stof
  - Jongere / labielere OS: makkelijk afbreekbaar
  - Oude / stabielere OS: lage afbraaksnelheid
  - Inerte OS: niet afbreekbaar
- Temperatuur
  - hogere afbraak in de zomer dan in de winter
  - geen afbraak bij vorst
- Vocht en lucht
  - pF 2 optimaal voor afbraak
  - pF >4 afbraak trager
  - natte grond (weinig lucht) → tragere afbraak

# Invloed op de afbraaksnelheid (2)

- pH: 6-7 optimaal voor afbraak  
<5,5 slechtere afbraak
- Lutum: klei-humus-complex → beschermt tegen afbraak
  - hoger OS% op zwaardere kleigronden
  - vuistregel OS-gehalte:  $1,5 + 0,1 \times \text{lutum\%}$
- Grondbewerking: bevordert afbraak
- Rekenregels voor bepaling OS-afbraak in ontwikkeling  
→ meer hierover in de 2<sup>e</sup> sessie over OS

# OS-balans

- Afbraak OS op minerale gronden: 2% (1,6-2,4%)
- Op dalgronden is het afbraak% lager
- Handhaving OS% bodem: EOS-aanvoer = afbraak
- OS% verhogen → meer aanvoeren  
maar: afbraak gaat ook omhoog bij hogere OS-aanvoer  
meer hierover in de 2<sup>e</sup> sessie over OS

# Afbraak bodemorganische-stof

- Stel 2,5% o.s. in bouwvoor 0-30 cm
- Bouwvoorgewicht ca. 4.200 ton/ha
- OS: 105.000 kg/ha
- Afbraak 2% = 2.100 kg/ha

%-organische stof	volumegewicht <sup>1</sup> (kg/dm <sup>3</sup> )	%-organische stof	volumegewicht <sup>1</sup> (kg/dm <sup>3</sup> )
1	1,47	11	1,07
2	1,42	12	1,04
3	1,37	13	1,02
4	1,32	14	0,99
5	1,28	15	0,97
6	1,24	16	0,95
7	1,20	17	0,92
8	1,17	18	0,90
9	1,13	19	0,88
10	1,10	20	0,86

<sup>1</sup>  $volumegewicht = 1 / (0,02525 \times org. \text{ stof} + 0,6541)$ .

# Voorbeeld Eurofins

**Org.stofbalans** In de gekleurde balk staat de informatie over organische stof (kg/ha) die u moet weten om het organische stofgehalte niet te laten dalen.



Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof: 3,1

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
- Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof om percentage organische stof op peil te houden.
- Aanvoer via gewasresten (gemiddeld binnen opgegeven bouwplan of gewassen).
- Nog aan te vullen via bijv. dierlijke mest, groenbemesters en/of compost.

Gewas(rest)	Aanvoer effectieve organische stof
Consumptie-aardappelen	875
Suikerbieten	1275
Winterwortelen	700
Zaaiuien	300
Zomergerst	1310
Wintertarwe	1640
Gemiddelde aanvoer/jaar	1015

Bij granen gaan we uit van afvoer van stro.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 3120 kg per ha.

# Aanvoer OS

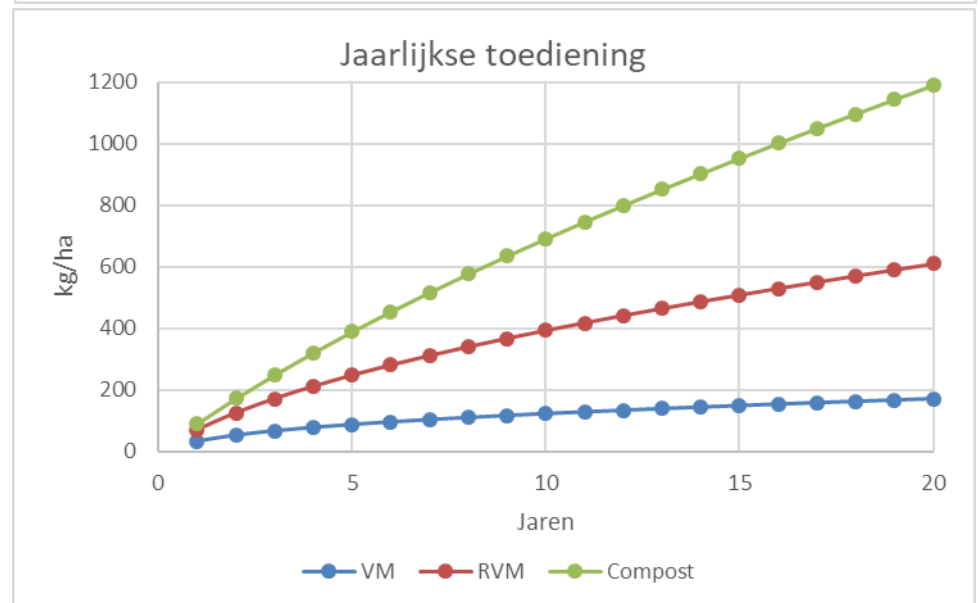
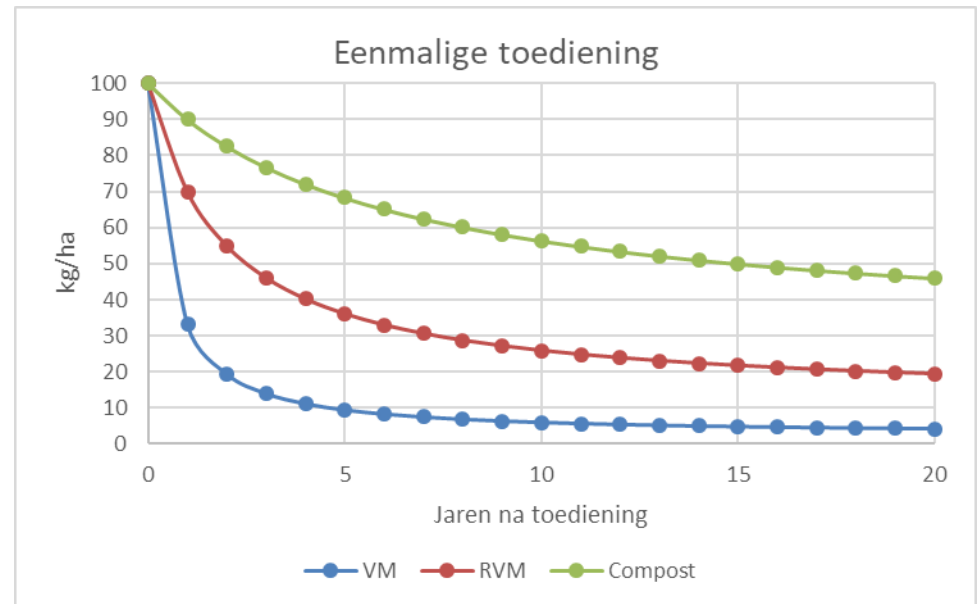
- Gewasresten, groenbemesters, organische mest
- Effectieve organische stof (EOS): hoeveelheid die een jaar na toediening nog over is in de bodem
- Humificatiecoëfficiënt (HC):  $EOS / OS$   
parameter voor OS-afbraak en mineralisatiemodel Minip

Organische-stofbron	Humificatiecoëfficiënt
Bovengrondse groene plantenmassa	0,20
Plantenwortels	0,35
Stro	0,30
Varkensmest	0,33
Kippenmesten	0,33-0,36
Rundveemest	0,70
GFT-/groencompost	0,90



# Bijdrage aan de OS-opbouw in de bodem

- Bij toevoeging van 100 kg/ha OS aan de bodem
- Varkensmest (HC 0,33)
- Rundveemest en geitenmest (HC 0,70)
- Compost h.c. 0,90



# Effectieve organische stofaanvoer

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

## Gewassen & groenmest (kg/ha)

- Aardappel 270
- Granen 1300
- Granen + stro 1900-2500
- Overige gewassen 300-1300
- Gras 1 jaar 1200
- Gras 3 jaar 4000

## Mest en compost (kg/ton)

- Varkensdrijfmest 26
- Onderdrijfmest 50
- GFT-Compost 106
- GFT-Compost 182

**Actualisatie van cijfers is gaande**

# Kengetallen EOS-aanvoer (Handboek Bodem en Bemesting)

Tabel 9.2. Aanvoer verse organische stof (OS) en effectieve organische stof (EOS) uit goed ontwikkelde, ingewerkte groenbemesters<sup>1</sup>

Groenbemester	OS (kg/ha)	H.C. <sup>2</sup> (fractie)	EOS (kg/ha)
Bladrammenas	3800	0,23	875
Gele mosterd	3800	0,23	875
Bladkool	3600	0,24	850
Engels raaigras	4250	0,27	1155
Italiaans raaigras	4200	0,26	1100
Westerwolds raaigras	4000	0,26	1050
Winterrogge	3200	0,26	840
Rode klaver	4100	0,27	1100
Witte klaver	3100	0,27	850
Perzische klaver	3400	0,24	800
Wikken	2800	0,23	650
Facelia	2750	0,24	650
Afrikaantjes	3850	0,22	850
Spurrie	2900	0,22	625

<sup>1</sup> Gezaaid vóór 1 september

<sup>2</sup> H.C. = humificatiecoëfficiënt: de fractie die één jaar na toediening van het vers organisch materiaal nog over is in de bodem.

Tabel 9.1. Aanvoer verse organische stof (OS) en effectieve organische stof (EOS) uit gewasresten

Gewasrest	OS (kg/ha)	H.C. <sup>1</sup> (fractie)	EOS (kg/ha)
Blauwmaanzaad	3475	0,33	1150
Bruine boon (incl. loof)	2870	0,23	650
Consumptieaardappel	4000	0,22	875
Cichorei	3500	0,22	775
Conserven-erwt	4570	0,22	1000
Grasland, eenjarig	4000	0,29	1175
Grasland, tweejarig	8000	0,32	2575
Grasland, driejarig	12000	0,33	3975
Graszaad, 1e jaars Engels raaigras	6000	0,29	1750
Graszaad, 2e jaars Engels raaigras	7150	0,30	2150
Haver, stro afgevoerd	5000	0,31	1570
Haver, stro achtergelaten	8000	0,31	2470
Karwij	4000	0,32	1275
Knolselderij (incl. loof)	4150	0,24	1000
Koolzaad	3000	0,33	975
Korrelmais	7000	0,31	2175
Lelie	1850	0,30	560
Luzerne, eenjarig	3000	0,45	1350
Luzerne, tweejarig	5000	0,41	2050
Pootaardappel	4400	0,22	955
Schorseneer	2400	0,25	600
Snijmais	2000	0,34	675
Spinazie	1285	0,23	300
Stamslaboon (incl. loof)	2870	0,23	650
Suikerbiet (incl. kop en blad)	6000	0,21	1275
Spruitkool (incl. stam)	6700	0,30	2000
Triticale	5000	0,31	1570
Tulp (excl. strodek)	1700	0,30	505
Vezelvlas	300	0,33	100
Winterpeen	2400	0,29	700
Wintergerst, stro afgevoerd	5000	0,31	1570
Wintergerst, stro achtergelaten	7600	0,31	2350

Tabel 9.3. Aanvoer verse en effectieve organische stof (OS en EOS) uit organische mest

Mest	OS (kg/ton)	H.C. <sup>1</sup> (fractie)	EOS (kg/ton)	EOS/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>2</sup> (kg/kg)
<b>Drijfmest</b>				
Rundvee	71	0,70	50	33
Vleesvarkens	79	0,33	26	7
Zeugen	25	0,34	9	3
Rosékalveren	71	0,70	50	19
Witvleeskalveren	17	0,70	12	11
<b>Vaste mest</b>				
Rundvee grupstal	155	0,70	109	25
Varkens (stro)	153	0,33	50	6
Pluimvee	416	0,33	137	6
Pluimvee + nadroog	393	0,33	130	5
Kippenstrooiselmest	359	0,34	122	5
Vleeskuikens + parelhoen	419	0,36	151	9
Vleeskalkoenen	427	0,36	154	8
Schape	195	0,70	137	30
Geiten	174	0,70	122	23
<b>Compost</b>				
Champost	211	0,50	106	24
GFT-compost	242	0,90	218	45
Groencompost	179	0,90	161	73

<sup>1</sup> H.C. = humificatiecoëfficiënt: de fractie die één jaar na toediening van het vers organisch materiaal nog over is in de bodem.

<sup>2</sup> EOS-aanvoer (kg) per kg fosfaat in de mest



# Mogelijkheden EOS-aanvoer verhogen

- Stro achterlaten
- Groenbemesters
- Meer granen
- Keuze mestsoort

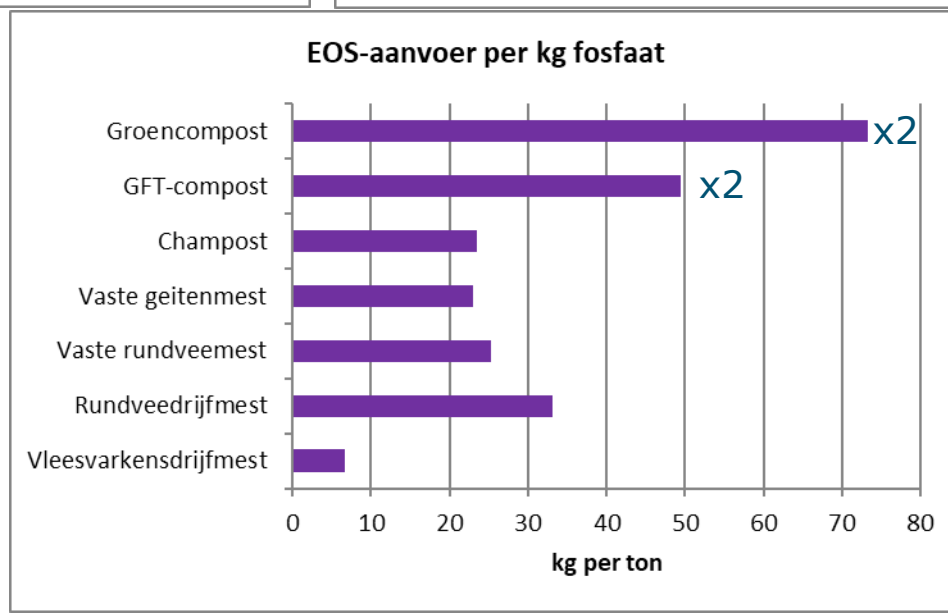
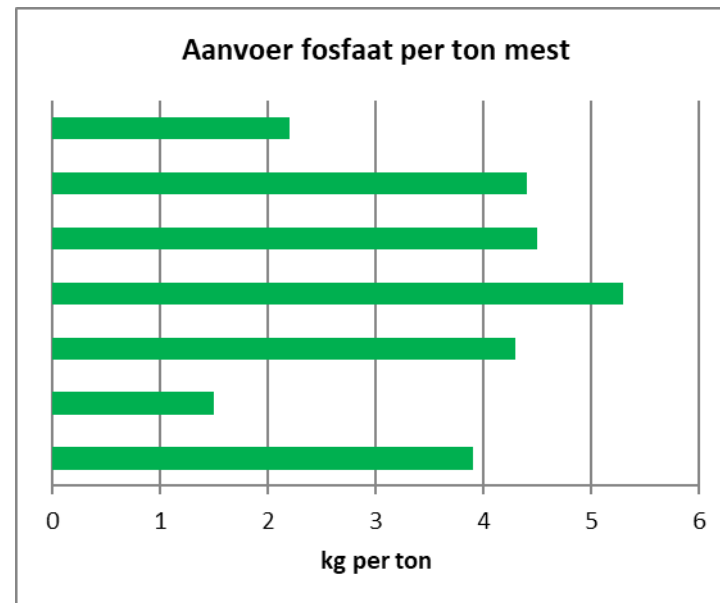
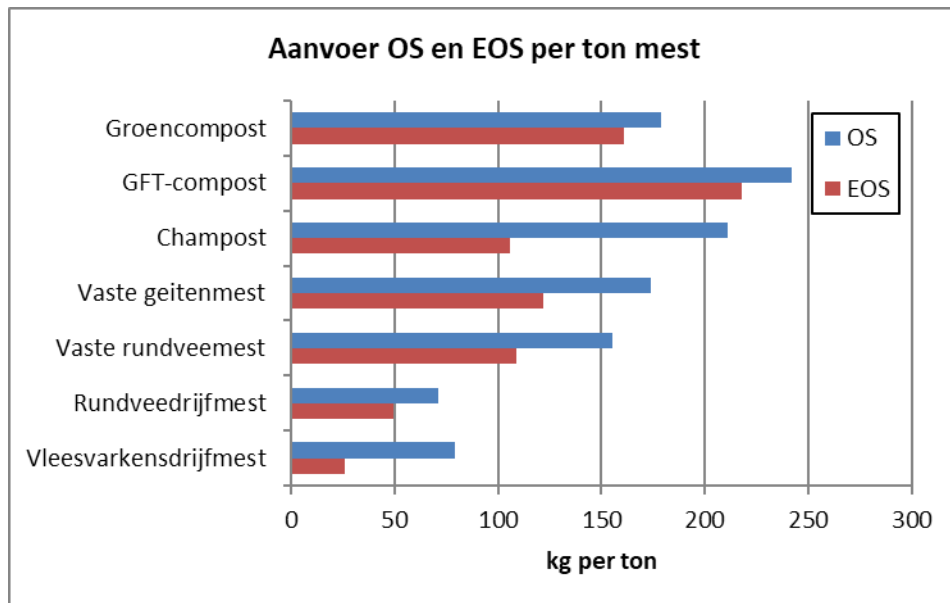


# (Gangbaar) bouwplan op zuidelijk zand met lage OS-aanvoer

Gewas	EOS (kg/ha)	Aandeel	Naar rato
consumptieaardappel	875	25%	219
snijmaïs	675	25%	169
+ winterrogge	50	25%	13
waspeen	475	12,5%	59
doperwt	1000	12,5%	125
+ stamslaboon	650	12,5%	81
suikerbieten	1275	12,5%	159
lelie (verhuur)	560	12,5%	<u>70</u>
			895

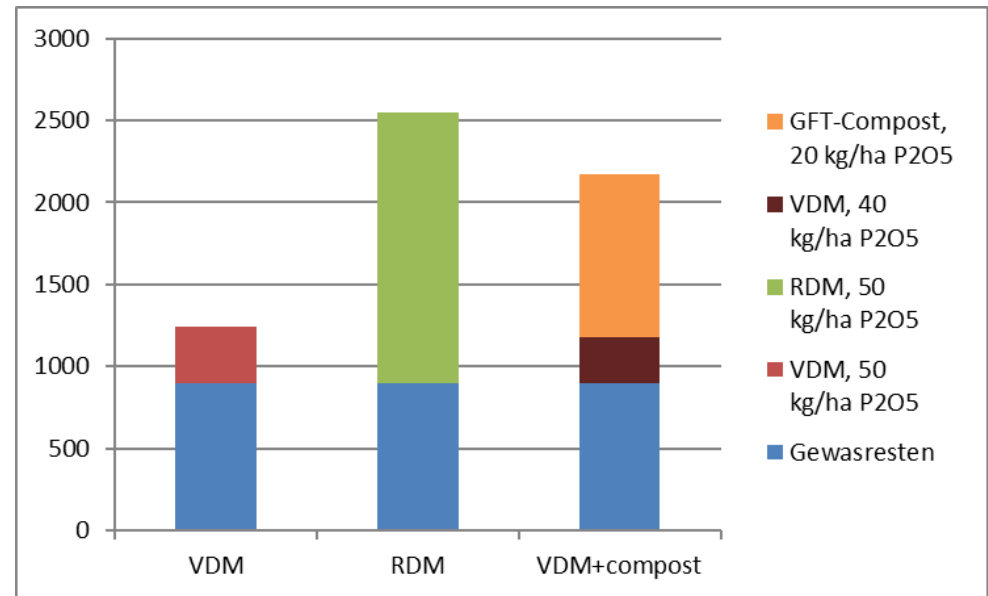
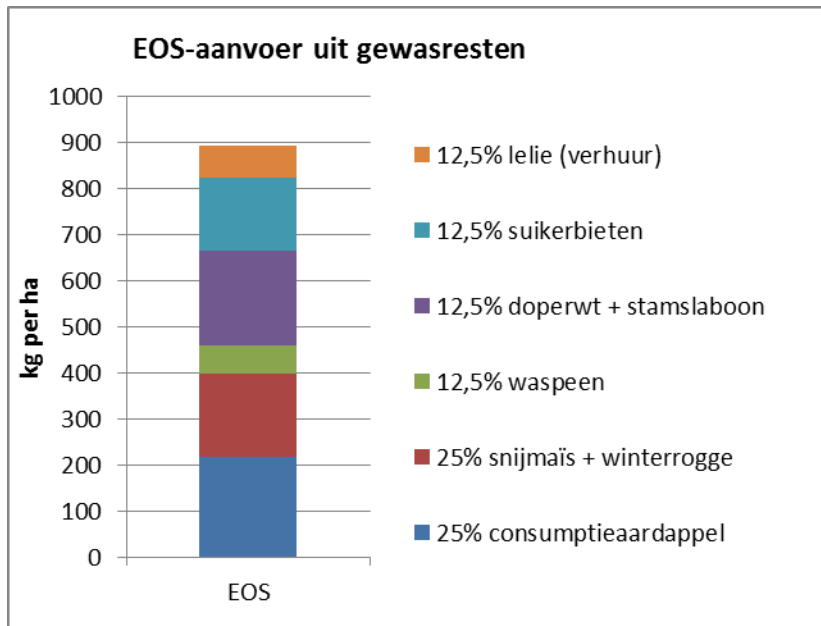


# EOS-aanvoer organische mest



# Effect mestkeuze op EOS-aanvoer

Voorbeeld bouwplan op zuidelijke zandgrond zonder graan, 50 kg fosfaat per ha (2018)



# EOS-aanvoer biologisch bouwplan op zand

Gewas	Aandeel	EOS (kg/ha)	Naar rato
Consumptieaardappel	1:6	875	146
+ Japanse haver (groenbem.)	1:6	825	138
Conserve-erwt	1:6	1000	167
+ gras/klaver (groenbem.)	1:6	1000	167
Winterprei	1:6	450	75
Zomergerst (stro afgevoerd)	1:6	1310	218
+ Japanse haver (groenbem.)	1:6	825	138
Winterpeen	1:6	700	117
Snijmaïs	1:6	675	113
+ gerst (groenbem.)	1:6	120	20
Gemiddeld per jaar			1277

Mestaanvoer	EOS (kg/ha)	Naar rato
<u>Aardappel</u>		
25 ton/ha potstalmest	2713	452
30 ton/ha rundveedrijfmest	1491	249
<u>Erwt</u>		
10 ton/ha rundveedrijfmest	746	124
<u>Prei</u>		
35 ton/ha rundveedrijfmest	1740	290
5 m <sup>3</sup> /ha vinassekali (in 2 keer)	225	38
<u>Gerst</u>		
25 ton/ha rundveedrijfmest	1243	207
<u>Peen</u>		
30 ton/ha rundveedrijfmest	1491	249
<u>Mais</u>		
30 ton/ha rundveedrijfmest	1491	249
		1856

Totaal gemiddelde aanvoer: 3133 kg EOS per ha per jaar

# Verder verhogen van de EOS-aanvoer

- Stro zomergerst achterlaten: 630 kg/ha EOS (105 kg/ha EOS bij 1:6)
- Inzet groencompost (als fosfaatgebruiksruimte het toelaat)
- Anders: inwisseling van bijvoorbeeld rundveedrijfmest voor groencompost

voorbeeld, gemiddeld over het bouwplan:

- -5 ton/ha rundveedrijfmest = -250 kg/ha EOS
- +7 ton/ha groencompost = +1125 kg/ha EOS
- saldo: +875 kg/ha EOS

# Minder ploegen betekent minder afbraak

- Minder intensief
  - Minder (diep) ploegen
  - Niet kerende grondbewerking
- Minder grondbewerkingen
  - Ultieme vorm: no-till



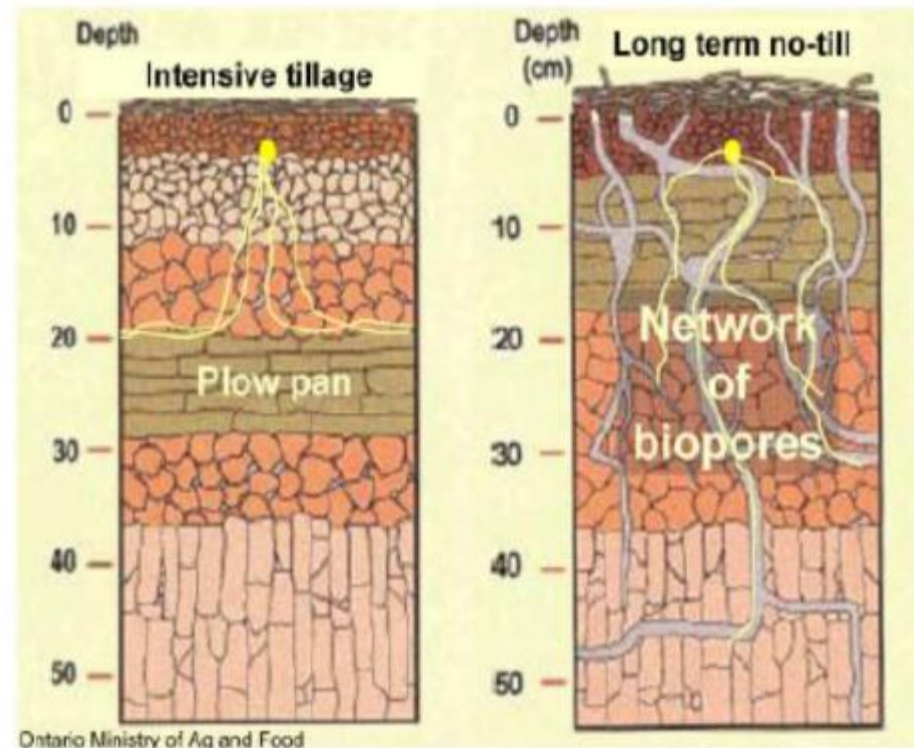
# Niet-kerende grondbewerking (NKG)

## Potenties

- Minder OS-afbraak → hoger OS%
- Bescherming toplaag
- Minder erosie en stuiven
- Meer bodem biodiversiteit
- Meer bovengrondse biodiversiteit
- Meer doorlopende bio-poriën
- Hogere aggregaat stabiliteit
- Meer/langer groenbemesters (klei)
- Lagere kosten/brandstof
- Hogere draagkracht

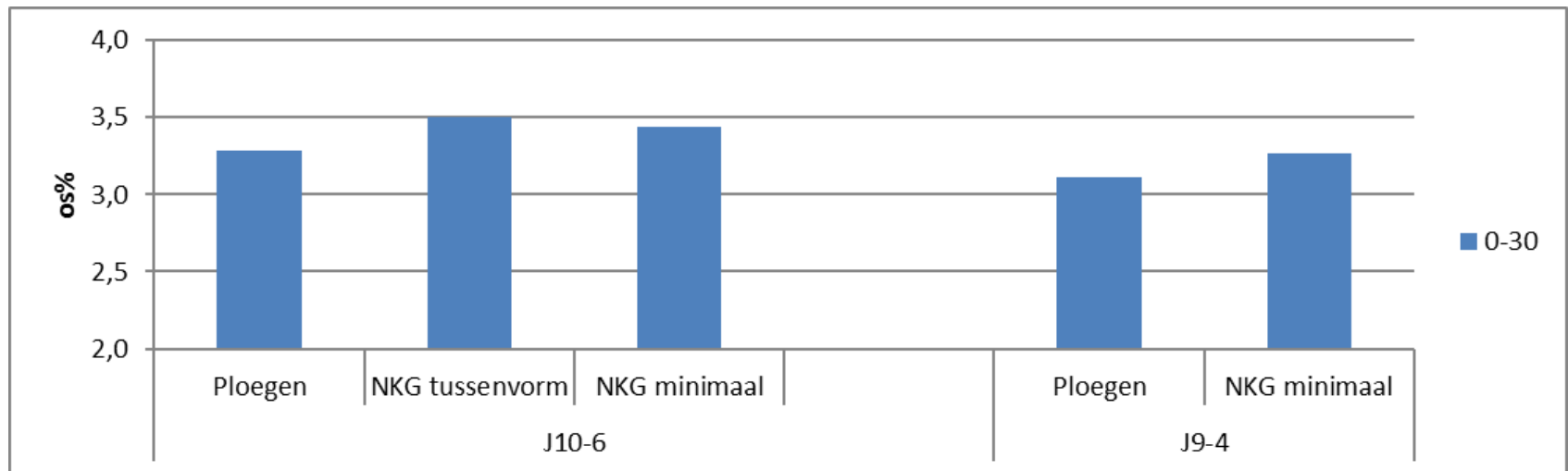
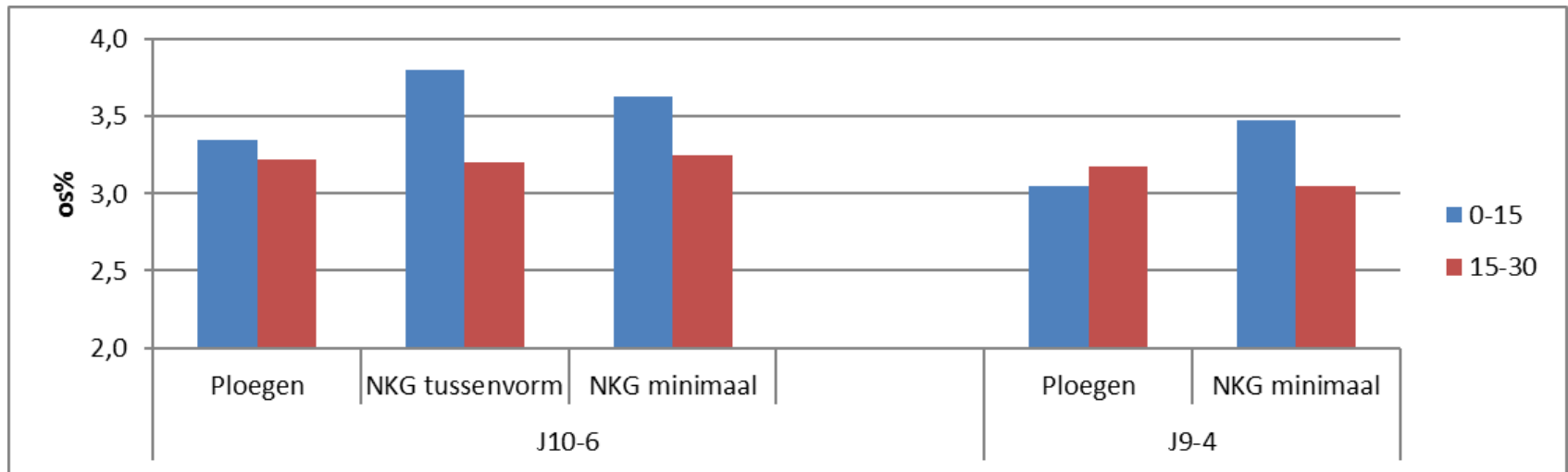
## Risico's

- Meer onkruid
- Slechter zaaibed
- Meer ziektedruk
- Dip in opbrengst





# Effect NKG zavel Lelystad op bodem-OS



# Kwaliteiten van organische mest

- Organische mest is een multifunctioneel product
  - meststof
  - bodemverbeteraar
- Leverancier nutriënten: N, P, K, Mg, S, sporenelementen (bevat ook Na, Cl)
  - voeding gewas
  - op peil houden bemestingstoestand bodem
- Toevoeging organische stof aan de bodem

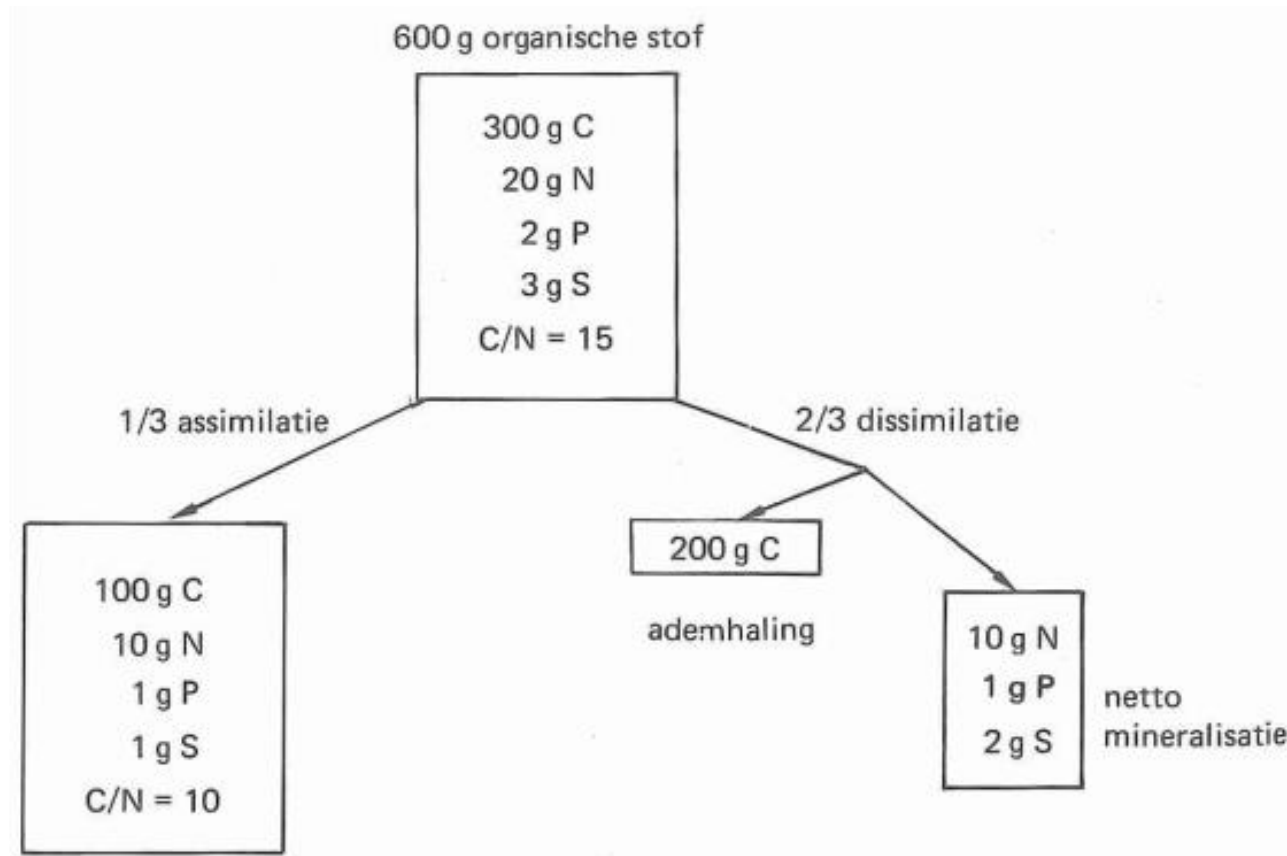


# Stikstofwerking van mest

- Beschikbaarheid stikstof uit org mest hangt af van:
  - Verhouding N-NH<sub>3</sub> : N-org in de mest
  - Soort mest ~ stabiliteit /afbraaksnelheid van de OS; C/N-org
  - Toedieningstechniek: ammoniakemissie
  - Toedieningsmoment en N-opnameperiode van het gewas

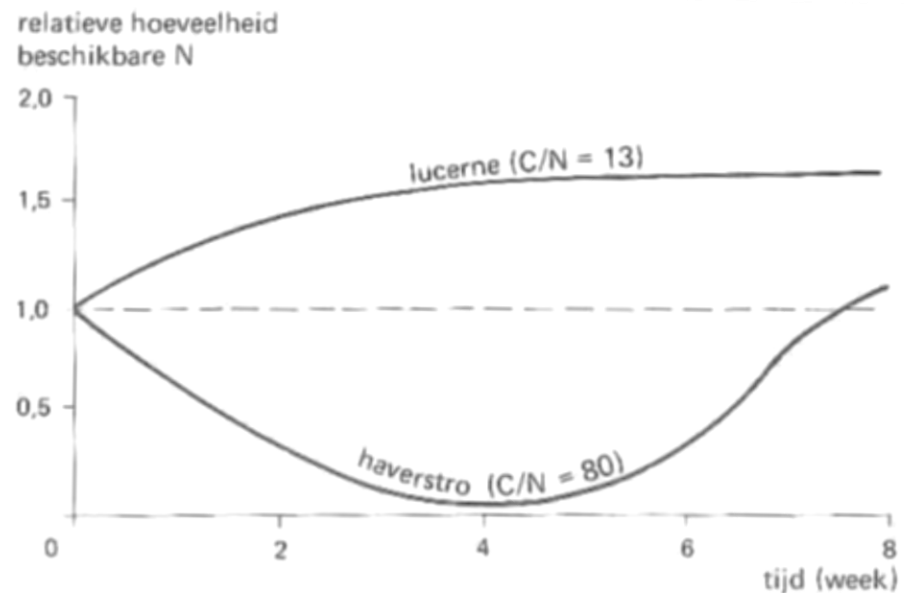


# Mineralisatie



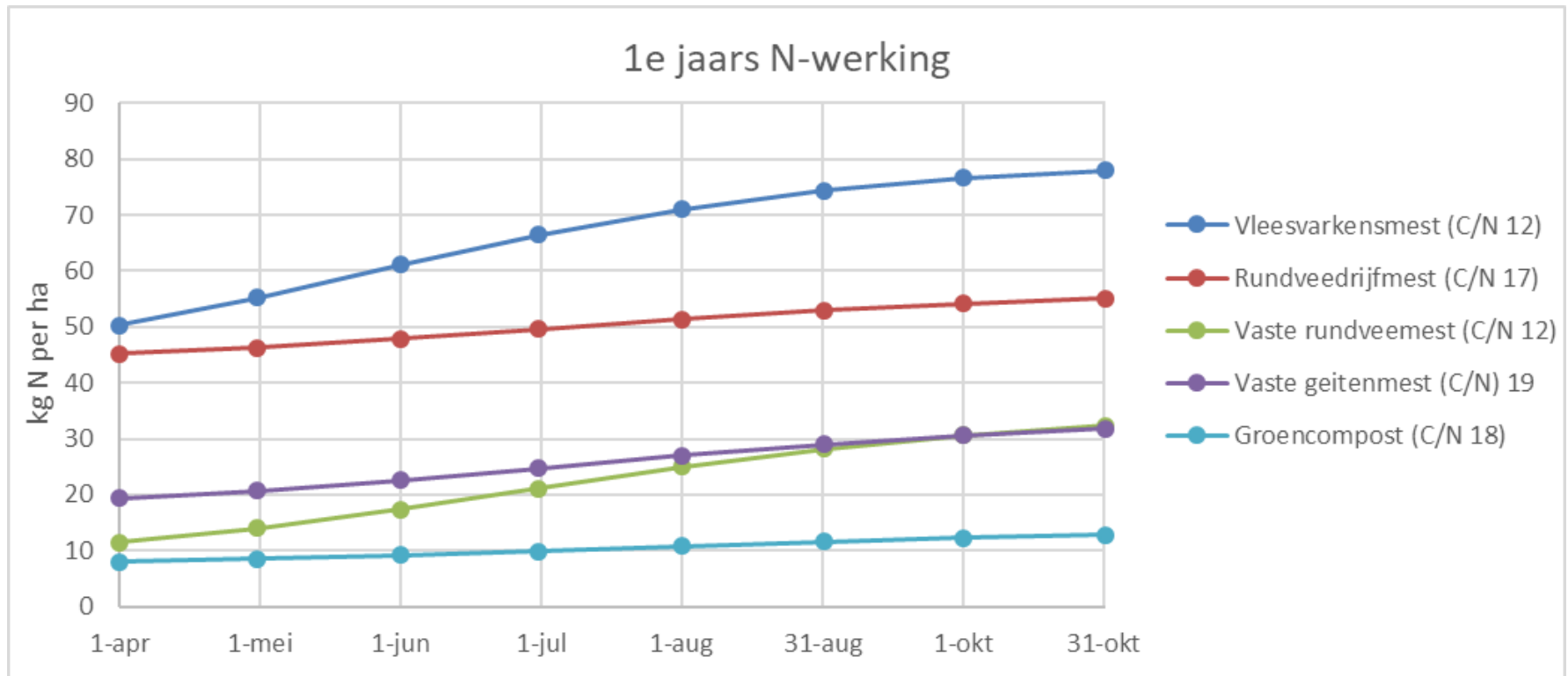
# Hoogte mineralisatie, hangt af van

- Afbraaksnelheid organische stof
- Hoeveelheid organische gebonden N
- C/N-verhouding



# Beschikbaar komen van stikstof, 1<sup>e</sup> jaar

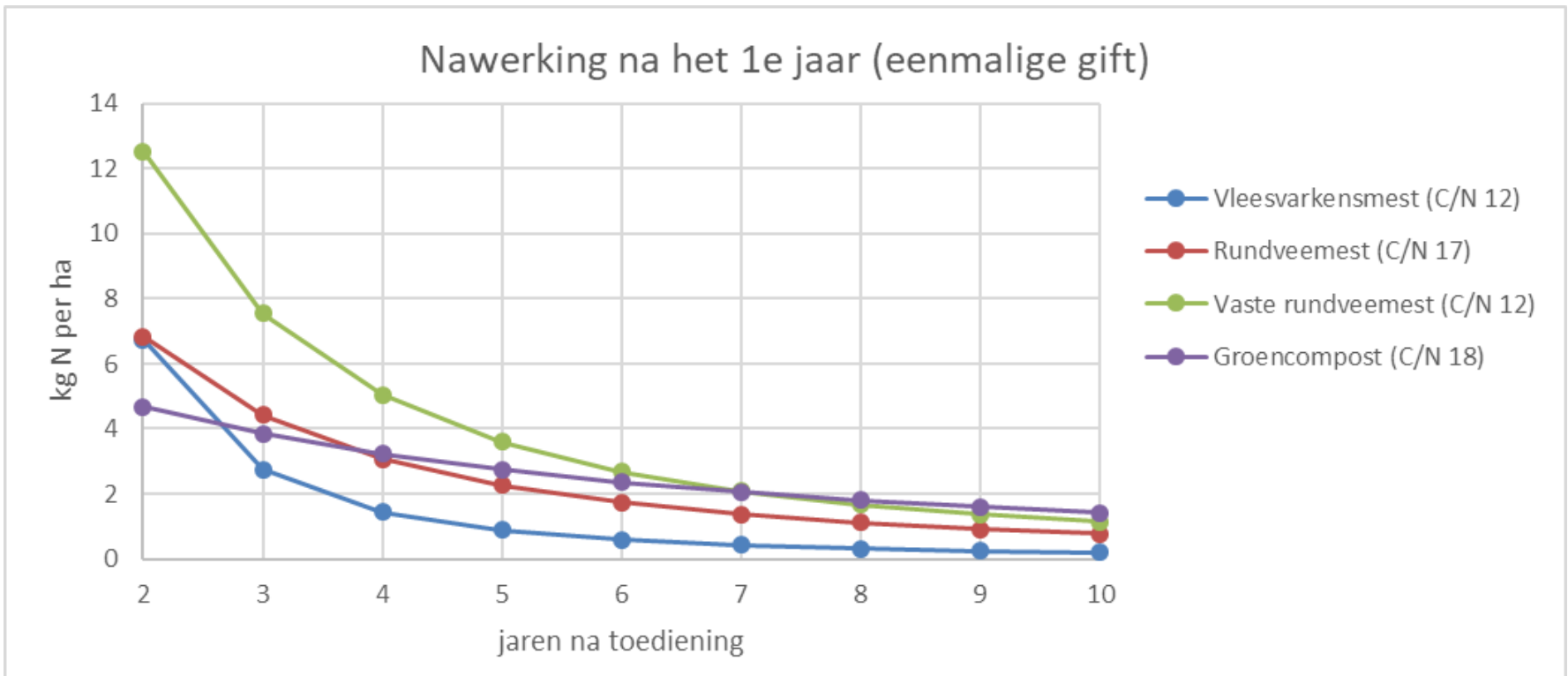
Bij een gift van 100 kg N-totaal per ha





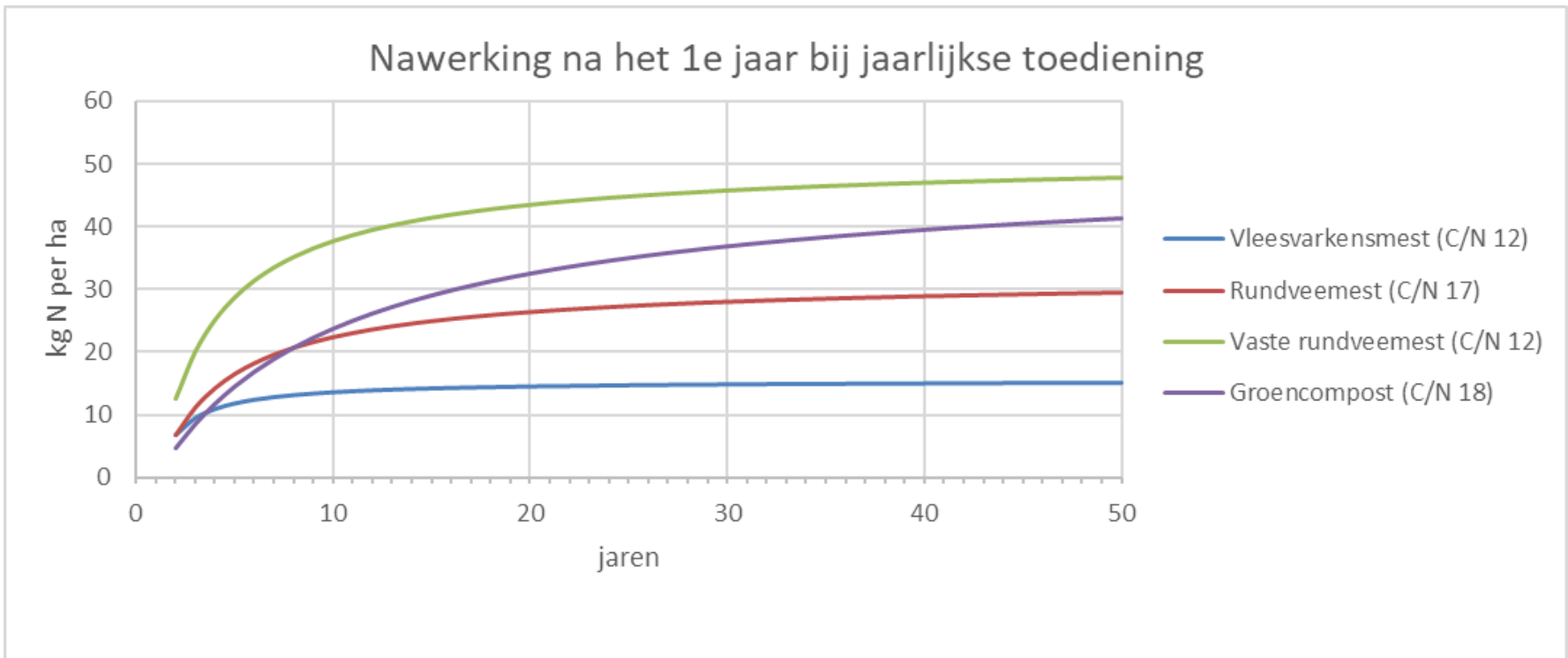
# Beschikbaar komen van stikstof, nawerking

Bij een gift van 100 kg N-totaal per ha



# Beschikbaar komen van stikstof (3)

Bij een gift van 100 kg N-totaal per ha



# Classificatie mestsoorten

- Bodemverbeteraars:  
composten, vaste rundveemest, geitenmest
- N-levering 1<sup>e</sup> jaar: drijfmesten
- Verhoging bodemmineralisatie:  
vaste rundveemest, geitenmest, composten

# Langjarige proef Mest Als Kans (Lelystad)

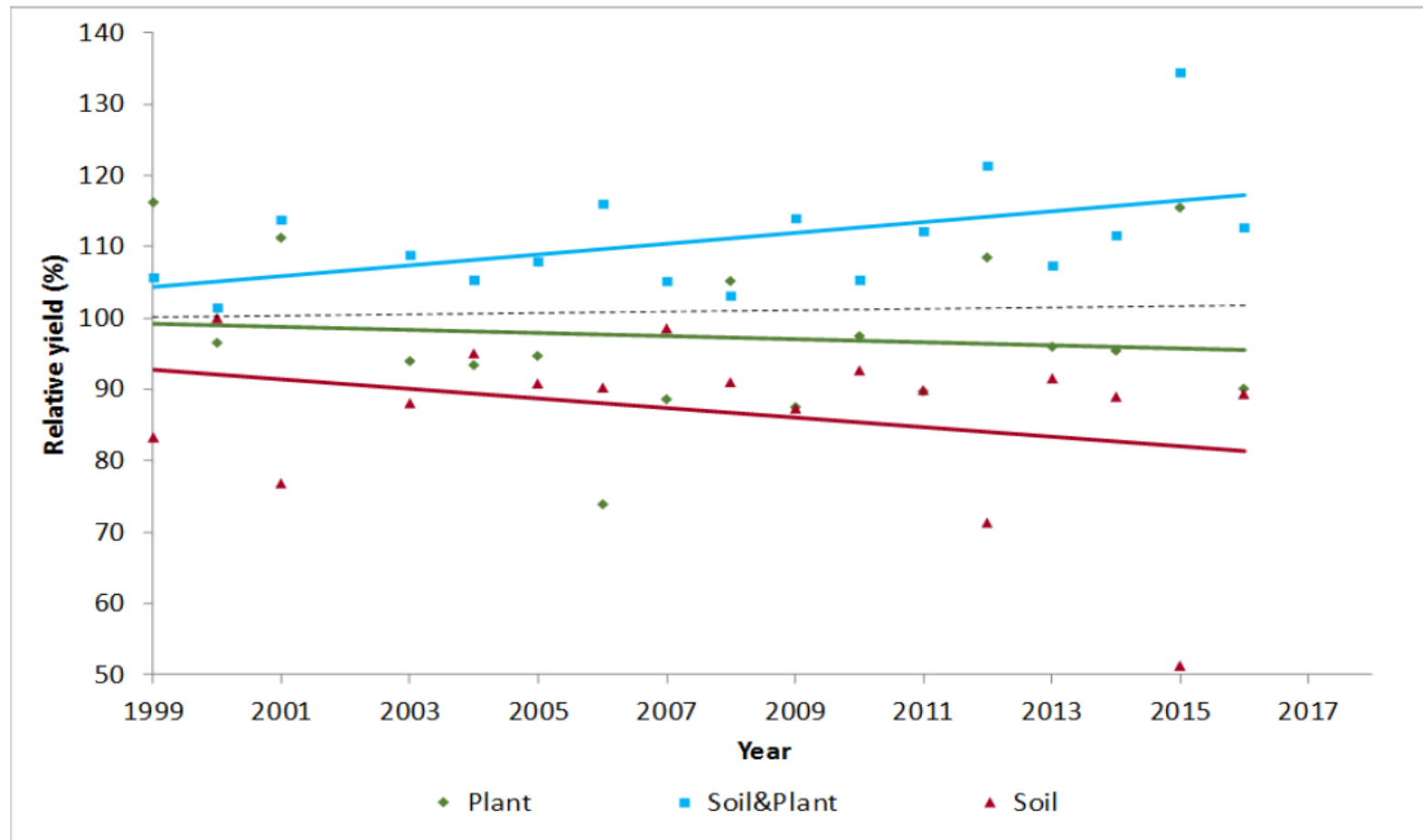
## *Louis Bolk Instituut*

Drie bemestingsstrategieën:

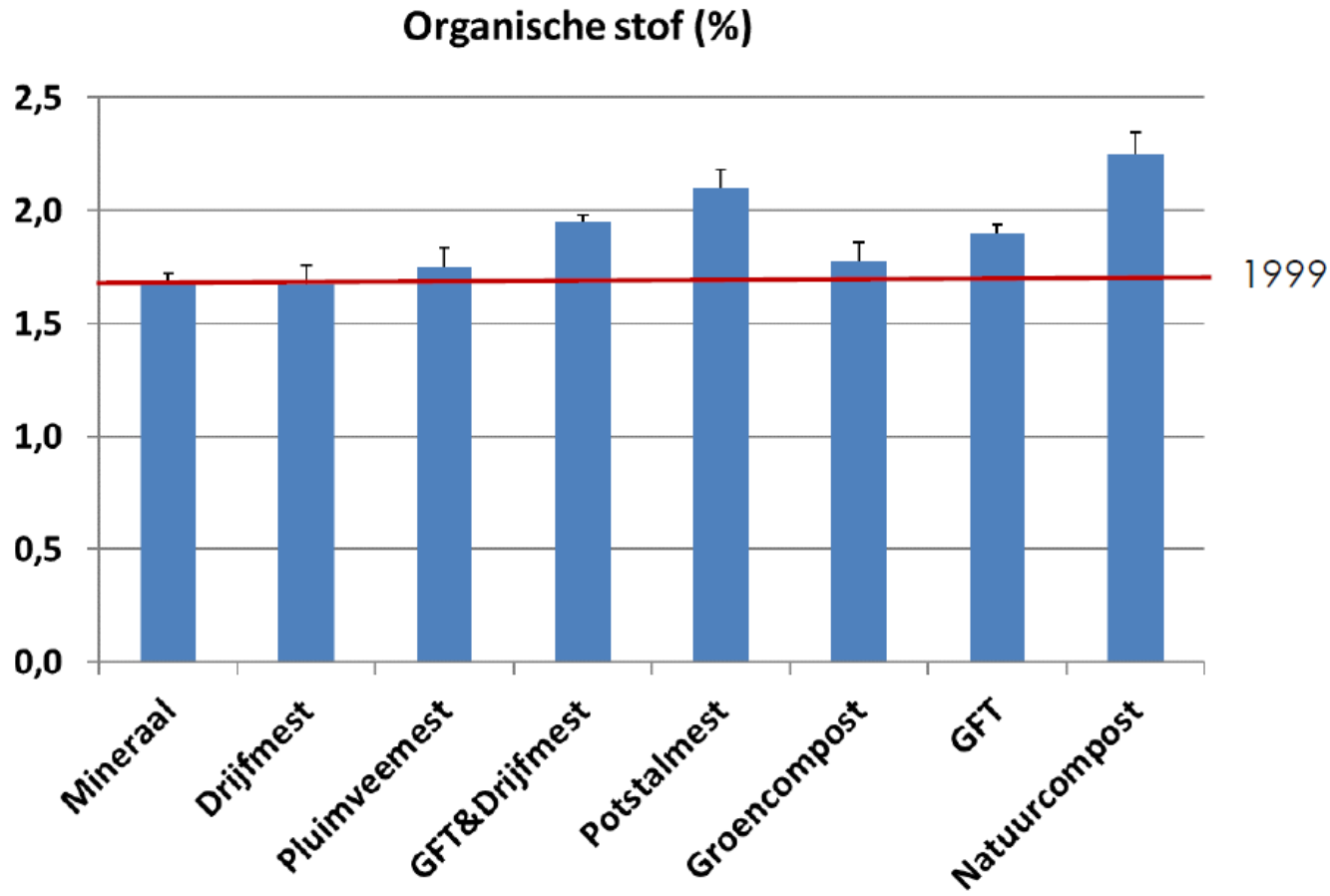
- Gericht op het voeden van het gewas: minerale mest en drijfmest
- Zowel gericht op het voeden van het gewas als opbouw van de bodem: vaste dierlijke mest
- Gericht op bodemopbouw: plantaardige composten

Behandeling	Strategie
Mineraal	Plant
Drijfmest	Plant
Pluimveemest	Bodem&Plant
GFT&Drijfmest	Bodem&Plant
Potstalment	Bodem&Plant
Groencompost	Bodem
GFT	Bodem
Natuurcompost	Bodem

# Ontwikkeling van de relatieve opbrengsten (overgenomen van: C. Koopmans, 2018)



# Organische stof na 17 jaar (overgenomen van: C. Koopmans, 2018)





# Conclusies Mest Als Kans (Lelystad)

- Na 17 jaar beste resultaat, gelet op opbrengst en bodemkwaliteit, met bemesting gericht op zowel voeden van het gewas als opbouw van de bodem: potstalmest, en GFT-compost + drijfmest
- Grootste toename bodemorganische-stof:
  - natuurcompost: +41%
  - potstalmest: +31%
  - GFT-compost + drijfmest: +22%

*C. Koopmans, 2018*

# Pauze

# Organische stofbalans: zelf aan de slag

- Tabellenboekje
- Eerste pagina: voorbeeld
- Groepen maken
- 1 case per groep
- Uitwerken 1 rotatie op 1 perceel
- 30 minuten uitwerken
- Centraal bespreken:
  - Bespreken rotatie
  - Bevindingen & overwegingen

# Huishoudelijke mededelingen

- 2019:
  - 3<sup>e</sup> masterclass
  - Demonstratieactiviteiten

# Derde masterclass – januari 2019



- Marjolijne Hanegraaf
- Organische stof & bodemleven
- Afbraak van organische stof

# Huishoudelijke mededelingen

- 2019:
  - 3<sup>e</sup> masterclass
  - Demonstratieactiviteiten:
    - Onderwerpen
    - Centrale 'biovelddag'
    - Satellietbedrijven



Hartelijk dank  
voor uw  
aandacht!

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life