



BEREKENEN VAN STIKSTOF-EFFICIËNTIE DIE REKENING HOUDT MET BODEMVRUCHTBAARHEID



N-efficiëntie beter bekeken

Onze huidige akkerbouwsystemen zijn slechts matig efficiënt in het gebruik van stikstof die wordt toegediend. Wereldwijd is deze efficiëntie ongeveer 50% (Bouwman et al., 2005). In Nederland ligt deze, net als in een aantal buurlanden, net wat hoger, zo rond de 60% (CBS Mineralenbalans, 2023; Quemada et al., 2020). Stikstof-efficiëntie wordt daarbij berekend met aanvoer van stikstof en afvoer in geogste producten. Het moet een graadmeter zijn voor de hoeveelheid toegediende stikstof die achter blijft op een perceel en die mogelijk kan uitspoelen met milieuschade als gevolg.

Toch is hierbij voor akkerbouwsystemen een belangrijke kanttekening te plaatsen. Niet alle stikstof die niet in producten wordt afgevoerd, gaat verloren. Een deel hiervan wordt vastgehouden in de bodem, bv. in de vorm van organisch materiaal (gewasresten, etc.). Bovendien is niet alle stikstof die door een gewas wordt opgenomen direct afkomstig uit meststoffen. Met andere woorden: er is meer aan de hand. Om hiermee rekening te kunnen houden bij de mesttoediening is er een nauwkeurigere manier van rekenen nodig.

Binnen de PPS Beter Bodembeheer WP2B over OS, N-en P werden balansen van deze nutriënten voor meer dan 40 gewasrotaties berekend. Dit is gedaan met behulp van het NDICEA-model. Dit rekenmodel bevat aanvoer uit mest, depositie, stikstofbinding en mineralisatie. Ook berekent het gewasopname (ook van groenbemesters), afvoer van producten, vervluchtiging en uitspoeling.

De berekeningen lieten zien dat de klassieke berekening van stikstof-efficiëntie geen inzicht biedt in de effecten van maatregelen om stikstof in een akkerbouwsysteem te behouden (bv. door gewasresten achter te laten of groenbemesters in te zetten), en ook geen rekening houdt met meerjarige veranderingen in bodemvoorraad. Maar alleen het vergelijken van uitspoeling van de systemen gaf eveneens geen inzicht. Daarom werd een andere manier van het berekenen van de stikstof-efficiëntie voorgesteld. De verandering in de bodemvoorraad wordt hierbij meegenomen. Dat dit inderdaad een waardevolle manier is om naar stikstof-efficiëntie te kijken, zullen we illustreren met een vergelijking van de standaard

ploegen en NKG-behandelingen in de systeemproef BASIS, gelegen op kleigrond bij Lelystad

De twee manieren om stikstof-efficiëntie te berekenen

De standaard berekening van N-efficiëntie in de akkerbouw is: afgevoerde stikstof in een product gedeeld door aangevoerde stikstof in mest. In deze benadering worden drie aanvoerposten genegeerd: N-depositie (in Nederland 20-50 kg ha⁻¹ jr⁻¹, www.rivm.nl), N in zaad- en pootgoed (gemiddeld enkele kilo's) en N-binding door leguminosen (kan sterk variëren). Een veel gebruikte benadering is om een overschot op de N-balans te beschouwen als risico op verlies. Deze zienswijze gaat echter voorbij aan de verandering van stikstof in de bodemvoorraad. Als deze N toeneemt, gaat deze niet verloren, maar kan in vervolgjaren beschikbaar komen voor het gewas. Andersom is een netto achteruitgang in stikstof een extra verliespost. De mineralenbalans van NDICEA biedt zicht op al deze processen.

In deze factsheet vergelijken we de standaard manier om de N-efficiëntie te berekenen met een tweede manier die de verandering van N in de bodem op rotatieniveau (dus voor een meerjarige vruchtwisseling) meeneemt.

- Standaard: N-efficiëntie (1): $\frac{\text{afvoer in product}}{\text{(aanvoer mest + depositie + zaadgoed)}}$
- Met bodemverandering: N-efficiëntie (2): $\frac{\text{afvoer in product + bodemverandering}}{\text{(aanvoer mest + depositie + zaadgoed)}}$

Om de waarde van deze manier van berekenen te laten zien, nemen we een behandeling in de BASIS systeemproef in Lelystad als uitgangspunt. We vergelijken behandelingen met ploegen als standaard grondbewerking en met minimale grondbewerking (NKG), beiden in het gangbare deel van de proef en met 12 jaar looptijd. NKG en ploegen vertonen in veel proeven weinig significante verschillen in meetwaarden.



BEREKENEN
VAN STIKSTOF
EFFICIËNTIE
DIE REKENING
HOUDT MET
BODEMVRUCHT-
BAARHEID



Dit maakt het lastig om zicht te krijgen op de toegevoegde waarde van NKG. Toch toont de BASIS proef wel een aantal interessante zaken zoals beschreven in Wesselink et al. (2022). NKG werkte goed in teelten van suikerbiet, aardappel, graan en zaaiui, met opbrengsten vergelijkbaar met ploegen. Voor peen lag de opbrengst lager. De organische stof neemt toe bij NKG, maar de koolstofvoorraad is (nog) niet significant verschillend tussen de behandelingen. Wel is er een toename in totale stikstof te zien bij NKG. Dit laatste kunnen we met de modelbodemberekeningen verder kwantificeren.

In de bodem hangen organische stof en stikstof met elkaar samen. Verandering in de dynamiek van organische stof heeft dan ook direct invloed op de dynamiek van stikstof. Het NDICEA-model rekent aan de dynamiek van beide. Met dit model is binnen de PPS Beter Bodembeheer WP2B gerekend aan balansen van stikstof en koolstof in de verschillende behandelingen in de BASIS systeemproof. Input in het model waren de toegediende hoeveelheid mest en de hoeveelheid van het geogste product. Voor NKG rekent het model met verminderde bodemafbraak. Dit is in overeenstemming met de trend (Wesselink et al., 2022). Ook de N-mineraal metingen in de objecten lagen dicht genoeg bij de berekeningen. De modelberekening kan dus worden gezien als redelijk betrouwbaar.

Tabel 1 toont het resultaat van de berekeningen. We zien hierin een verschil tussen de twee behandelingen in de BASIS systeemproof, NKG en ploegen.

Er mineraliseert bij NKG jaarlijks minder stikstof (56 vs. 70 kg N/ha/jaar in de afgelopen 12 jaar). Ook komt er net wat meer stikstof in de organische stof terecht bij NKG (40 vs. 32 kg N/ha/jaar). Aanvoer in bemesting, stikstofbinding, depositie en afvoer in geogste producten lagen echter heel dicht bij elkaar. Als we dan naar de stikstof-efficiëntie van de systemen kijken, zien we bij de standaard manier van rekenen een behoorlijk efficiënt systeem, met nauwelijks verschil tussen beide grondbewerkingsvarianten. Echter, nemen we de bodemverandering in stikstof mee in de berekening, dan zien we dat het NKG-systeem behoorlijk wat hoger in efficiëntie zit.



Tabel 1 | Berekeningen van NDICEA aan de BASIS NKG en ploegen behandeling.

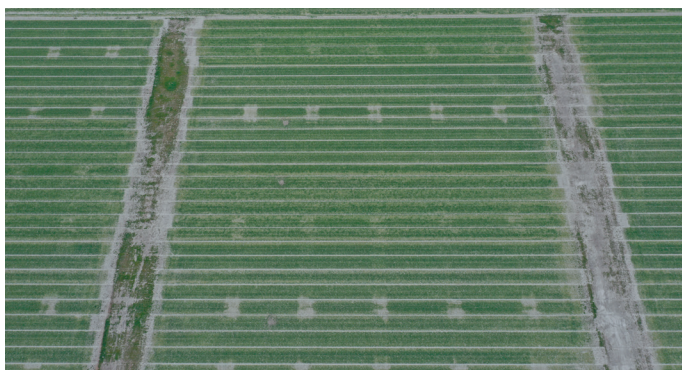
	Proefveld / behandeling	
	BASIS ploegen	BASIS NKG
Organische stof dynamiek		
Organische stof gehalte (%)	3.2	3.2
Afbraak van organische stof uit de bodem (kg/ha/jaar)	1729	1415
N die hieruit vrijkomt (kg N/ha/jaar)	70	56
N in organische stof teruggebouwd (kg N/ha/jaar)	32	40
Netto toe of afname van N in bodem (kg N/ha/jaar)	-39	-16
Aan en afvoer van N		
Aanvoer N (mest, plantgoed) (kg N/ha/jaar)	108	107
Stikstofbinding (kg N/ha/jaar)	5	8
Depositie (kg N/ha/jaar)	25	25
Afvoer met producten (kg N/a/jaar)	103	106
N efficiëntie		
Standaard N efficiëntie van aanvoer en afvoer (%)	74	75
N efficiëntie met bodemverandering (%)	46	64

BEREKENEN
VAN STIKSTOF
EFFICIËNTIE
DIE REKENING
HOUDT MET
BODEMVRUCHT-
BAARHEID

BETER
BODEMBEHEER

Conclusies/aanbevelingen:

- Houd rekening met de verandering in bodemvoorraad-N bij het uitdrukken van de N-efficiëntie.
- Houd in volgende jaren rekening met meer of minder N-mineralisatie als gevolg van de verandering in de N-bodemvoorraad.



Literatuur:

Bouwman, A.F., Van Drecht, G., Van der Hoek, K.W. (2005). Global and regional surface nitrogen balances in intensive agricultural production systems for the period 1970-2030. *Pedosphere* 15, 137-155.

CBS statline (2023). Mineralenbalans landbouw (gedownload op 21082023).

Quemada, M., Lassaletta, L., Jensen, L. S., Godinot, O., Brentrup, F., Buckley, C., et al. (2020). Exploring nitrogen indicators of farm performance among farm types across several European case studies. *Agricultural Systems*, 177, 102689.

Wesselink, M., van Balen, D., Dekkers, M.F. (2022). 12 jaar kennis uit BASIS. PPS Beter Bodembeheer, Wageningen Universiteit & Research. **570418 (wur.nl)**

Concrete adviezen voor OS-, N-, P-balansen

Maak de organische stofbalans ook eens over de gehele vruchtwisseling in plaats van per jaar of per perceel.

Zorg voor regelmatige toediening van gevarieerde organische stof.

Externe OS-aanvoer (o.a. compost en vaste mest) heeft gevolgen voor de plaatsingsruimte van N en P; interne OS-aanvoer niet. Zoek naar meer mogelijkheden voor interne OS aanvoer door gewasresten en groenbemesters.

Stikstofefficiëntie = gewasopname + bodemopbouw. Houd bij regelmatige toevoer van externe organische stof in de volgende jaren rekening met oplopende extra N-mineralisatie.

Fosfaatgift: bij meer dan gemiddelde opbrengst is de onttrekking mogelijk hoger; hou daar bij de bemesting in de volgende jaren rekening mee voor zover wettelijk toegestaan.

Vraag uw adviseur naar deze mogelijkheden, bijv. op basis van NDICEA.

Dit is een screenshot van de animatie over Boer Erik. Het filmpje kun je bekijken op het Youtube-kanaal van WUR Open Teelten. Zie link: <https://www.youtube.com/watch?v=inIvj6u3DOg>

Voor meer informatie | Auteurs | Bart Timmermans | b.timmermans@louisbolk.nl
| Marjoleine Hanegraaf | Marjoleine.hanegraaf@wur.nl
| Geertjan van der Burgt | gjvanderburgt@gmail.com

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH
Louis Bolk
Instituut

