

# Modelinstrumentarium voor groene cirkels

Demonstratiemodel voor verkenning trade-offs duurzaamheidsindicatoren in melkveehouderij en akkerbouw

Tanja de Koeijer, John Helming, Auke Greijdanus, Marc Muller, Pieter Willem Blokland

Augustus 2020



# Aanleiding

---

- Provincie Zuid-Holland is initiator van diverse Groene Cirkels waarin bedrijven, overheden en kennisinstellingen samenwerken aan het verduurzamen van sectoren.
- Een belangrijke vraag is hoe de continuïteit van boerenbedrijven kan worden gewaarborgd indien zij voldoen aan de maatschappelijke wens om meer te verduurzamen.
- In opdracht van de Provincie Zuid-Holland heeft Wageningen Economic Research in beeld gebracht hoe haar modelinstrumentarium deze vraag zou kunnen beantwoorden.
- Dit is gedemonstreerd aan de hand van de modellering van een aantal trade-offs tussen maatschappelijke doelen in de vorm van groene en blauwe diensten en de relatie met mogelijke verdienmodellen.

# Doel en onderzoeksvraag

---

## ■ **Doel:**

Demonstratie mogelijke toepassing bedrijfsmodel dat aangeeft hoe ecologische (bijv. ammoniakemissie en CO<sub>2</sub>-emissie), en economische indicatoren (bijv. inkomen, kosten en opbrengsten) en verdienmodellen (bijv. meerprijs voor extra kwaliteit product en carbon credits) onderling samenhangen.

## ■ **Onderzoeksvraag:**

Op welke wijze kan het model discussies tussen agro-industrie, overheden en boeren ten aanzien van duurzaamheid (economisch en ecologisch) en verdienvermogen (via agrarische producten en/of maatschappelijke diensten) faciliteren?

## ■ **Afbakening:**

- Het schetsen van een breed spectrum van mogelijkheden die het model biedt om discussies over verduurzaming en verdienmodellen te ondersteunen.
- **Het doel is dus vooralsnog niet het schetsen van zo nauwkeurig mogelijke resultaten.**

# Aanpak

---

Een algemene beschrijving van het bedrijfseconomisch model.

Presentatie mogelijkheden van het model voor de melkveehouderij- en de akkerbouwsector aan de hand van een aantal scenarioberekeningen.

De voorbeeldberekeningen zijn gemaakt voor een representatief veenweidebedrijf en een representatief akkerbouwbedrijf op klei.

# Bedrijfseconomisch model

---

- De analyses zijn uitgevoerd met het optimalisatiemodel Farmdyn (bron: Britz et al., 2016).
- Het model maximaliseert de winst op jaarbasis gegeven:
  - de mogelijke productieactiviteiten op het bedrijf zoals:
    - melkproductie, teelt gewassen, veevoeraankoop etc.
  - de beperkingen op het bedrijf zoals:
    - type bedrijf: #koeien, grondsoort, areaal, gewassen, voedereisen
    - beleid: mestwetgeving, GLB
  - prijzen voor aan- en verkoop producten en productiemiddelen
  - de randvoorwaarden van doorgerekende scenario's

Britz, W., B. Lengers, T. Kuhn and D. Schäfer (2016): A highly detailed template model for dynamic optimization of farms. Institute for Food and Resource Economics, Bonn, Germany.

# Invoergegevens in het model

---

- Prijzen van aankoop producten en/of diensten zoals
  - kunstmest, dierlijke mest, veevoer, vreemde arbeid, machines, etc.
- Prijzen van verkoop producten en/of diensten zoals
  - gewasproducten, melk, vlees, natuurbeheer, dierlijke mest, carbon credits (vergoeding voor reductie CO<sub>2</sub>) etc.
- Opbrengst per ha, melkproductie per koe
- Nutriëntengehalte voer, benodigde bemesting
- Nutriëntengehalte en omvang geproduceerde mest
- Beschikbare arbeid en benodigde arbeid per activiteit en periode

Zie voor details: De Koeijer et al., 2018 Wageningen Economic Research rapport no. 2018-058.

---

# Resultaten van het model

---

- Arealen per gewas
- In- en outputs in zowel fysieke als economische eenheden bijvoorbeeld:
  - per ha gewas: bijv. grasopbrengst in kg ds en kg kunstmest
  - per bedrijf: bijv. mestproductie in N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, inkomsten uit gewasproducten, melk enz., kunstmestkosten, voederrantsoen
- Milieu en natuurindicatoren als:
  - areaal en inkomsten natuurbeheer
  - CO<sub>2</sub>-vastlegging en carbon credits
  - Nutriëntenbalans
  - Emissies naar lucht en bodem
- Winst per bedrijf, winst per ha, etc.

Zie voor details: De Koeijer et al., 2018 Wageningen Economic Research rapport no. 2018-058

# Voorbeeld toepassing veenweidebedrijf

---

## Doel:

- Breng trade-offs en mogelijke verdienmodellen in beeld voor een representatief veenweidebedrijf waarbij de effecten op inkomen en overige duurzaamheidsindicatoren worden berekend bij een verandering in:
  - het slootwaterpeil
  - de emissie van ammoniak
  - het areaal kruidenrijk grasland
- Om de inkomenseffecten te compenseren wordt nagegaan wat:
  - de minimale meeropbrengst van melk moet zijn
  - de minimale prijs van carbon credits moet zijn
  - de minimale meeropbrengst van melk in combinatie met carbon credits moet zijn.



# Aanpak

---

- Clustering alle melkveebedrijven in de Landbouwtelling (CBS, 2018) tot 5 representatieve bedrijven.
- Binnen een cluster zijn de bedrijven opgenomen die het meest op elkaar lijken wat betreft bedrijfsgrootte, intensiteit, grondsoort en gewassen.
- Kenmerken veenweidebedrijf structuurdata (CBS, 2018):
  - 50 ha
  - 87 melkkoeien
  - 100% grasland
- Melkgift per koe (Bedrijveninformatienet, 2017):
  - 8.661 kg meetmelk/jaar
- Het bedrijf is representatief voor 17% van de melkveebedrijven en 16% van het areaal op melkveebedrijven.

# Scenario's

---

- Slootwaterpeil in verband met tegengaan bodemdaling
  - 60 cm onder maaiveld zonder drainage
  - 40 cm onder maaiveld met drukdrainage
  - 20 cm onder maaiveld zonder drainage
- Kruidenrijk grasland langs sloten en perceelranden
  - Resp. 0, 10 en 20% van het areaal niet bemesten
- Ammoniakemissie
  - Resp. 0, 20 en 30% reductie
    - Bron: ammoniakemissie per activiteit uit Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM)

**=> 3 x 3 x 3 = 27 scenario's**

# Verdienmodellen

---

Per scenario is berekend wat de minimale vergoeding zou moeten zijn om als verdienmodel een positief inkomenseffect te genereren via:

- Melkprijs (euro/kg meetmelk)
- CO<sub>2</sub> credits (euro/ton CO<sub>2</sub>) met aanvullend vergoeding via melkprijs (euro/kg meetmelk)
  - Bij 60 cm hoog slootwaterpeil zonder drainage bedraagt de bodemdaling 1,7 cm per jaar. De CO<sub>2</sub>-emissie is dan 38 ton/ha.
  - Bij 20 cm hoog slootwaterpeil zonder drainage bedraagt de bodemdaling 1,2 cm per jaar. De reductie van CO<sub>2</sub>-emissie bedraagt dan t.o.v. slootwaterpeil 60 cm: 10,8 ton/ha
  - Bij 40 cm hoog slootwaterpeil met drukdrainage bedraagt de bodemdaling 0,2 cm/jaar. De reductie van CO<sub>2</sub>-emissie bedraagt dan t.o.v. slootwaterpeil 60 cm: 32,0 ton/ha.

Bron: Henri Prins, Gertjan Holshof, Idse Hoving, Theo Vogelzang en Nico Polman (2018) Peilverhoging op veenweidegronden; Effecten van peilverhoging op broeikasgasemissies en financiële resultaten Lelystad, september 2018, Wageningen University & Research.

# Uitgangspunten

Slotwaterpeil onder maaiveld	Waterpeil onder maaiveld			
	20 cm	40 cm	60 cm	85 cm
<b>Investeringskosten</b> (euro/ha) <sup>2</sup>	-	5000		
<b>Levensduur van investering</b> (# jaren) <sup>2</sup>		20		
<b>Gebruiks/onderhoudskosten</b> (euro/ha/jaar) <sup>2</sup>		325		
<b>Jaarkosten</b> (euro/ha) <sup>7</sup>		725		
<b>Opbrengstderving gras</b> (%) (kg ds/ha/jaar) <sup>1</sup>	64	87	96	100 <sup>4</sup>
<b>Ruw eiwit</b> (gr/kg ds) <sup>5</sup>	122	170	194	
<b>Kwaliteit gras</b> (%) <sup>1</sup> (kVEM/kg ds)	89	95	98	100
<b>Extra beweidingsverliezen</b> <sup>1</sup> (%)	22	10	3	0
<b>Opbrengstderving gras kruidenrijk</b> (%) (kg drogestof/ha/jaar) <sup>3, 6</sup>	75	79	87	100

De opbrengstderving bij drukdrainage is gebaseerd op graslandopbrengsten bij 40 cm slotwaterpeil zonder drukdrainage. Hierdoor is mogelijk het opbrengstverlies overschat doordat groeiperiode langer is en er geen watertekort optreedt in droge zomers, maar misschien wel meer vertrappingsverliezen.

<sup>1</sup> Bron: Valuta voor Veen, Prins et al., 2018 (uitgaande van niet-pompgestuurde drainage, dus lagere grondwaterstand in zomer)

<sup>2</sup> onderhoudskosten = 6,5% van investeringskosten Pers. med. Hoving 2020

<sup>3</sup> Hoving et al., 2018 (op basis van rel. droge zomer 2017)

<sup>4</sup> circa 10.000 kg ds per ha bij weiden; circa 11.000 kg ds bij maaien bij gangbare bemesting.

<sup>5</sup> per 25 gr daling gehalte VEM daalt re gehalte met 5 gram (pers med Co Daatselaar, 2020)

<sup>6</sup> tov opbrengst bij 60 cm gangbaar bemest

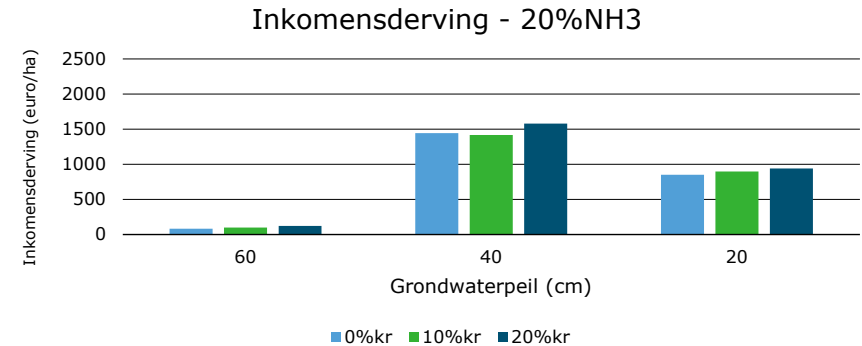
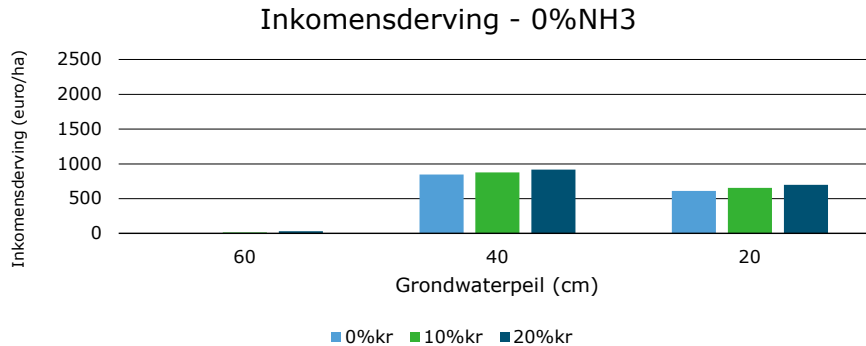
<sup>7</sup> (jaarkosten= afschrijving (5.000/20) + 6% rente x investering x 0,5 (6% x 5.000/0.5) + onderhoudskosten (6.5% x 5.000)

# Belangrijkste aanpassingen in bedrijfsvoering

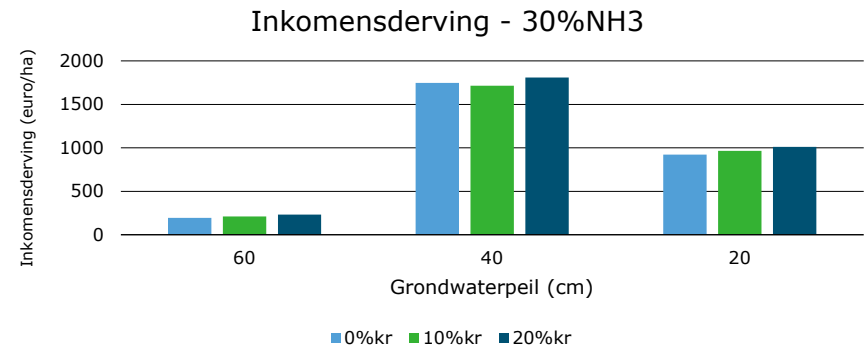
---

- Bij hoger slootwaterpeil zonder beperking ammoniakemissie worden:
  - koeien opgesteld i.v.m. relatief hoge beweidingsverliezen bij hoger waterpeil
- Bij een reductie van de ammoniakemissie wordt
  - zo veel mogelijk beweid
  - minder N-kunstmest gegeven
  - minder dierlijke mest aangewend en dus meer afgevoerd
  - emissiearm aangewend via verdunnen van de mest
  - meer ruwvoer (snijmais) aangekocht; er vindt dus een afwenteling van de verliezen naar elders plaats
- Bij combinatie van ammoniakreductie en drukdrainage wordt grond braak gelegd. Het aantal koeien blijft gelijk, er wordt meer voer aangekocht en meer mest afgevoerd. En dus afwenteling emissie naar elders.

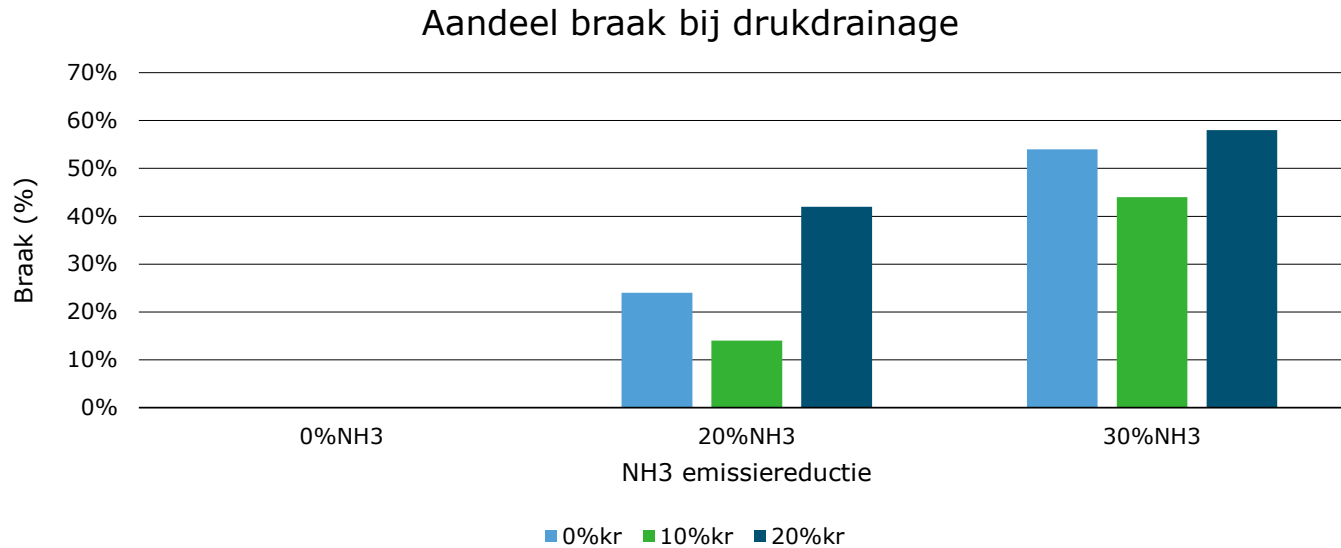
# Resultaten scenario's: inkomensderving



- De inkomenseffecten van 10 of 20% kruidenrijk grasland zijn verwaarloosbaar. Ook in combinatie met andere maatregelen.
- De inkomensderving bij een grondwaterpeil van 40 cm is als gevolg van de kosten voor drukdrainage aanzienlijk hoger dan die bij 20 cm.
- Een ammoniakreductie in combinatie met een grondwaterpeil van 60 cm is relatief goedkoop, de combinatie van de maatregelen maakt het duur aangezien een hoger waterpeil vraagt om meer opstallen terwijl dat juist leidt tot grotere ammoniakemissie (zie sheet 16).



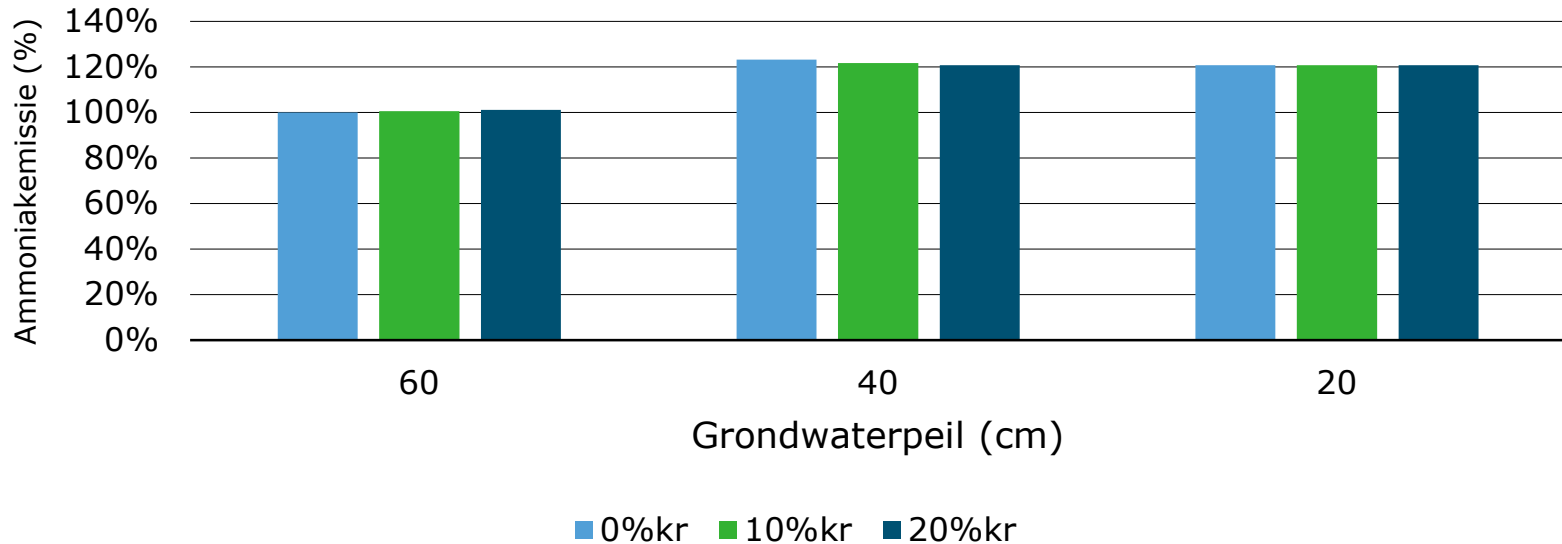
# Braakliggende grond bij drukdrainage



- De kosten van drukdrainage wegen voor een deel van het areaal niet op tegen de voeropbrengsten van dit areaal (gebaseerd op gewone drainage) als ook de ammoniakemissie moet worden gereduceerd. In dat geval is het bedrijfseconomisch aantrekkelijker om meer voer aan te kopen en meer mest af te voeren zodat op bedrijfsniveau wordt voldaan aan de reductie van de ammoniakemissie en er op het braakliggende areaal geen kosten voor drukdrainage hoeven te worden gemaakt.
- Deze opmerkelijke keuze hangt samen met de wijze van modellering waarbij wel de kosten voor drukdrainage in het model waren opgenomen maar niet de eventuele opbrengsten voor carbon credits. Indien deze opbrengsten in de praktijk daadwerkelijk mogelijk zijn, zullen de economische afwegingen anders zijn. Afhankelijk van de prijs voor carbon credits zal dan minder of in het geheel geen grond worden braakgelegd.

# Ammoniakemissie

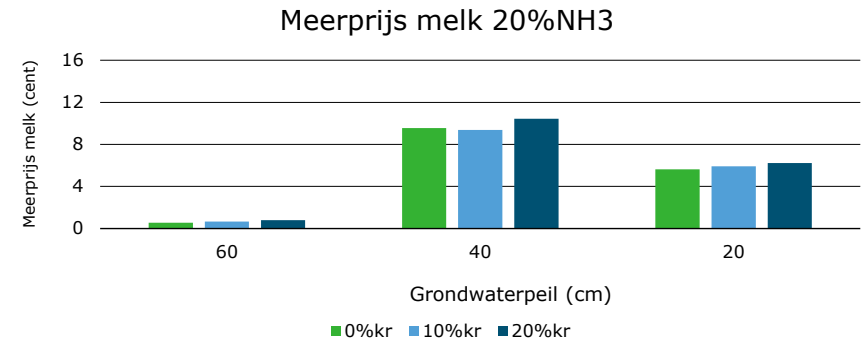
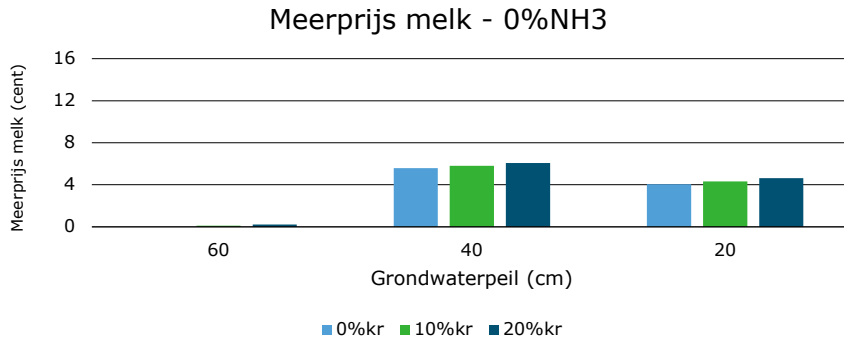
## Ammoniakemissie - 0%NH<sub>3</sub>



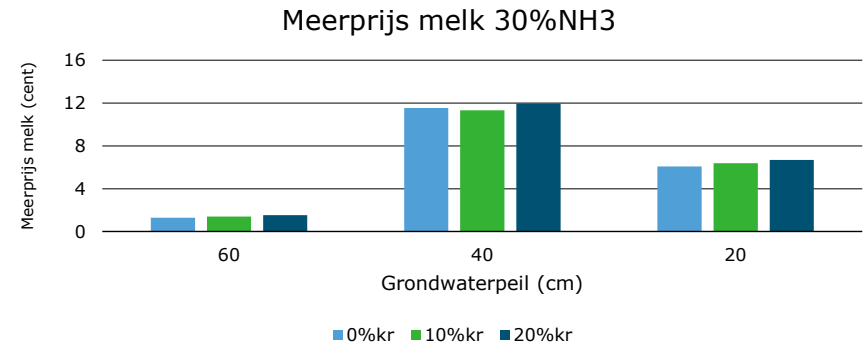
- In de scenario's zonder beperking van de ammoniakemissie neemt de ammoniakemissie toe doordat de koeien worden opgesteld om zo de hoge beweidingsverliezen als gevolg van hogere grondwaterstanden te ontlopen.
- Reductie van ammoniakemissie en verhoging grondwaterpeil geven geen win-winsituatie doordat enerzijds koeien opgesteld zouden moeten worden om beweidingsverliezen te voorkomen en anderzijds juist moeten weiden om ammoniakemissie te beperken.



# Verdienmodellen: via meerprijs voor melk



- Berekend is met hoeveel cent de melkprijs minimaal zou moeten toenemen om de inkomstendering als gevolg van de extra restricties te compenseren.
- Een ammoniakreductie van respectievelijk 20 en 30% resulteert in een benodigde meerprijs van circa 1 tot 2 cent per kg melk. De inpassing van 10 of 20% kruidenrijk grasland heeft nagenoeg geen kostenverhogend effect. Een hoger waterpeil heeft dat wel. Bij een slotwaterpeil van 40 cm in combinatie met drukdrainage zou bij een reductie van de ammoniakemissie van respectievelijk 0, 20 en 30% de melk circa 6, 10 en 12 cent per kg melk meer moeten opleveren.
- Bij een slotwaterpeil van 20 cm (zonder drukdrainage) is dit circa 4, 6 en 6 cent/kg. Bij dit slotwaterpeil maakt het niet uit of er 20 of 30% ammoniakemissie moet worden gereduceerd.



# Verdienmodellen: via kosten carbon credits met aanvulling via melkprijs I

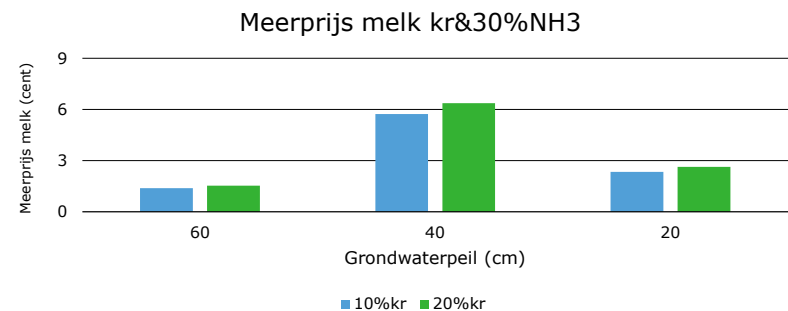
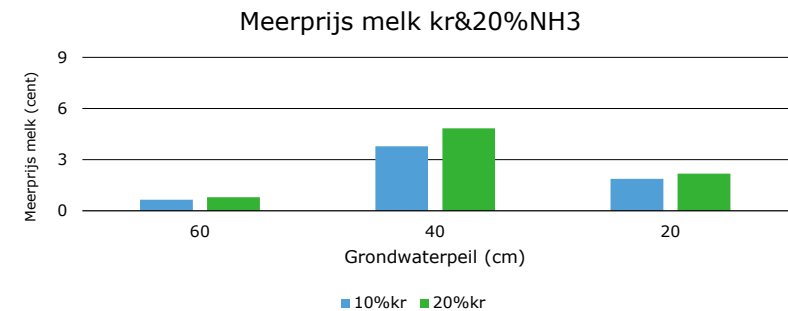
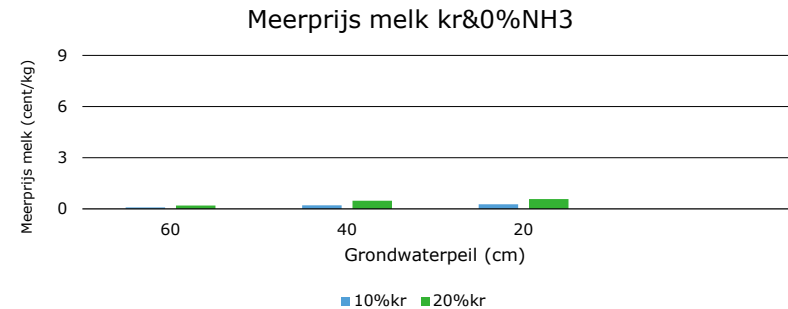
- Voor scenario's met alleen aanpassing van het waterpeil is de inkomstenderving volledig toegerekend aan de benodigde carbon credits voor inkomenscompensatie.
- Hier komt het positieve effect van drukdrainage naar voren.
- Door een meer gelijkmatig grondwaterpeil vindt minder afbraak van organische stof plaats en dit genereert dus relatief veel carbon credits.

Slootwaterpeilverhoging (cm)	Inkomsten-derving (euro/ha)	Carbon credits (ton/ha)	Minimumprijs carbon credits (euro/ton)
<b>60 naar 40 cm</b>	846	32,0	26
<b>60 naar 20 cm</b>	612	10,8	57

- In deze analyse is berekend wat de minimale prijs voor carbon credits moet zijn indien de kostenderving als gevolg van een hoger waterpeil volledig wordt toegerekend aan de vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van het hogere waterpeil. Hierbij zijn geen restricties met betrekking tot kruidenrijk grasland en de reductie van de ammoniakemissie meegenomen aangezien deze geen (direct) effect hebben op de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie.
- De minimaal benodigde prijs voor vastlegging CO<sub>2</sub> bedraagt 57 euro per ton bij een verhoging van het slootwaterpeil van 60 naar 20 cm onder maaiveld. Bij een slootwaterpeilverhoging tot 40 cm in combinatie met drukdrainage is de omvang van de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie aanzienlijk groter doordat de grondwaterstand in de zomer op het niveau van 40 cm wordt gehouden waar deze bij normale drainage ver onder het slootwaterpeil zakt.

# Verdienmodellen: via kosten carbon credits met aanvulling via melkprijs II

- Als naast een verhoging van het waterpeil waarvoor de inkomstenderving volledig wordt vergoed door carbon credits (zie sheet 18) ook restricties worden gesteld aan de minimale hoeveelheid kruidenrijk grasland en de minimale reductie van de ammoniakemissie zijn er extra inkomstendervingen.
- In bijgaande analyse is berekend met hoeveel de melkprijs minimaal zou moeten toenemen om deze extra inkomstendervingen te compenseren naast de compensatie die wordt verkregen voor de carbon credits als compensatie voor het opzetten van het waterpeil waardoor een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie optreedt.
- De minimaal benodigde meerprijs voor de melk om de resterende inkomstenderving als gevolg van de reductie van de ammoniakemissie en het realiseren van meer kruidenrijk grasland te compenseren bedraagt voor waterpeilen van 40 en 20 cm bij een reductie van de ammoniakemissie van 20% circa 4 en 2 cent en bij 30% circa 6 en 2 cent per kg melk respectievelijk. Het effect op het inkomen van 10 of 20% kruidenrijkgrasland is relatief klein.



# Conclusies veenweidebedrijf

---

- Een verhoging van het slootwaterpeil leidt tot hogere kosten voor ammoniakreductie. Het inkomenseffect van 10-20% kruidenrijk grasland is verwaarloosbaar.
- De kosten van drukdrainage kunnen via carbon credits à 26 euro/ton worden gecompenseerd. Indien de investering slechts 3.500 euro zou bedragen, zou de minimaal benodigde vergoeding 20 euro/ton bedragen.
- Afhankelijk van het scenario vindt er enerzijds een intensivering per hectare voedergewas plaats door koeien op te stallen en voer aan te kopen en anderzijds een extensivering plaats door grond braak te leggen.
- Dit gaat gepaard met afwentelingen naar elders door grotere afvoer van mest en meer aankoop van voer.

# Discussie veenweidebedrijf

---

- De berekende kosten van drukdrainage zijn mogelijk overschat:
  - de investeringskosten kunnen mogelijk 3.500 tot 4.000 i.p.v. 5.000 euro/ha bedragen.
  - de ingeschatte opbrengstderving is gebaseerd op de opbrengstverliezen bij 40 cm slotwaterpeil. Mogelijk zijn hierdoor de opbrengstverliezen overschat.
- In de modelberekeningen waren opties voor aanpassing van het areaal en/of het aantal koeien niet toegestaan. Afhankelijk van het scenario kan een andere bedrijfsgrootte/-intensiteit economisch aantrekkelijk zijn.
- Met name in de scenario's met ammoniakreductie zijn niet alle mogelijke aanpassingen in de bedrijfsvoering meegenomen, zoals bijvoorbeeld:
  - verlaging hoeveelheid N in de mest via veevoeraanpassingen,
  - minder jongvee aanhouden,
  - stalaanpassingen.

# Vervolgfragen veenweidebedrijven

---

- Het effect van het slootwaterpeil op de grasopbrengst en op de bodemdaling en de bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissie is gebaseerd op een analyse voor het Friese veenweidegebied. Dit kan voor het westelijk veenweidegebied anders liggen. Daarom is nadere analyse van de effecten op de grasopbrengsten en de bodemdaling en bijbehorende CO<sub>2</sub>-vastlegging gewenst.
- Vervolgfragen zijn:
  - Wat is het effect van bedrijfsomvang en intensiteit en/of aan- en verkoop van grond en koeien op de berekende inkomensderving en minimaal benodigde meerprijs?
  - Wat zijn opties voor combinaties met andere verdienmodellen zoals natuurbeheer en/of zonneweides?
  - Wat zijn de effecten voor de totale emissie van broeikasgassen en niet alleen die van CO<sub>2</sub>?
  - Welke randvoorwaarden ten aanzien van opstallen, mestafvoer en voeraankoop zijn van belang?

# Voorbeeld toepassing akkerbouwbedrijf

---

## Doel:

- De effecten van de prijs voor carbon credits op:
  - de vastlegging van CO<sub>2</sub>
  - de aanpassingen in de bedrijfsvoering
  - het inkomen.
  
- Scenario's
  - Oplopende prijs (euro/ton) voor carbon credits van: 20, 30, 40, 50, 100, 200 en 300.

# Aanpak

---

Clustering alle akkerbouwbedrijven in de Landbouwtelling (CBS, 2017) tot 7 representatieve bedrijven.

Binnen cluster die bedrijven die meest op elkaar lijken wat betreft bedrijfsgrootte, grondsoort en gewassen.

Het cluster akkerbouwbedrijven met consumptieaardappelen op klei is representatief voor 27% van de akkerbouwbedrijven en 26% van het areaal op akkerbouwbedrijven. De gemiddelde bedrijfsomvang is 55 ha.



# Aanpak (vervolg)

---

- Binnen het cluster akkerbouwbedrijven met consumptieaardappelen op klei vallen 38 bedrijven uit het Bedrijveninformatienet.
- Bedrijfskenmerken van het representatieve akkerbouwbedrijf met consumptieaardappelen op klei is het gemiddelde van bovengenoemde groep bedrijven uit het Informatienet: met name omvang, bouwplan restricties en technisch economische kengetallen als prijzen en opbrengsten per bedrijf.
- Beperkingen in het model:
  - Omvang bedrijf: 60 ha
  - Vruchtwisselingseisen:
    - consumptieaardappelen max 25%, suikerbieten max 15%, uien max 12,5%, graszaad max 10%, wintertarwe max 100%
    - groenbemesting mogelijk na alle gewassen behalve suikerbieten.

# Resultaten I - Gemiddeld optimale bouwplan (ha/bedrijf) per scenario met prijs voor carbon credits (euro/ton CO<sub>2</sub>)

Prijs carbon credit	Winter tarwe	Cons. Aardappelen	Suiker bieten	Uien	Overige gewassen	Groenbemester
<b>0</b>	20	15	9	7	<u>9</u>	10
<b>20</b>	20	15	9	7	<u>9</u>	49
<b>30</b>	20	15	9	7	<u>9</u>	49
<b>40</b>	20	15	9	7	<u>9</u>	49
<b>50</b>	25	15	9	7	<u>3</u>	49
<b>100</b>	27	15	9	7	<u>2</u>	51
<b>200</b>	27	15	9	7	<u>2</u>	51
<b>300</b>	27	15	9	7	<u>2</u>	51

- Onder 40 euro vindt geen verandering plaats in bouwplan. Wel worden meer groenbemesters geteeld.
- Daarboven vindt verschuiving plaats van zomererwten (other crops) naar meer graan.
- Boven 100 euro vindt geen verschuiving meer plaats in het bouwplan: het areaal groenbemester is maximaal.

## Resultaten II - Gemiddelde aanwending organische stof bronnen in optimale bouwplan (ton/bedrijf) per scenario met prijs voor carbon credits (euro/ton CO<sub>2</sub>)

Prijs carbon credit	Runder drijfmest	Varkens drijfmest	Vaste rundermest	Digestaat Runderdrijfmest	Groen compost	Stro
<b>0</b>	242	505				0
<b>20</b>	242	505			102	33
<b>30</b>	242	478			135	33
<b>40</b>	242	347	9	314	135	33
<b>50</b>	242	347	9	314	135	42
<b>100</b>	242	347	9	314	135	45
<b>200</b>	242	347	9	314	135	45
<b>300</b>	242	347	9	314	135	45

- Varkensdrijfmest wordt vervangen door rundermest (vast en digestaat), er wordt meer compost en stroresten gebruikt.
- Vanaf 20 euro wordt stro verhakfeld, verdere toename afhankelijk van toename areaal graan.

# Resultaten III - Gemiddelde aanvoer organische stof (kg/ha) en inkomenseffect (kE/bedrijf) per scenario

Prijs carbon credit	Aanvoer Organische stof	Inkomenseffect
0	1679	-
20	2852	4,4
30	2931	7,5
40	3153	10,9
50	3336	14,5
100	3407	33,1
200	3407	70,4
300	3407	107,8

Boven 20 euro per ton CO<sub>2</sub> neemt aanvoer organische stof sterk toe. Een verdere verhoging draagt niet veel extra bij.

# Discussie

---

- Er wordt veel groen compost gebruikt. Hierdoor neemt de vraag toe en zal de prijs toenemen waardoor de vraag weer zal afnemen.
- Voor varkensdrijfmest geldt het omgekeerde: de vraag neemt af waardoor de mestprijzen mogelijk nog meer dalen.
- De carbon credits zijn gebaseerd op de brutovastlegging van CO<sub>2</sub>. Er is geen rekening gehouden met een gemiddelde afbraak van 2.000 kg organische stof per ha.

---

# Conclusies akkerbouw

---

- Boven 20 euro per ton CO<sub>2</sub> neemt aanvoer organische stof sterk toe. Een verdere verhoging draagt niet veel extra bij.
  - Stro wordt dan verhakseld.
  - Groene compost wordt aangevoerd.
  - Op 80% areaal wordt groenbemester geteeld.
- Onder 40 euro voor carbon credits vindt geen verandering plaats in bouwplan.
- Boven 40 euro meer graanteelt.

---

# Conclusie modelinstrumentarium

---

- Het bedrijfseconomisch optimalisatiemodel geeft inzicht in:
  - de effecten op duurzaamheidsindicatoren en bijbehorende trade-offs
  - de aanpassingen in de bedrijfsvoering gegeven de randvoorwaarden
  - het effect op het inkomen
  - de minimaal benodigde prijsniveaus van mogelijke verdienmodellen.
- Een groot aantal scenario's/experimenten kan worden doorgerekend, maar vereist vaak aanpassingen in modellering van de randvoorwaarden en de keuzemogelijkheden van ondernemer.
- Uitkomsten verschillen per individueel bedrijf, afhankelijk van de kenmerken van het bedrijf.
- Opschaling naar sector- of gebiedsniveau is mogelijk door sommatie van uitkomsten van individuele bedrijven.

---

# Meer informatie

---

Tanja de Koeijer

[tanja.dekoeijer@wur.nl](mailto:tanja.dekoeijer@wur.nl)

+31 (0)317 485 756

[www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research)

Wageningen Economic Research  
2020-029

Projectcode 2282700495

Dit onderzoek is uitgevoerd door  
Wageningen Economic Research in  
opdracht van en gefinancierd door  
Provincie Zuid-Holland.

Fotografie: Shutterstock

