

# BETER SYSTEEM VOOR BEPALEN WATERSCHADE

Een nieuw instrument voor het bepalen van schade bij landbouwgewassen als gevolg van te veel water, te weinig water of te veel zout: hoe moet dat er uitzien? En kan zo'n instrument bruikbaar zijn voor het doorrekenen van klimaatscenario's? De *Waterwijzer Landbouw* moet het antwoord worden op deze vragen.

Het functioneren van planten wordt bepaald door de beschikbaarheid van zonne-energie, CO<sub>2</sub>, water, zuurstof, zout en nutriënten in de bodem. Planten proberen altijd voldoende water en zuurstof uit de bodem op te nemen voor maximale groei. Als de beschikbaarheid van water (te droog) of zuurstof (te nat) in de wortelzone onvoldoende is om aan hun vraag te voldoen, zullen planten respectievelijk droogte- of zuurstofstress ondergaan. Als de zoutconcentratie in het bodemvocht te hoog is, zal de wateropname afnemen.

Het klimaat verandert en het weer wordt grilliger. De consequentie is dat bestaande instrumenten niet meer toereikend zijn om vast te stellen wat de directe effecten voor de opbrengst van gewassen zijn bij te droge, te natte of te zoute omstandigheden in de wortelzone. Verschillende gebruikersgroepen, zoals waterschappen, provincies, drinkwaterbedrijven en Rijkswaterstaat, hebben daarom behoefte aan een klimaatbestendig instrument dat droogteschade, natschade én zoutschade voor landbouwgewassen kan vaststellen.

De *Waterwijzer Landbouw* moet dat nieuwe instrument worden. Een instrument dat op basis van verschillende weersomstandigheden kan rekenen en dat bovendien geschikt is voor het doorrekenen van klimaatscenario's. Het instrument wordt gebaseerd op de kennis die op dit gebied momenteel beschikbaar is en het moet vooral praktisch goed hanteerbaar zijn. Voor de landbouw is van belang dat de effecten uitgedrukt worden in werkelijke veranderingen in de opbrengst van gewassen en ook wat dit bedrijfseconomisch betekent.

## AUTEURS



Mirjam Hack-ten Broeke en Joop Kroes  
(Alterra Wageningen UR)



Ruud Bartholomeus  
(KWR Watercycle  
Research Institute)

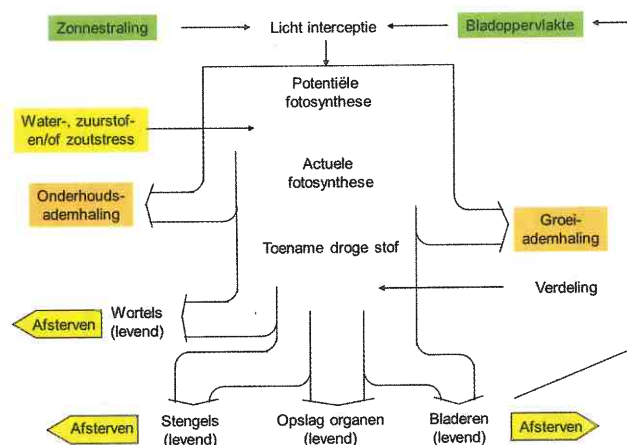
Jos van Dam  
(Wageningen  
Universiteit)



Jan van Bakel  
(De Bakelse Stroom)

Bepaling  
waterschade  
landbouw-  
gewassen

# 43



Stroomschema van gewasgroeiprocessen in WOFOST

Het project Waterwijzer Landbouw heeft intussen enkele producten opgeleverd waarmee een deel van de centrale vraag kan worden beantwoord. Het agrohydrologisch simulatiemodel SWAP vormt samen met het gewasgroei simulatiemodel WOFOST in deze methode de kern voor het berekenen van gewasopbrengsten als functie van bodemvochtcondities. Op basis van deze specialistische modellen worden ook praktisch toepasbare schadefuncties afgeleid. In dit artikel gaan we in op de bruikbaarheid van het gekoppelde modelinstrumentarium en geven we een doorkijkje naar de toepassingsmogelijkheden. Daarbij wordt ook bekeken of het mogelijk is de tot nu toe gebruikte methoden voor de berekening van landbouwschade als gevolg van veranderingen in de hydrologie te vervangen door één nieuwe.

Schade aan gewassen ontstaat enerzijds door ingrepen in de waterhuishouding en het effect op de gewasverdamping (de zogeheten *directe* effecten), anderzijds door *indirecte* effecten, deels als gevolg van bedrijfsvoering van de landgebruiker. Denk bijvoorbeeld aan bewerkbaarheidsproblemen, verminderde gewaskwaliteit of schade aan de bodemstructuur. In dit artikel besteden we aandacht aan de eerste categorie; de indirecte effecten komen in een latere fase van het onderzoek aan bod.

### Achtergrond

Het Nederlandse waterbeheer kent vanuit het verleden verschillende methoden voor het kwantificeren van landbouwschade.

Zo gebruiken waterschappen de zogeheten HELP-tabellen, waaruit op basis van informatie over bodemprofiel, grondwaterstand en type gewas de mate van opbrengstderving kan worden afgelezen. De HELP-

tabellen zijn ontwikkeld om in landinrichtingsprojecten effecten van waterhuishoudkundige maatregelen op de opbrengst van landbouwgewassen vast te stellen en geven gemiddelde schades over vele jaren weer.

Voor het berekenen van tegenvallende opbrengsten als gevolg van permanente grondwaterwinningen gebruikt de AdviesCommissie Schade Grondwater (ACSG) de TCGB-tabellen. Deze tabellen lijken op de HELP-tabellen, maar geven een gedetailleerder inzicht in de opbrengstderving en zijn alleen geldig voor grasland op zandgronden.

Deze veelgebruikte tabellen zijn echter verouderd. Zo is de bepaling van nat- en droogteschade met de HELP-tabellen gebaseerd op verouderde meteorologische gegevens en ervaringen uit de landbouwpraktijk van vroeger. De tabellen geven alleen een beeld van gemiddelde schades over een langere periode, terwijl er behoefte is aan informatie over de variatie van de schade in de tijd als gevolg van wisselende weersomstandigheden.

Een ander punt is dat nat- en droogteschade wel in de tabellen is verwerkt, maar zoutschade niet.

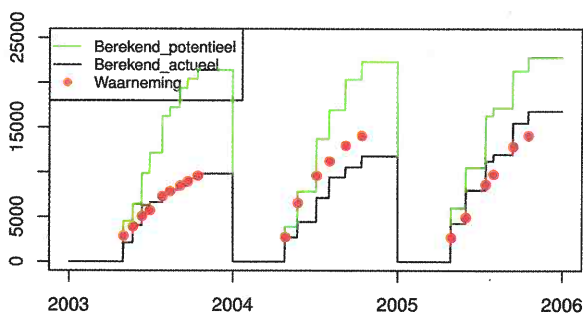
De HELP- en TCGB-tabellen zijn daarom ongeschikt voor toepassing in het huidige klimaat, dat in de nabije toekomst nog grilliger zal worden. Er is behoefte aan een verbeterde bepaling van landbouwschade, zoals ook wordt betoogd in het Kennisprogramma Deltaproof van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) en in een eerder uitgevoerde inventarisatie naar de behoefte om de HELP-tabellen te vervangen.

Zodoende is onder auspiciën van STOWA een breed draagvlak gerealiseerd voor het ontwikkelen van een methodiek voor het bepalen van landbouwschade als gevolg van agrohydrologische omstandigheden, gebaseerd op het agrohydrologische model SWAP en het gewasgroei model WOFOST. Daarmee kunnen ook klimaatscenario's worden doorgerekend en klimaatbestendige schaderelaties worden verkregen.

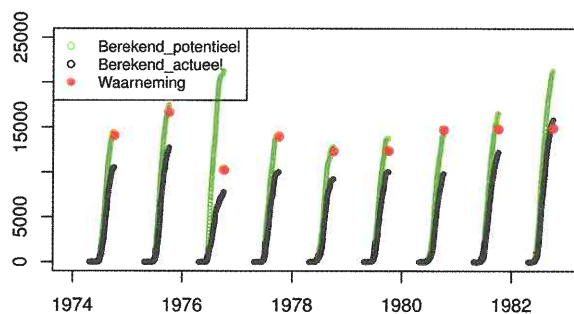
### Aanpak en resultaten

Het project Waterwijzer Landbouw bestaat uit verschillende fasen.

Opbrengst grasland per snede (kg/ha droge stof)



Opbrengst snijmaïs (kg/ha droge stof)



Voorbeeldberekening van SWAP-WOFOST voor gras (linker figuur, veldexperiment met meerdere snedes in Zegveld) en snijmaïs (rechter figuur, veldexperiment in Cranendonck). In beide figuren zijn de gemeten opbrengsten weergegeven met rode bolletjes en drie lijnen voor respectievelijk de berekende potentiële, exploitierbare en actuele opbrengst

In fase 1 is toegewerkt naar een operationeel instrument op basis van SWAP om droogteschade, natschade en zoutschade te berekenen. Dit is gebeurd voor gras en aardappel en de berekeningen resulteren in een direct effect op de gewasverdamping.

Fase 2, uitgevoerd in 2013 en 2014, heeft geresulteerd in een koppeling van het agrohydrologische model SWAP met het gewasgroeimodel WOFOST tot een operationeel en getoetst simulatiemodel voor gras, aardappel en snijmaïs, waarmee naast de reductie van gewasverdamping ook de reductie van de gewasopbrengst kan worden berekend.

Het model SWAP (*Soil-Water-Atmosphere-Plant*) is een veel gebruikt model, dat in eerste instantie is opgezet voor het bepalen van de actuele verdamping als functie van meteorologische gegevens, gecombineerd met gewas- en bodemgegevens.

Het model doet berekeningen voor het zogeheten *topstysteem*, ofwel het onverzadigde en verzadigde bovenste deel van de bodem, waar de interactie tussen grond- en oppervlaktewater op perceelschaal van belang is. Zo worden met het model SWAP het transport van water, opgeloste stoffen en de bodemtemperatuur berekend voor dit topsysteem.

In het model WOFOST (*World Food Studies*) wordt de potentiële gewasopbrengst berekend als functie van het  $\text{CO}_2$ -gehalte, de zonnestraling, de temperatuur en de gewaskenmerken. Vervolgens bepaalt de beschikbaarheid van water de gewasproductie; alle andere factoren (nutriënten bijvoorbeeld) zijn optimaal aanwezig. De basis voor de berekening is het bladoppervlak en de inkomende zonnestraling.

Daaruit wordt berekend hoeveel licht en  $\text{CO}_2$  wordt

onderschept en potentieel wordt omgezet via fotosynthese. De actuele fotosynthese wordt vervolgens berekend door de potentiële fotosynthese te reduceren voor beperkte beschikbaarheid van vocht voor verdamping, zuurstoftekort of te hoge zoutconcentraties.

Dit zegt veel over de groei van gewassen. Een deel van de energie die door fotosynthese beschikbaar komt, wordt gebruikt voor onderhoudsademhaling en groeiademhaling. Het resterende deel wordt omgezet in droge stof, dat afhankelijk van temperatuur en het ontwikkelingsstadium van het gewas wordt verdeeld over de verschillende onderdelen van het gewas: wortels, stengels, bladeren en opslagorganen.

Het model SWAP rekent *stand alone* met een zogenoemd statisch gewas met elk jaar eenzelfde aanname over gewasontwikkeling en dus vaste waarden voor de bladoppervlakte en wortels.

De koppeling van SWAP met WOFOST betekent dat de dynamiek van gewasgroei kan worden meegenomen. Dit levert een realistischer gewasontwikkeling op, die elk jaar anders is als gevolg van meteorologie en hydrologie. Daarmee creëren we voor de berekeningen met SWAP een realistischer gewasdynamiek aan de bovenrand van het bodemprofiel en eveneens een realistische dynamische ontwikkeling van de worteldiepte. De koppeling SWAP-WOFOST levert dus een directe berekening op van landbouwopbrengstschade.

Bij het doorrekenen van klimaatscenario's kan met behulp van SWAP-WOFOST rekening worden gehouden met de invloed van extreme weersomstandigheden, zoals hoge neerslagintensiteiten, langdurige

Bepaling  
waterschade  
landbouw-  
gewassen

droogte, stijging van CO<sub>2</sub> en sterk veranderende temperaturen. Ook kan rekening worden gehouden met verschillende fotosynthese-systemen van gewassen. De figuren op de vorige pagina geven een voorbeeld van het type berekeningen dat met SWAP-WOFOST gedaan kan worden. De getoonde grafieken geven ook de overeenkomst met gemeten gewasopbrengsten.

#### Van model naar praktische tool

Om het model SWAP-WOFOST te kunnen toepassen is specialistische kennis vereist, terwijl het juist de wens is een eenvoudig toepasbare methode te krijgen voor het kwantificeren van landbouwschade.

Op basis van gedetailleerde SWAP-WOFOST-simulaties kunnen echter eenvoudige relaties tussen grondwaterkarakteristieken en een tegenvallende opbrengst worden afgeleid, die eenvoudig, zonder verdere tussenkomst van de modellen, toepasbaar zijn. Zulke relaties vergemakkelijken de vertaling van waterhuishoudkundige condities naar tegenvallende opbrengsten omdat voor de toepassing van die relaties geen SWAP-WOFOST-simulaties meer nodig zijn. Grondwaterstanden, die algemeen gemeten of gemodelleerd worden, kunnen dan via de eenvoudige relaties vertaald worden naar opbrengsten. Het afleiden van deze relaties bespaart dus een hoop rekenwerk voor de gebruiker. Het principe voor het afleiden van deze 'metarelaties' is al eerder uitgevoerd; zo zijn ook de HELP-tabellen en TCGB-tabellen feitelijk voorbeelden van eenvoudige relaties. Op dit moment wordt hard gewerkt aan de totstandkoming van die eenvoudige relaties voor gras en snijmaïs.

Waterwijzer Landbouw levert dus de mogelijkheid om het gekoppelde SWAP-WOFOST te gebruiken voor:

- berekeningen van gewasopbrengst als functie van hydrologie, waarmee inzicht ontstaat in variatie tussen en ook binnen jaren, in extreme gebeurtenissen, in directe effecten op gewasopbrengst als gevolg van droogte-, zout- en natschade voor gras, snijmaïs en aardappelen voor huidig weer en voor klimaatprojecties;
- een 'maatwerk'-berekening gebruikmakend van beschikbare gegevens uit het gebied voor vraagstukken rond gebiedsinrichting of peilbeheer.

De gerealiseerde koppeling van SWAP en WOFOST binnen Waterwijzer Landbouw om gewasopbrengsten in te schatten levert een reproduceerbaar en verifieerbaar systeem op. En daarmee is dit een waardevol instrument voor het objectief bepalen van schades en het sturen op maatregelen gericht op het ingrijpen in de waterhuishouding.

Mirjam Hack-ten Broeke

*(Alterra Wageningen UR)*

Ruud Bartholomeus

*(KWR Watercycle Research Institute)*

Joop Kroes

*(Alterra Wageningen UR)*

Jos van Dam

*(Wageningen Universiteit)*

Jan van Bakel

*(De Bakelse Stroom)*

#### SAMENVATTING

Verschillende gebruikersgroepen, zoals waterschappen, provincies, drinkwaterbedrijven en Rijkswaterstaat, hebben behoefte aan een nieuw instrument dat droogteschade, natschade én zoutschade voor landbouwgewassen kan vaststellen. Zo'n instrument wordt in samenwerking tussen verschillende partijen (onder auspiciën van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer – STOWA) ontwikkeld in het kader van het project *Waterwijzer Landbouw*. Belangrijk is dat het instrument voor verschillende weersomstandigheden kan rekenen en ook geschikt is voor het doorrekenen van klimaatscenario's. Het project heeft intussen enkele producten opgeleverd, zoals een combinatie van het agrohydrologische model SWAP en het gewasgroeimodel WOFOST. Hiermee is het mogelijk berekeningen te maken van gewasopbrengst als functie van hydrologie, waarmee inzicht ontstaat in variatie tussen en ook binnen jaren, in extreme gebeurtenissen, in directe effecten op gewasopbrengst als gevolg van droogte-, zout- en natschade voor gras, snijmaïs en aardappelen voor huidig weer en voor klimaatscenario's. Dit instrument, waarvan een gebruiksvriendelijke variant wordt ontwikkeld, betekent een sprong vooruit.