

# Landsdekkende vergelijking van de droogteschade en natschade volgens de HELP-tabel en de WWL-tabel

JAN VAN BAKEL & JACCO HOOGEWOUD

*De Waterwijzer Landbouw (WWL) is een recent ontwikkeld instrument waarmee de gevolgen van veranderingen in het grondwaterstandsverloop, door ingrepen in de waterhuishouding, op de verandering in droogte- en natschade en daarmee op de veranderingen in landbouwkundige opbrengsten kunnen worden gekwantificeerd. Het instrument is ontwikkeld als vervanger van de HELP-tabel. Het is van belang aan te geven wat de gevolgen hiervan zijn om te kunnen beslissen of overgaan naar de producten van het WWL-instrument een goede keuze is. Dit artikel beschrijft de resultaten van een landsdekkende vergelijking tussen HELP en de WWL (versie 4.0.0) en eindigt met de conclusie dat de resultaten van de WWL niet plausibel worden geacht.*

Artikel

## Inleiding

De HELP-tabel (Werkgroep HELP-tabel, 1987) en de TCGB-tabel (Bouwman, 1990) waren of zijn de geijkte methoden om bij een gegeven grondwaterstandsverloop en bodemtype de opbrengstdepressie van landbouwgewassen door vochttekort en wateroverlast te bepalen. De vertaling van deze procentuele opbrengstdepressies naar euro's per ha noemen we droogte- en natschade. HELP is een acroniem voor Herziening Evaluatie LandinrichtingsProjecten; TCGB voor Technische Commissie GrondwaterBeheer. De HELP-tabel is toepasbaar in landelijke en regionale studies; de TCGB-tabel is speciaal ontwikkeld voor de bepaling van de droogte- en natschade door grondwateronttrekkingen op perceelsniveau (schadevlakken) en is alleen voor gras op zandgronden berekend. De TCGB-tabel wordt door de AdviesCommissie Schade Grondwater (ACSG) gebruikt voor schaderegelingen als gevolg van grondwateronttrekkingen door waterleidingbedrijven en industrie. Voor de berekening van de droogteschade in de HELP-tabel en de TCGB-tabel is wel hetzelfde agrohydrologische model (MUST; LD-versie LAMOS; De Laat (1985)) toegepast.

Om verschillende redenen zijn de HELP- en TCGB-tabel aan vervanging toe (Van Bakel en Eertwegh, 2001; Van Bakel en Heijkers, 2004). Hiervoor is een nieuwe methodiek ontwikkeld waarmee de opbrengstdepressies door vochttekort en natte omstandigheden kunnen worden berekend: de WaterWijzer Landbouw (WWL). De daarmee geproduceerde en raadpleegbare huidige versie 4.0.0 van de 'tabel' is de in dit artikel aangeduid als de WWL-tabel, waarmee de droogte- en natschade kunnen worden bepaald als functie van de grondwaterstands-karakteristieken GHG en GLG. De WWL-tabel zal naar verwachting de HELP- en

TCGB-tabel, op termijn, gaan vervangen. Het is daarom van groot belang de resultaten van de WWL-tabel te vergelijken met de resultaten gebaseerd op de HELP-tabel. Dit is op regionale schaal uitgevoerd, zie onder andere diverse presentaties op de tweede WWL-gebruikersmiddag van 13 februari 2020 (waterwijzerlandbouw.wur.nl). Maar een landsdekkende vergelijking is tot nu toe niet uitgevoerd. Omdat vervanging van de TCGB-tabel door de WWL-tabel grote consequenties kan hebben voor de uit te keren schade door grondwateronttrekkingen is in opdracht van Droogteschade.nl een landsdekkende vergelijking uitgevoerd (Van Bakel en Hoogewoud, 2020). Dit artikel is hierop gebaseerd.

## Enige achtergronden

Landbouwgewassen nemen voor hun verdamping met hun wortels water op uit de bodem. Voor een optimale groei mag de verdamping niet worden gereduceerd door te natte of te droge omstandigheden in de wortelzone. De niet door te natte of te droge omstandigheden wortelzone gereduceerde verdamping noemen we potentiële verdamping. Gemiddeld genomen is in Nederland gedurende het groeiseizoen (zomerhalfjaar: 1 april - 30 september) de potentiële verdamping hoger dan de neerslag. We noemen dat een verdampingsoverschot. Een verdampingsoverschot kan worden aangevuld door in te teren op de vochtvoorraad in de wortelzone en/of door aanvoer van water vanuit de ondergrond, via capillaire opstijging. Maar ook kan via beregening of bevoeiing water aan de wortelzone worden toegevoegd.

Het vochtleverend vermogen van een standplaats is afhankelijk van het vochtleverend vermogen van de wortelzone en de capillaire naleveringsmogelijkheden vanuit de ondergrond. Deze laatste is mede afhankelijk van het grondwaterstandsverloop. Dit verloop kan worden gekarakteriseerd met de zogenoemde GHG, GVG en GLG (gezamenlijk aangeduid als GXG). De GHG en GLG worden ook gebruikt om de grondwatertrappen te definiëren. Zie verder Ritzema e.a., 2012.

Voor een specifiek gewas groeiend op een specifieke, in bodemfysische termen gedefinieerde, bodemeenheid is met een agrohydrologisch model zoals SWAP (Kroes e.a., 2017) over een meteoreeks van 30 jaar de langjarig gemiddelde potentiële en actuele gewasverdamping te berekenen. De reductie van de gewasverdamping wordt veroorzaakt door te droge, te natte of te zoute groeiomstandigheden in de wortelzone. Door koppeling met een gewasgroeimodel zoals WOFOST (Van Diepen e.a., 1989) is de potentiële en actuele gewasopbrengst in kilogram droge stof per hectare te bepalen, en daarmee de reductie in procenten van de potentiële opbrengst. Deze reductie is op te splitsen in directe droogteschade (verminderde wateropname door de wortels als gevolg van te hoge negatieve drukhoogtes ten opzichte van de atmosferisch, bij uitdroging of bij te veel zout) en directe natschade (verminderde wateropname door de wortels als gevolg van te weinig zuurstof in de wortelzone). Daarnaast kan ook opbrengstreductie optreden doordat bijvoorbeeld de graszode door langdurig te droge omstandigheden versneld in kwaliteit achteruit gaat of doordat het gewas door te natte omstandigheden niet kan worden geoogst. Dit noemen we indirecte droogte- en natschade. In de WWL-tabel is alle droogteschade directe droogteschade. De natschade in de WWL-tabel is opgesplitst naar directe en indirecte schade. Bij de totstandkoming van de HELP-tabel (en de TCGB-tabel)

is destijds alleen rekening gehouden met directe droogteschade en indirecte natschade. De droogteschades in beide tabellen zijn dus vergelijkbaar, maar de natschade niet. Daarom vergelijken we de natschades van de HELP-tabel met zowel de gesommeerde natschade (direct plus indirect) als de indirecte natschade van de WWL-tabel. Tabel 1 vat de voor de vergelijking relevante verschillen samen.

Tabel 1 Droogte- en natschade bij grasland in HELP en WWL (ET is evapotranspiratie, Y is gewasopbrengst, subscripten pot en act staan voor potentieel respectievelijk actueel).

	HELP	WWL
Directe droogteschade	LAMOS berekent ET <sub>pot</sub> en ET <sub>act</sub> ; opbrengstdepressie is: $(Y_{pot} - Y_{act}) / Y_{pot} * 100\%$ ; $Y_{act} = Y_{pot} - (ET_{pot} - ET_{act}) * \text{meeropbrengst per mm water}$ (die niet-lineair afhangt van $Y_{pot}$ )	SWAP-WOFOST berekent $Y_{pot}$ en $Y_{act}$ ; opbrengstdepressie is: $(Y_{pot} - Y_{act}) / Y_{pot} * 100\%$
Indirecte droogteschade	Niet opgenomen	Niet opgenomen Wel beperkt literatuuronderzoek (Van Bakel en Hoving, 2017)
Directe natschade	Niet opgenomen	Aparte zuurstofstressmodule in SWAP-WOFOST
Indirecte natschade	Op basis van veld- en modelkennis anno 1987	Op basis van hernieuwde inventarisatie (Van Bakel en Hoving, 2017)

Door Nederland op te delen in een beperkt aantal bodemfysische eenheden zoals de BOFEK2012-eenheden (Wösten e.a., 2013) en landbouwgewassen is voor elke combinatie de droogte- en natschade berekend als functie van de GXG en als tabel voor toepassing beschikbaar als HELP-tabel en WWL-tabel.

De achtergronden van de HELP-tabel staan beschreven in Werkgroep HELP-tabel (1987) en die van de WWL-tabel in Mulder e.a. (2018).

## Material en methoden

In het kader van het onderzoek naar droogteschade als gevolg van grondwaterwinningen door waterleidingbedrijven is landsdekkend met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) het grondwaterstandsverloop berekend gedurende de periode 1998-2006 voor twee situaties (Van Bakel en Hoogewoud, 2019): 1) 'huidige situatie', waarbij de grondwaterstanden zijn berekend met de drinkwaterwinningen 'aan' en 2) 'winningen uit', waarbij de grondwaterstanden zijn berekend met de drinkwaterwinningen 'uit'. Het landbouwkundig grondgebruik is ontleend aan de LandGebruikskartering Nederland (LGN).

De daarvan afgeleide GXG's per gridcel met vollegrondslandbouw zijn gebruikt als input voor zowel de HELP-tabel als de WWL-tabel en zijn dus voor beide benaderingen gelijk. Ook het gewas is voor beide tabellen gelijk gehouden: overal grasland.

Voor de schematisatie van de bodemfysische eigenschappen was gelijkschakeling niet mogelijk. Voor de HELP-tabel is de schematisatie van de bodemkaart van het LHM gebruikt (De Vries, 2008). Deze bodemkaart bestaat inmiddels uit 363 eenheden en wordt door AGRICOM (Mulder en Veldhuizen, 2017) vertaald

naar de 72 HELP-bodemtypes. Voor het toepassen van de WWL-tabel is gebruik gemaakt van de BOFEK2012-kaart. Deze kaart bestaat ook uit 72 eenheden en is verrasterd naar 250 m gridcellen.

Voor de HELP-tabel is destijds gebruik gemaakt van de meteorologische reeks 1950-1980; bij de WWL-tabel is uitgegaan van de meteorologische reeks 1980-2010.

WWL 2.0.0 bestaat uit verschillende producten. Wij hebben in deze studie de WWL-tabel vergeleken met de HELP-tabel. De WWL-tabel behorende bij WWL 2.0.0 heeft versie nummer 4.0.0 mee gekregen. Naast de WWL-tabel bestaat er ook nog de WWL-maatwerk toepassing (werkt met GXG's afgerond op 5 cm en geeft vrijheid in de te kiezen verdampingsstations) en de WWL-regionaal toepassing (werkt met grondwaterstandsreeksen in plaats van GXG's).

### Resultaten 'huidige situatie'

De resultaten worden per BOFEK-hoofdbodemtype beschreven, te weten:

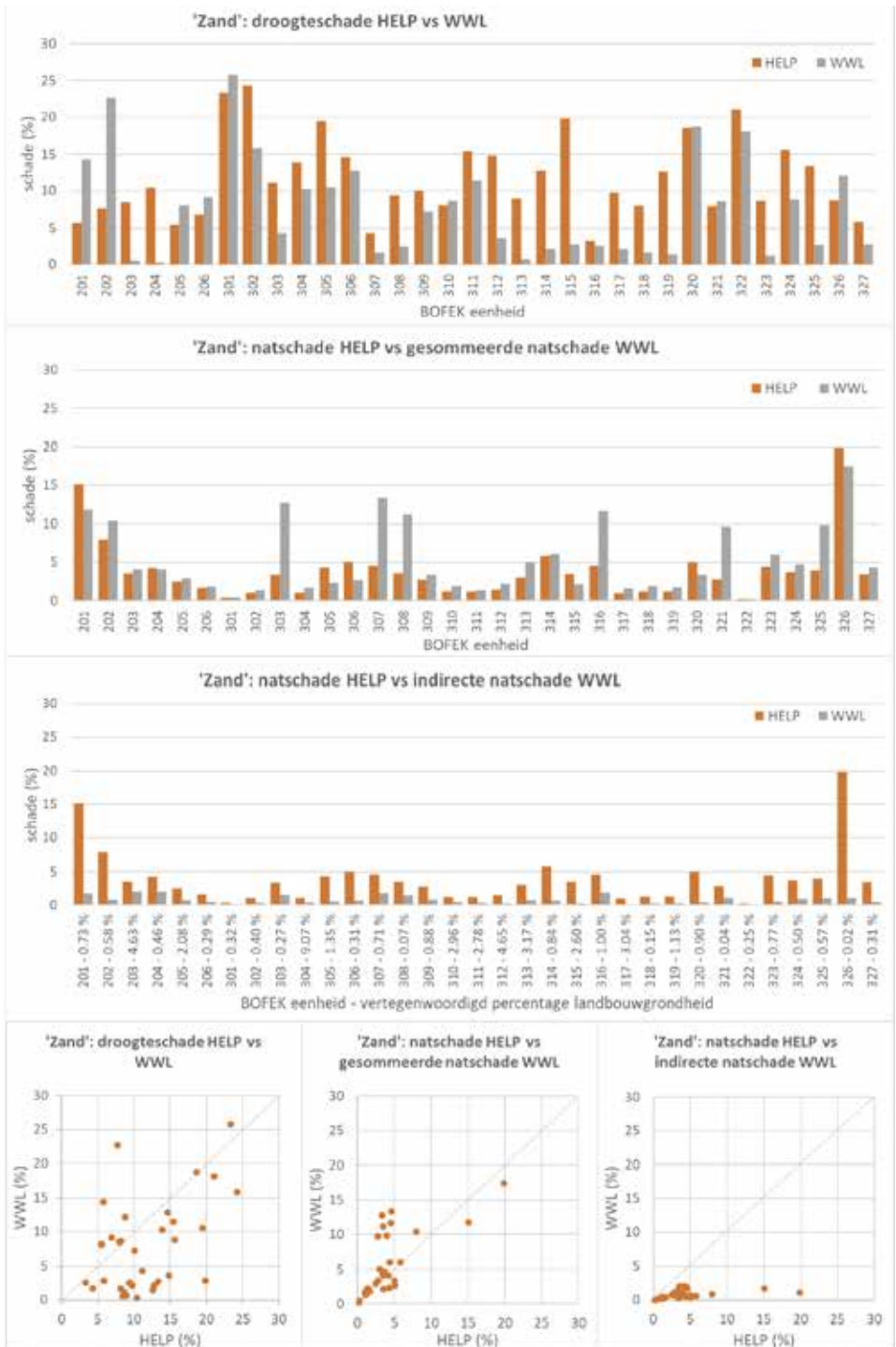
- veengronden, zowel hoog- als laagveengronden, 10 BOFEK2012-eenheden;
- moerige gronden en zandgronden, 32 BOFEK2012-eenheden;
- kleigronden (inclusief zavelgronden), 22 BOFEK2012-eenheden;
- leemgronden.

De verbreiding van veen- en kleigronden valt redelijk samen met het holocene deel van Nederland dat overwegend niet vrij afwaterend (bemalen) is en waar op niet al te grote diepte het grondwater zout kan zijn. De verbreiding van de moerige gronden en zandgronden valt redelijk samen met het vrij afwaterende pleistocene deel van Nederland, waar de meeste grondwateronttrekkingen zijn gesitueerd. De leemgronden komen vooral voor in Zuid-Limburg waar het LHM vrijwel alleen zeer diepe grondwaterstanden berekent en worden in dit artikel niet verder behandeld.

In Afbeelding 1 zijn voor de 32 BOFEK-eenheden die als moerige grond of als zandgrond zijn te typeren de droogteschade van HELP en WWL en de natschade van HELP en zowel de gesommeerde als enkel de indirecte natschade van WWL als staafdiagram weergegeven. Elke staaf is daarmee het gemiddelde van meerdere gridcellen van het LHM met dezelfde bodemfysische eigenschappen maar wel verschillende GHG en GLG. Per staafdiagram is die informatie ook in de vorm van een scatterplot weergegeven.

Voor de meeste eenheden is de overeenkomst tussen HELP en WWL slecht. Meestal wordt er (veel) te weinig droogteschade berekend door WWL vergeleken met HELP. Verder is de indirecte natschade van WWL aanzienlijk lager dan die van HELP. De gesommeerde natschade in WWL (direct plus indirect) komt gemiddeld genomen (toevallig) wel goed overeen met de (indirecte) natschade van HELP. Voor de meest voorkomende zandgrond (BOFEK-eenheid 304; podzolgrond), waarvoor de nodige analyse is uitgevoerd naar de bodemfysische eigenschappen van de ondergrondbouwstenen (zie het verslag van de tweede WWL-gebruikersmiddag), is de droogteschade berekend met WWL wel ongeveer gelijk aan HELP.

Dergelijke afbeeldingen zijn ook gemaakt voor veen- en kleigronden.



Afbeelding 1 Berekende schades met HELP en WWL 4.0.0, voor de 32 BOFEK2012-moerige gronden en zandgronden. Boven staafdiagrammen en onder dezelfde informatie als scatterplot. Hierin is ook de 1-op-1-lijn weergegeven.

De resultaten per gridcel zijn ook op te schalen naar de opbrengstdepressies per hoofdbodempyten. In Tabel 2 zijn naar oppervlak gewogen opbrengstdepressies per hoofdbodempyten samengevat.

Tabel 2 Naar oppervlak gewogen gemiddelde, berekende droogteschade en natschade uitgedrukt in percentage droge-stofopbrengst.

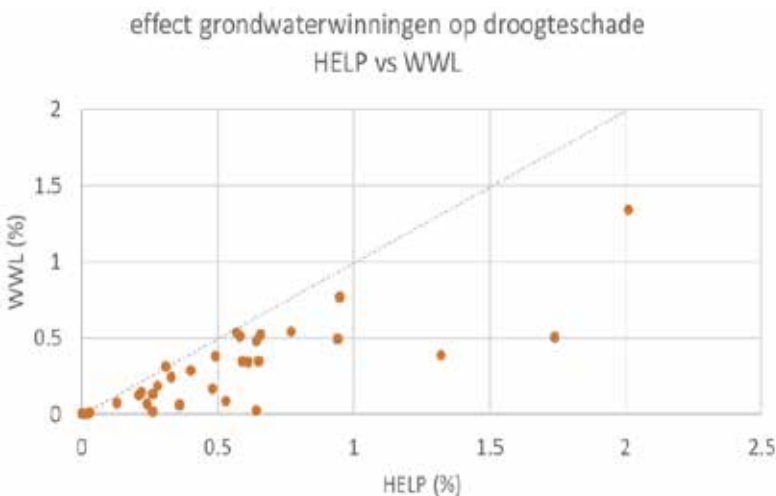
		Veen	'Zand'	Klei
Droogteschade	HELP	5,7	12,1	7,7
	WWL 4.0.0	11,5	6,4	14,8
Natschade	Indirect HELP	11,8	2,6	4,4
	Indirect WWL 4.0.0	2,4	0,7	0,8
	Gesommeerd WWL 4.0.0	12,1	3,3	8,1

De verschillen tussen WWL en HELP zijn groot. Opvallende verschillen zijn:

- de droogteschade bij WWL is bij veen en klei ongeveer 2 maal zo groot als bij HELP, bij zandgronden juist andersom;
- de indirecte natschade bij WWL is bij alle grondsoorten een fractie van de natschade bij HELP.

### Resultaten 'effecten van winningen'

Schadetabellen worden vaak gebruikt om effecten van een ingreep vast te stellen. Voor deze studie hebben we het effect van grondwaterwinningen op de landbouwopbrengsten in Nederland in beeld gebracht met zowel HELP als WWL. Onderliggend is met LHM voor beide situaties de GXG berekend. Het effect van de ingreep op de droogteschade is weergegeven in Afbeelding 2.



Afbeelding 2 Relatie tussen verandering in droogteschade in WWL 4.0.0 uitgezet tegen die in HELP, ten gevolge van alle drinkwaterwinningen in Nederland, per BOFEK2012-eenheid behorende tot de moerige gronden en zandgronden.

Door vergelijking met de 1:1-lijn is te zien dat de verandering in droogteschade als gevolg van de grondwaterwinningen door waterleidingbedrijven berekend

met de WWL-tabel lager is (gemiddeld ongeveer de helft) van die berekend met de HELP-tabel. Voor veengronden en kleigronden zijn de veranderingen in droogteschade gebaseerd op de WWL-tabel en HELP-tabel nog minder vergelijkbaar.

## Bevindingen en conclusie

De meest opvallende bevindingen zijn:

- de WWL-tabel berekent voor veen- en kleigronden meer droogteschade dan voor zandgronden. In de HELP-tabel laten de zandgronden juist de meeste droogteschade zien;
- de indirecte natschade in de WWL-tabel is veel geringer dan bij de HELP-tabel. En ook veel geringer dan berekend met het Waterpas-model (De Vos e.a., 2006), terwijl wel dezelfde kennis over indirecte natschade (zie Van Bakel en Hoving, 2017) aan beide benaderingen ten grondslag ligt;
- voor de gesommeerde natschade in de WWL-tabel is de overeenkomst met de natschade in de HELP-tabel (die alleen de indirecte schade beschrijft) beter. Maar de waarde van die bevinding is beperkt omdat de oorzaken van directe en indirecte natschade geheel verschillend zijn;
- met de met LHM berekende verlaging van de grondwaterstanden, als gevolg van de grondwaterwinningen door waterleidingbedrijven, wordt met de WWL-tabel ongeveer de helft van de droogteschade berekend vergeleken met de HELP-tabel.

De geconstateerde verschillen in droogte- en natschade berekend met HELP en WWL 4.0.0 zijn dus groot. Op basis van algemeen aanvaarde kennis over nat- en droogteschades bij verschillende bodemtypes en met name de verschillen daartussen achten wij de resultaten van de huidige WWL-versie niet plausibel. Met name dat bij de WWL-tabel de droogteschade op zandgronden geringer is dan bij klei- en veengronden en dat de indirecte natschade bij de WWL-tabel (veel) geringer is dan de directe natschade is niet in overeenstemming met de 'werkelijkheid'.

## Discussie

HELP en WWL zijn niet zonder meer met elkaar te vergelijken en komt deels neer op het vergelijken van appels met peren. Op hoofdlijn is onze verwachting wel dat er vergelijkbare antwoorden uit zouden moeten komen. Ook verwachten we dat algemeen geaccepteerde kennis - zoals dat zandgronden droogtegevoeliger zijn dan klei- en veengronden - gereproduceerd wordt door de WWL-tabel. We pleiten er voor dat een volgende WWL-versie bij oplevering landelijk vergeleken wordt met HELP. Het is ons inziens belangrijk om consensus te hebben over de toepasbaarheid van de WWL-tabel, omdat gebruik hiervan verregaande consequenties kan hebben voor alle GGOR-studies en voor het antwoord op de vraag of en wanneer de WWL-tabel de TCGB-tabel (die door de ACSG wordt gebruikt om de verandering in opbrengstdepressies door wateroverlast en vochttekort als gevolg van grondwateronttrekkingen te bepalen) gaat vervangen.

Recent is Stowa-rapport 2021-03 uitgebracht (Mulder e.a., 2021). In Van Bakel en Hoogewoud (2021) is een uitgebreide review opgenomen. Met als belangrijkste bevinding dat de resultaten van de WWL-tabel bij dezelfde GHG en GLG,

en overigens ook gelijke omstandigheden, voor sommige BOFEK-eenheden aanzienlijk kunnen afwijken van de zogenaamde WWL-regionaal toepassing, waarbij het gesimuleerde grondwaterstandsverloop van een regionaal model als onderrand wordt gebruikt (in plaats van een samengestelde drainageweerstand plus een constante kwel of wegzijging zoals bij het genereren van de WWL-tabel). Met als conclusie dat de gebruikte onderrandvoorwaarden voor het genereren van de WWL-tabel aanpassing behoeven omdat ze kunnen resulteren in hydrologisch gezien 'onwerkelijke' grondwaterstandsverlopen.

## Literatuur

- Bouwmans, J.M.M.** (1990) Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. TCGB-Utrecht.
- De Laat, P.J.M.** (1985) Must, a simulation model for unsaturated flow. IIEE-report series no. 16.
- De Vos, J.A., P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving and J.G. Conijn** (2006) Waterpas-model: a predictive tool for water management, agriculture and environment. In: *Agricultural Water management* vol. 86 (1-2): 187-195.
- De Vries, F.** (2008) NHI, deelrapport bodem. Versie: NHI\FASE\_1+\2008\DR11\v. Deltares.
- Kroes, J.G., J.C. van Dam, R.P. Bartholomeus, P. Groenendijk, M. Heinen, R.F.A. Hendriks, H.M. Mulder, I. Supit, P.E.V. van Walsum** (2017) Swap version 4. Theory description and user manual. WUR-WEnR-report 2780.
- Mulder, H.M. en A. A. Veldhuizen** (2017) AGRICOM 2.05, Theorie en handleiding. Alterra-rapport 2576d.
- Mulder, M., M. Hack-ten Broeke, R. Bartholomeus, J. van Dam, M. Heinen, J. van Bakel, D. Walvoort, J. Kroes en I. Hoving** (2018) Waterwijzer Landbouw: instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op landbouwproductie. Stowa-rapport 2018-48.
- Mulder, M., P. Dik, M. Heinen, R. Bartholomeus, J. van Dam en M. Hack-ten Broeke** (2021). Opties binnen Waterwijzer Landbouw in 2020. Van WWL-tabel versie 2.0.0 tot maatwerk met WWL-regionaal. Stowa-rapport 2021-03.
- Ritzema, H.P., G.B.M. Heuvelink, M. Heinen. P.W. Boogaart, F.J.E. van der Bolt, M.J.D. Hack-ten Broeke, T. Hoogland, M. Knotters, H.Th.L. Massop en H.R.J. Vroon** (2012) Meten en interpreteren van grondwaterstanden. Analyse van methodiek en nauwkeurigheid. Alterra-rapport 2345.
- Van Bakel, P.J.T. en G.A.P.H. van den Eertwegh** (2001) Nieuwe mogelijkheden voor vervanging van de HELP-tabel; in: *H<sub>2</sub>O* 18: 31-33.
- Van Bakel, J. en J. Heijkers** (2004) Is de HELP-tabel aan vervanging toe? In: *H<sub>2</sub>O* vol. 37: 8-10.
- Van Bakel, P.J.T. en Idse Hoving** (2017) Kennis over indirecte nat- en droogteschade bij gras en mais voor Waterwijzer Landbouw. STOWA-rapport 2017-WO1.
- Van Bakel, P.J.T. en J.C. Hoogewoud** (2019) De effecten van permanente grondwateronttrekkingen door waterleidingbedrijven voor de landbouw in Nederland.
- Van Bakel P.J.T. en J.C. Hoogewoud** (2020) Landsdekkende vergelijking HELP-methode met WaterWijzer Landbouw (WWL) voor de berekende droogte- en natschade van grasland. In opdracht van DNL.



- Van Bakel P.J.T. en J.C. Hoogewoud** (2021) Review van het WWL-instrumentarium (WWL-tabel 2.0.0 en maatwerktoeepassing), landsdekkende vergelijking WWL met HELP en beoordeling van de geschiktheid voor praktijktoepassingen. In opdracht van DNL.
- Van Diepen, C.A., J. Wolf, H. van Keulen, C. Rappoldt** (1989) WOFOST: a simulation model for crop production; in: *Soil Use and Management* vol. 5 (1): 16-24.
- Werkgroep HELP-tabel** (1987) De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige produktie. Mededelingen Landinrichtingsdienst 176.
- Wösten, H., F. de Vries, T. Hoogland, H. Massop, A. Veldhuizen, H. Vroon, J. Wesseling, J. Heijkers en A. Bollman** (2013) BOFEK2012, de nieuwe, bodemfysische schematisatie van Nederland. Alterra-rapport 2387.

### Summary Comparison of two methods for the effect of changes in groundwater depth on yields of agricultural crops

*Waterwijzer Landbouw (WWL) is a recently developed instrument with which the effects of changes in groundwater depth on drought and waterlogging damage agriculture yields can be quantified. The instrument has been developed as a replacement for the so-called HELP-table. It is applicable to all agricultural crops grown in the open air in the Netherlands. It is of importance to indicate the consequences of this replacement, in order to decide whether or not replacement is a good decision. The article describes the results of a nationwide comparison and concludes that WWL is not plausible yet.*

#### Auteurs

JAN VAN BAKEL  
De Bakelse Stroom  
jan.van.bakel@hetnet.nl

JACCO HOOGEWOUD  
Advies in Water  
jacco.hoogewoud@adviesinwater.nl

