

Validatie van de opbrengstdepressies door vochttekort en wateroverlast volgens de HELP-tabel en de WWL-tabel met opbrengstgegevens van grasland op melkveebedrijven

JAN VAN BAKEL & JACCO HOOGEWOUD

Artikel

De Waterwijzer Landbouw (WWL) is een recent ontwikkeld instrumentarium waarmee de gevolgen van veranderingen in het grondwaterstandsverloop op de verandering in droogte- en natschade en daarmee op de veranderingen in landbouwkundige opbrengsten kunnen worden gekwantificeerd. Een onderdeel van het instrumentarium, de WWL-tabel, wordt gepropageerd als vervanger van de HELP-tabel. Afgelopen jaar heeft Wetenschappelijke Adviescommissie NWM/NHI geadviseerd om de HELP-tabel niet meer toe te passen. Volgens de auteurs is dit voorbarig. De met de WWL-tabel bepaalde droogte- en natschades staan namelijk nog ter discussie. Door alle partijen wordt validatie noodzakelijk geacht. Dit artikel beschrijft de resultaten van een validatie van zowel de HELP-tabel als de WWL-tabel, uitgevoerd met in de praktijk waargenomen opbrengsten van grasland op melkveebedrijven. Met als input de GHG en GLG berekend met zowel het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) als het grondwaterspiegeldieptemodel (GWD).

Inleiding

In een eerder artikel (Van Bakel en Hoogewoud, 2021) hebben wij landsdekkend de opbrengstdepressies door vochttekort en directe en indirecte wateroverlast (aangeduid als droogteschade en natschade) met elkaar vergeleken volgens de HELP-tabel en de WWL-tabel voor grasland. De conclusie was dat de droogteschades zoals bepaald met beide tabellen sterk verschillen en dat de resultaten van de WWL-tabel 'niet plausibel' waren. Dat oordeel was met name gebaseerd op de algemeen aanvaarde kennis dat zandgronden droogtegevoeliger zijn dan kleigronden of veengronden, terwijl WWL een tegenovergesteld beeld liet zien.

Voor dit artikel hebben wij de prestaties van de WWL-tabel en de HELP-tabel vergeleken door de droogte- en natschades van zowel de HELP-tabel als de WWL-tabel te vergelijken met uit praktijkgegevens afgeleide landelijke opbrengstdepressies. Hierdoor komen wij tot een beter gefundeerd oordeel over de relatieve prestaties van de WWL-tabel en de HELP-tabel. De volgende hypothese ligt hieraan ten grondslag:

Door de wet van de grote aantallen is het gemiddelde van in de praktijk optredende opbrengstdepressie van grasland op zand-, klei- en veengronden

een goede maatstaf om de door de HELP-tabel en WWL-tabel berekende opbrengstdepressies door vochttekort en wateroverlast te valideren, mits de in de praktijk optredende grondwaterstanden en of de daarvan af te leiden grondwaterstandskarakteristieken (GXG) systematisch niet afwijken van de grondwaterstandskarakteristieken die worden gebruikt voor de HELP- en WWL-tabel.

De opbrengstdepressies zijn afgeleid van opbrengstgegevens van grasland op melkveebedrijven uit het BedrijvenInformatieNet (BIN). Dit artikel beschrijft de resultaten en geeft een kritische reactie op het advies van de Wetenschappelijke Adviescommissie NWM/NHI om de HELP-tabel niet meer toe te passen en te vervangen door de WWL-tabel.

Het Bedrijveninformatienet (BIN) en de daaraan ontleende gegevens

Het Bedrijveninformatienet (BIN) is een panel van ongeveer 1500 land- en tuinbouwbedrijven, 100 visserijbedrijven en 150 particuliere bosbedrijven en is representatief voor de agrarische sector. De verzameling en publicatie van gegevens maken onderdeel uit van de WOT-unit (Wettelijke Onderzoekstaken) Centrum voor Economische Informatievoorziening (CEI).

De gegevens zijn beschikbaar via www.agrimatie.nl.

Op verzoek heeft het CEI gegevens verstrekt over de opbrengsten van droge stof (ds) en voederwaarde (kVEM) van grasland op melkveebedrijven van de jaren 2006 tot en met 2020 voor heel Nederland, maar ook opgesplitst naar zand-, klei- en veenregio's. De daadwerkelijk ge oogste (dus na aftrek van voederwinnings- en vertrappingsverliezen) en voor de analyse gebruikte ds-opbrengsten zijn daarbij geschat op basis van voederbehoefte van de dieren en de aankoop van voedermiddelen. Voor deze studie zijn de gemiddelde opbrengsten per grondsoort (klei, veen, zand) gebruikt.

Bepaling van de opbrengstdepressie door vochttekort

De bepaling van de jaarlijkse opbrengstdepressie door vochttekort in de periode 2006 tot en met 2020 lichten we toe aan de hand van de opbrengsten van grasland op zand zoals weergegeven in Tabel 1. Achtereenvolgens hebben we de volgende stappen gezet:

1. Per jaar is de potentiële verdamping van grasland per groeiseizoen (1 april tot en met 30 september) berekend (Referentiegewasverdamping van De Bilt, Eref).
2. De ds-opbrengst per mm verdamping wordt ontleend aan een jaar of jaren waarin geen of geen noemenswaardige reductie van de verdamping door vochttekort is opgetreden en waarin ook geen of geen noemenswaardige opbrengstdepressie door wateroverlast is opgetreden. Het jaar 2014 voldoet aan die eisen. Met als resultaat: de waterproductiviteit van grasland op zand-, klei- en veengrond is resp. 22,7, 23,0 en 23,6 kg ds per mm verdamping.
3. Vermenigvuldiging van Eref met de waterproductiviteit levert de in de praktijk haalbare opbrengsten zonder vochttekort of wateroverlast (Qpot).

Hieraan ligt de veronderstelling ten grondslag dat er een lineair verband is tussen verdamping en opbrengst. Voor grasland met relatief weinig bodemverdamping is dat een redelijke aanname. In Feddes (1979) zijn meer achtergronden gegeven.

4. Met de daadwerkelijk geogoste opbrengsten op basis van de BIN-gegevens (Qact) kan de procentuele opbrengstderving per jaar worden bepaald: $(Q_{pot} - Q_{act})/Q_{pot}$ maal 100%.
5. Correctie voor berekening.

In droge jaren zoals 2018 wordt grasland op met name zandgronden op vrij grote schaal berekend: 31% van alle bedrijven doet dit (op basis van gegevens op www.agrimatie.nl). De gemiddelde beregeningsgift voor alle bedrijven op zandgronden was in 2018 circa 20 mm.

Verondersteld is dat 75% van de beregende hoeveelheid water ten goede komt aan de verdamping, dus 15 mm, ofwel ongeveer 3% van de potentiële verdamping. Vergeleken met de ruim 30% verdampingsreductie die volgt uit de BIN-opbrengstdepressies door vochttekort in 2018 (zie hierna) is dat in de orde van 10%. De beregeningsgiften in minder droge jaren zijn lager, maar ook opbrengstdepressies zijn navenant lager. Daarom hebben we, in jaren dat opbrengstderving wordt veroorzaakt door vochttekort, de BIN-opbrengstdepressies op zandgronden met 10% opgehoogd (dus 10% wordt 11%, enzovoort). Bij klei- en veengronden zijn de beregeningsgiften op grasland veel geringer en hebben we het effect van beregening op vermindering van de opbrengstdepressie door vochttekort buiten beschouwing gelaten.

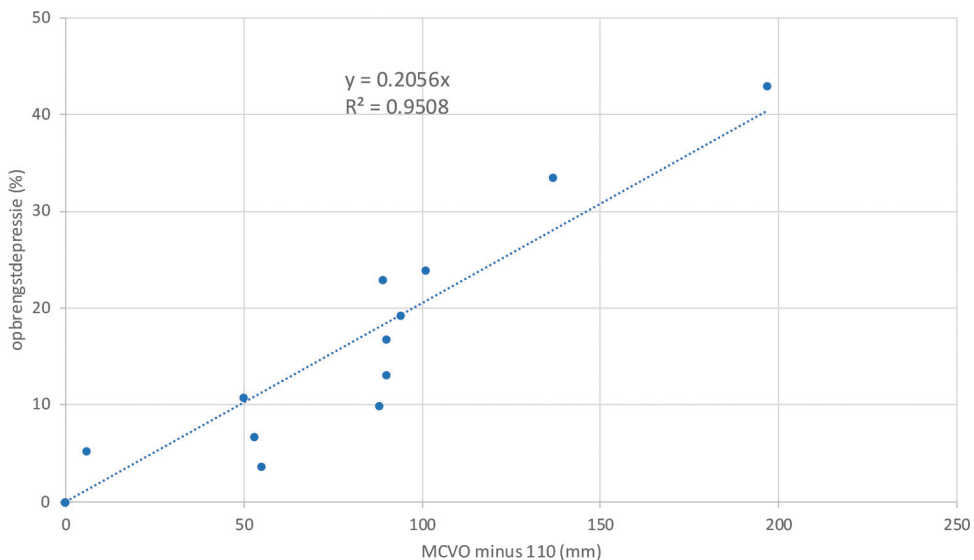
Tabel 1: Berekening van de opbrengstdervingen in de periode 2006 tot en met 2020 voor grasland op melkveebedrijven op zandgrond

Jaar	Epot [mm]	Qpot [kg ds]	Qact [kg ds]	Opbr.derving [%]	Na corr. voor berekening [%]
2006	499	11333	9352	17,5	19,2
2007	473	10733	10236	4,6	5,1
2008	473	10742	10084	6,1	6,7
2009	511	11600	9833	15,2	16,8
2010	490	11124	8806	20,8	22,9
2011	470	10672	10315	3,3	3,7
2012	455	10334	10258	0,7	0,8
2013	464	10547	9287	12,0	13,1
2014	485	10999 ¹⁾	10999	0,0	0,0
2015	498	11294	10271	9,1	10,0
2016	486	11033	10504	4,8	5,3
2017	481	10922	9846	9,9	10,8
2018	552	12517	7622	39,1	43,0
2019	526	11945	9347	21,8	23,9
2020	546	12404	8631	30,4	33,5
gemiddeld	494	11868	8992	13,0	13,9

¹⁾ waterproductiviteit in 2014 is 10999/485 is 22,7 kg ds per mm.

De vervolgstappen zijn:

6. Het KNMI publiceert voor De Bilt vanaf 1951 ook het maximaal cumulatief verdampingoverschot (MCVO), dus ook van de jaren 2006 t/m 2020.¹
7. De bodem heeft een bepaald vochtleverend vermogen (VV), uitgedrukt in mm. Aangenomen is dat de 'MCVO minus VV' een bruikbare maat is voor de kans op opbrengstdepressies door vochttekort in een bepaald jaar.
8. De 'MCVO minus VV' (mits >0) is uitgezet tegen de waargenomen opbrengstdepressie. Het vochtleverend vermogen is daarbij iteratief bepaald, zodanig dat de hellingshoek van de lijn ongeveer overeenkomt met de waterproductiviteit (100 mm verdampingsreductie is ongeveer 20% verdampingsreductie, is 20% opbrengstreductie). Het aldus bepaalde vochtleverend vermogen is voor zand, klei en veen resp. 110, 140 en 130 mm. Deze ordegrootte komt overeen met algemene kennis over vochtleverend vermogen en ook de onderlinge verhoudingen tussen de bodemsoorten is plausibel. In de Handleiding bodemgeografisch onderzoek (Ten Cate e.a., 1995) worden 5 gradaties van vochtleverend vermogen onderscheiden. Bij gradatie 3 (matig) is dat 100-150 mm. Door de middeling per grondsoort is het aannemelijk om in deze klasse uit te komen. In Afbeelding 1 is het resultaat voor zand weergegeven.



Afbeelding 1: Verband tussen 'MCVO minus VV' en de opbrengstdepressies door vochttekort zoals bepaald met de eerder beschreven stappen 1 tot en met 5 voor de periode 2006 t/m 2020

Met de relatie tussen 'MCVO minus VV' en opbrengstdepressie door vochttekort kan voor elk jaar vanaf 1951 de droogteschade worden bepaald en dus ook voor elke, zelf te kiezen, periode.

¹ Vanaf 1 april is per dag de som van verdamping minus neerslag bekend. Deze wordt opgeteld bij de waarde van de vorige dag. Indien die waarde negatief is, wordt hij op nul gesteld. De maximale waarde die op enige datum in de periode 1 april t/m 30 september wordt bereikt is de MCVO.

De aldus afgeleide opbrengstderivingen door vochttekort voor zand, klei en veen zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Op bovenstaande rekenmethode gebaseerde opbrengstdepressies door vochttekort voor 3 perioden, opgesplitst naar grondsoort

Periode	zand	klei	veen
2006 t/m 2020 (BIN-periode)	12,5	8,3	8,7
1951 t/m 1980 (HELP-periode)	7,8	4,9	5,1
1991 t/m 2020 (WWL-periode)	9,6	5,8	6,2

Hieruit blijkt mogelijk het effect van klimaatverandering maar ook dat de BIN-periode relatief veel droge jaren kent.

Bepaling van de opbrengstdepressie door wateroverlast

In sommige jaren is de gemeten opbrengstdepressie groter dan volgt uit de relatie voor het vochttekort. Wij nemen aan dat dit kan worden toegeschreven aan wateroverlast. Als de aldus bepaalde opbrengstdepressie negatief is, wordt de opbrengstdepressie door wateroverlast op nul gesteld. De werkwijze om de berekende opbrengstdepressie door vochttekort in dat specifieke jaar op te hogen om zodoende op nul uit te komen, zou hebben geleid tot hogere opbrengstdepressie door vochttekort maar daarmee doe je de ontwikkelde methode geweld aan. Zie 4^e kolom van Tabel 3.

Tabel 3: Opbrengstdepressies door vochttekort en wateroverlast

Jaar	MCVO (mm)	Opbr. depr. uit BIN (%)	Opbr. depr. door vochttekort vlg. relatie in Afb. 1 [%]	Opbr. depr. door wateroverlast [%]
2006	204	19,2	19,3	0
2007	106	0,0	0,0	0,0
2008	163	6,7	10,9	0,0
2009	200	16,8	18,5	0,0
2010	199	22,9	18,3	4,6
2011	165	3,7	11,3	0,0
2012	46	0,0	0,0	0,0
2013	200	13,1	18,5	0,0
2014	85	0,0	0,0	0,0
2015	198	10,0	18,1	0,0
2016	116	5,2	1,2	4,0
2017	160	10,8	10,3	0,6
2018	307	43,0	40,5	2,5
2019	211	24,0	20,8	3,2
2020	247	33,5	28,2	5,3
gemiddeld	168,2	12,5	13,4	1,1

In sommige jaren treedt er dus kennelijk een opbrengstdepressie door wateroverlast op door een trage start van het groeiseizoen en/of door verminderde bereikbaarheid en beweikbaarheid en/of door directe natschade (zuurstofstress).

De opbrengstdepressies door wateroverlast zoals berekend voor zand in Tabel 3 zijn ook voor klei en veen bepaald. Zie Tabel 4.

Tabel 4: Conform beschreven methode bepaalde opbrengstdepressies door wateroverlast, opgesplitst naar grondsoort

Jaar	zand	klei	veen
2006	0	2,7	0,7
2007	0,0	12,2	14,4
2008	0,0	9,0	13,4
2009	0,0	6,6	2,9
2010	4,6	0,0	6,4
2011	0,0	1,2	0,0
2012	0,0	2,5	6,3
2013	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,0
2016	4,0	0,9	0,0
2017	0,6	1,9	3,5
2018	2,5	0,0	0,0
2019	3,2	0,4	2,8
2020	5,3	1,0	1,7
gemiddeld	1,3	2,6	3,5

Opvallend zijn de grote verschillen tussen zand, klei en veen in sommige jaren, maar ook dat de gemiddelde percentages zo laag zijn. Verder blijkt dat zandgronden gemiddeld de laagste depressie door natschade hebben en veen de hoogste, hetgeen in overeenstemming is met de algemeen aanvaarde kennis hieromtrent.

Wij hebben gepoogd de opbrengstdepressies door wateroverlast te verklaren door ze te relateren aan:

1. Het begin van het groeiseizoen.
2. De voorjaarsgrondwaterstand (VG3).
3. De neerslag gedurende het groeiseizoen.

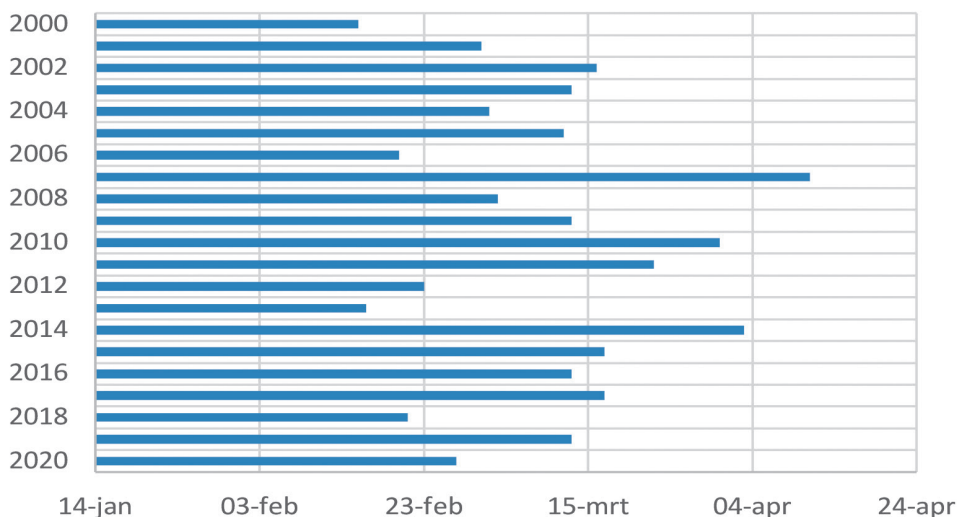
Ad 1.

Het begin van het groeiseizoen is te relateren aan de Temperatuursom. Als de datum van het begin van de grasgroei laat valt (bijvoorbeeld na 15 maart) kan er reductie optreden van de potentiële opbrengst. In Afbeelding 2 zijn de aldus bepaalde begindagen van de grasgroei vanaf 2000 weergegeven.

De jaren 2007 en 2014 zouden op basis hiervan de jaren zijn met de traagste start van het groeiseizoen. Volgens de gegevens in Tabel 4 hebben klei en veen alleen in 2007 hoge natschades en zandgronden in het geheel geen.

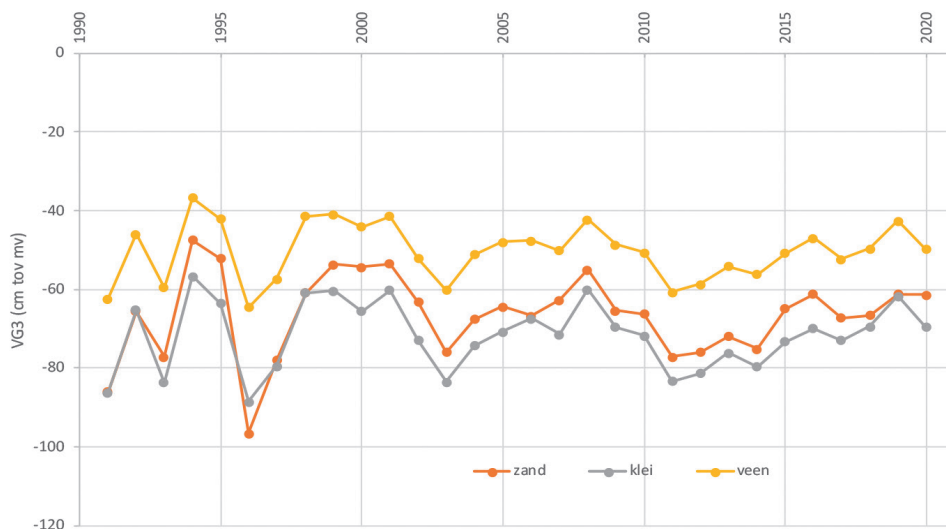
Ad 2.

De VG3 is de grondwaterstand in een bepaald jaar gemiddeld over de met LHM gesimuleerde grondwaterstanden van 14 en 28 maart en 14 april.



Afbeelding 2: Datum per jaar dat de Temperatuursom in De Bilt de 300 graaddagen overschrijdt

Het verloop van de VG3 in afbeelding 3 laat zien dat de VG3 behoorlijk kan variëren en dat veengronden inderdaad duidelijk natter zijn dan zand- en kleigronden. Bij een gemiddelde VG3 (is GVG) bij veengronden van rond de 50 cm hoort een GHG van ongeveer 30 cm. Dit is een typische Gt III* en indiceert dat de ontwatering van veengronden in LHM landbouwkundig gezien redelijk op orde is. Dat geldt zeker ook voor de zand- en kleigronden met een GVG in de orde van 70 cm. De relatief geringe opbrengstdepressies door wateroverlast afgeleid volgens de hierboven beschreven methode (Tabel 4) indiceren dat dat in werkelijkheid ook zo is.



Afbeelding 3: Verloop van de VG3 per jaar, gemiddeld voor alle cellen met grasland voor de 3 hoofdbodemtypen

Koppeling van de VG3 aan de uit de BIN-gegevens afgeleide natschade levert alleen voor veengronden een zwak verband ($R^2 = 0,23$). In 2008, het jaar met de hoogste VG3 (natste voorjaar), werd op klei en veen de één na hoogste natschade afgeleid.

Ad 3.

Ook is er gekeken of de BIN- gegevens voor ds aanwijzingen geven voor optreden van directe natschade (zuurstofstress) tijdens het groeiseizoen. Notoir natte zomers zoals in 2016 laten echter geen noemenswaardige verdampingsreductiezien. Dit versterkt ons in onze mening dat de directe natschade (zuurstofstress) zoals berekend met de WWL-tabel in werkelijkheid niet of nauwelijks optreedt.

Al met al is de conclusie dat er geen duidelijke relatie te leggen is tussen hydrologische omstandigheden en afgeleide natschade op basis van de BIN-gegevens en de in dit artikel beschreven methode. Maar feit is wel dat daarmee berekende natschades opvallend gering zijn. Nader onderzoek is nodig.

Vergelijking BIN-resultaten met de HELP-tabel en de WWL-tabel

Voor de vergelijking met de HELP-tabel en de WWL-tabel gebruiken we twee verschillende bronnen: de berekende GHG en GLG gesimuleerd met LHM v3.4, gebruikmakend van de MODFLOW en Metaswap codes en een schematisering zonder berekening, voor de periode 1991 t/m 2020 en de GHG en GLG volgens het Grondwaterspiegeldieptemodel (GWD) opgenomen in het BRO-loket². Wij veronderstellen dat voor beide bronnen geldt dat de GXG-statistieken niet systematisch afwijken van de GXG-statistieken van de BIN-bedrijven (zie de discussieparagraaf). Voor de WWL-berekeningen is softwareversie 4.0.6 met tabel 3.0.0 gebruikt.

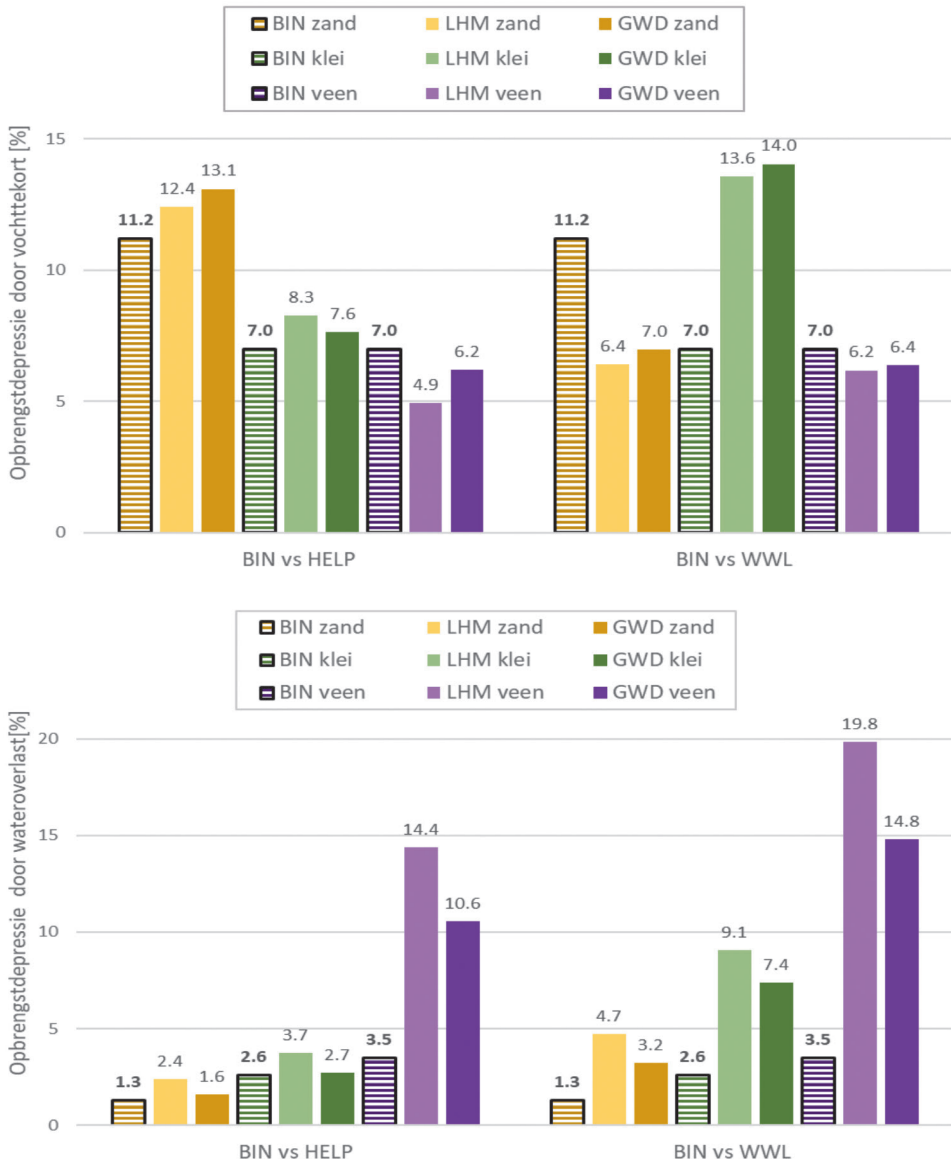
De aldus berekende opbrengstdepressies door vochttekort en directe en indirecte wateroverlast vergelijken wij met de opbrengstdepressie door vochttekort en wateroverlast afgeleid van de ds-opbrengsten uit de BIN-gegevens in de periode 2006-2020. Zie afbeelding 4.

Uit de vergelijking van de opbrengstdepressies afgeleid van de BIN-opbrengstgegevens met de overeenkomstige depressies volgens de HELP-tabel en WWL-tabel zijn meer specifiek de volgende opmerkingen te maken:

- De opbrengstdepressies door vochttekort volgens de HELP-tabel komen redelijk tot goed overeen met de 'gemeten' (BIN) opbrengstdepressies;
- Volgens de HELP-tabel zijn de opbrengstdepressies door vochttekort het hoogst bij zandgronden. Dat strookt met de algemeen gangbare opvatting (waarvoor veel direct en indirect bewijs is aan te dragen) dat zandgronden het meest droogtegevoelig zijn;

2 Model Grondwaterspiegeldiepte (WDM) - Basisregistratieondergrond

- Volgens de WWL-tabel is de opbrengstdepressie door vochttekort bij zand lager dan bij veen en klei en slechts ongeveer de helft van de op basis van de BIN-gegevens afgeleide opbrengstdepressies. Overigens zijn de WWL-opbrengstdepressies van kleigrond ook door het WWL-team als onbetrouwbaar aangemerkt;
- De 'gemeten' opbrengstdepressies door wateroverlast zijn lager dan die van de overeenkomstige opbrengstdepressies volgens de HELP- en WWL-tabel, vooral bij veengrond.



Afbeelding 4: Vergelijking van de opbrengstdepressies door vochttekort (boven) en wateroverlast (onder) afgeleid van de BIN-gegevens met de overeenkomstige depressies volgens de HELP-tabel en de WWL-tabel

De opbrengstdepressie door wateroverlast volgens de WWL-tabel is vooral directe wateroverlast (zuurstofstress). Dat strookt niet met de algemeen aanvaarde opvatting dat natschade bij grasland vooral indirecte natschade is.

Is de HELP-tabel niet meer toepasbaar?

De HELP-tabel is in de jaren tachtig van de vorige eeuw met de grootst mogelijke zorg en agro-hydrologische deskundigheid samengesteld (Werkgroep HELP-tabel, 1987). Sindsdien vormen met de HELP-tabel (en het 'zusje', de TCGB-tabel (Bouwman, 1990)) berekende effecten van hydrologische ingrepen op de landbouw de basis voor waterbeheer en schadevergoedingsregelingen.

In de loop der jaren is de wens gegroeid om de HELP-tabel te actualiseren. Een belangrijke reden hiervoor is de behoefte om de tabel aan te passen aan klimaatverandering. Een ander argument is dat de HELP-tabel inmiddels ruim 30 jaar oud is en dat er veel ervaringsdeskundigheid en *expert judgment* in is verwerkt, waardoor niet meer goed is te herleiden waarop de berekeningen zijn gebaseerd. Daarom is betoogd dat de HELP-tabel aan herziening toe is (o.a. in Van Bakel en Heijkers, 2004). De wens voor herziening ligt aan de basis van de ontwikkeling van de WWL-tabel die op termijn de HELP-tabel en de TCGB-tabel zou moeten gaan vervangen.

In het 'Advies toepassing Waterwijzer Landbouw' van de Wetenschappelijke Adviescommissie NWM/NHI (WAC) aan de Stuurgroep Regionale en Landelijke Modelinstrumentaria wordt het gebruik van de HELP- en de TCGB-tabel afgeraden ten gunste van de WWL-tabel. De voornaamste reden die de WAC hiervoor geeft, is dat de resultaten van de HELP-tabel en de TCGB-tabel 'niet reproduceerbaar' zouden zijn.

Dat is aantoonbaar onjuist. De uitkomsten die worden berekend met de HELP-tabel zijn wel degelijk reproduceerbaar. Bij invoer van de dezelfde gegevens zal de HELP-tabel consistent dezelfde resultaten opleveren. Dat is conform de definitie van reproduceerbaar.

Het probleem van de HELP-tabel zit niet in de reproduceerbaarheid van de resultaten, maar in het feit dat niet meer precies kan worden *gereconstrueerd* hoe de HELP-tabel tot stand is gekomen. Dat is een wezenlijk verschil, want *reconstrueerbaarheid* van de HELP-tabel zegt niets over de betrouwbaarheid of juistheid van de resultaten die ermee worden berekend.

Wij merken op dat de kritiek op de HELP-tabel niet gelegen is in het feit dat de HELP-tabel in de praktijk onbetrouwbare of niet-plausibele opbrengstdepressies zou berekenen, terwijl dit uiteindelijk het enige relevante criterium is. Tegelijkertijd stelt de WAC vast dat de WWL-tabel nog moet worden gevalideerd.

De kwaliteit en praktische toepasbaarheid van een tabel als de HELP-tabel of de WWL-tabel, wordt uiteindelijk bepaald door de mate waarin de resultaten die de tabel berekent, overeenstemmen met:

- (i) algemeen aanvaarde (agro)hydrologische kennis en principes, (zoals het feit dat zand droogtegevoeliger is dan klei);
- (ii) de waargenomen en of gemeten werkelijkheid of, als dat niet haalbaar is, de best mogelijke afgeleide daarvan.

Met andere woorden: validatie is de sleutel. Onze voorlopige conclusie is dat de HELP-tabel voorsnog aanzienlijk beter scoort dan de WWL-tabel, zowel bij een toets aan algemeen aanvaarde kennis als bij een vergelijking met van praktijkgegevens (BIN) afgeleide opbrengstdepressies door vochttekort en wateroverlast. Niet de HELP-tabel maar de WWL-tabel is volgens onze analyse voorsnog niet toepasbaar of, in de woorden van de WAC NWM/NHI, *not fit for purpose*.

Discussie

Wateroverlast

De HELP-tabel en de WWL-tabel slaan de plank mis wat betreft de opbrengstdepressie door wateroverlast, met name voor veengrond. De wetenschappelijke onderbouwing van de wateroverlast in de HELP-tabel is altijd al een punt van discussie geweest.

In de WWL-tabel is de opbrengstdepressie door indirecte natschade gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie (Van Bakel en Hoving, 2017) en vertaald naar gevolgen voor berijdbaarheid en bewerkbaarheid. Hiermee wordt met de WWL-tabel erg weinig opbrengstdepressie door indirecte natschade berekend en is deze zeker voor veengronden te laag. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat indirecte natschade alleen goed in beeld kan worden gebracht als de bedrijfsvoering wordt meegenomen. Zie onder andere De Vos e.a., 2004.

De hoogte van opbrengstdepressie door directe wateroverlast (zuurstofstress) in de WWL-tabel is veel hoger dan de indirecte en was door ons al eerder betiteld als ongeloofwaardig (Van Bakel en Hoogewoud, 2021). Het feit dat de totale opbrengstdepressies door wateroverlast volgens de WWL-tabel veel hoger zijn dan de opbrengstdepressies door wateroverlast afgeleid van de BIN-opbrengsten ondersteunen dat.

Zijn de gebruikte GXG's representatief?

De vraag is of statistieken per grondsoort van LHM 3.4 en de GWD-kaart representatief zijn. Want als dat niet zo is, worden de opbrengstdepressies berekend met de HELP-tabel en de WWL-tabel per grondsoort systematisch over- of onderschat. Er kunnen dan geen conclusies worden getrokken over de toepasbaarheid van de tabellen. De validatie van LHM 3.4 laat (landelijk) gemiddeld geen structurele afwijkingen zien. De GWD-kaart zelf is gebaseerd op een groot aantal metingen. De opbrengstdepressies berekend met beide bronnen komen goed overeen (zie afbeelding 4). Dat kan alleen als de statistieken van de GHG en GLG per grondsoort min of meer gelijk zijn. Dit kan worden beschouwd als een sterke ondersteuning van de mits in de hypothese zoals verwoord in de inleiding.

WWL-tabel en WWL-maatwerk/WWL-regionaal

Dit artikel heeft betrekking op de vergelijking HELP-tabel en WWL-tabel. De kritiek op de WWL-tabel wordt soms weerlegd door het gebruik van WWL-maatwerk of WWL-regionaal te bepleiten. Toepassen van WWL-maatwerk levert regionaal of lokaal wel andere uitkomsten maar op landelijke schaal moeten de resultaten min of meer gelijk zijn. We mogen er ook van uitgaan dat de WWL-tabel toegepast op grotere regio's (met de GHG en GLG als input) in statistische zin geen

andere uitkomsten oplevert dan WWL-regionaal. Uit de noodzakelijke gelijkstellingen volgt dat WWL-maatwerk en WWL-regionaal *not fit for purpose* zijn.

Conclusies en aanbeveling

De BIN-opbrengstgegevens van grasland op melkveebedrijven zijn geschikt om de opbrengstdepressie door vochttekort voor grasland mee te schatten. Uit deze gegevens zijn de volgende conclusies te trekken:

- Er is een duidelijke relatie tussen met BIN geschatte opbrengstedepressies door vochttekort en het Maximaal Cumulatief Vochttekort minus het Vochtleverend Vermogen (MCVO minus VV) in individuele jaren;
- De gegevens bevestigen de algemene kennis dat zandgronden duidelijke droogtegevoeliger zijn dan klei- en veengronden;
- Het is lastig een duidelijke relatie te leggen tussen berekende opbrengstedepressies door wateroverlast en individuele jaren. Wel is duidelijk dat de opbrengstdepressie door wateroverlast beperkt is.

De 'gemeten' opbrengstedepressies zijn bruikbaar om berekende opbrengstedepressies door vochttekort voor grasland mee te valideren.

Uit de validatie van de HELP-tabel en de WWL-tabel voor de berekende depressies door vochttekort blijkt dat:

- De met de HELP-tabel berekende opbrengstdepressie door vochttekort komt goed overeen met de gemeten opbrengstedepressies voor zand-, klei- en veengronden;
- De met de WWL-tabel berekende opbrengstdepressie door vochttekort komt niet goed overeenkomt met de metingen noch met algemeen aanvaarde kennis. Voor zandgronden wordt bijna een factor 2 te lage opbrengstdepressie berekend en voor kleigrond daarentegen bijna een factor 2 te hoog. Ook het belangrijke feit dat zandgronden gevoeliger zijn voor vochttekorten dan kleien veengronden wordt met de WWL-tabel niet berekend.

Uit de validatie van de HELP-tabel en de WWL-tabel voor de berekende depressies door wateroverlast blijkt dat:

- De met de HELP-tabel berekende opbrengstedepressies voor zand- en kleigronden goed overeenkomen en voor veengronden met een factor 3-4 worden overschat.
- De WWL-tabel de opbrengstdepressie voor zand-, klei- en veengronden overschat met een factor 3 à 4. Volgens de WWL-tabel is dat vooral directe natschade (zuurstofstress). Er zijn echter geen aanwijzingen dat in de praktijk substantiële directe natschade bij grasland optreedt. Dit versterkt onze mening dat de berekening van de directe natschade bij grasland volgens de WWL-tabel onrealistische resultaten oplevert.

De algemene conclusie is dat de WWL-tabel in de huidige staat niet geschikt is voor het berekenen van opbrengstedepressies (*not fit for purpose*). Ervan uitgaande dat de WWL-tabel gemiddeld genomen een goede representatie is van WWL-regionaal en WWL-maatwerk, raden we het gebruik van deze versies van WWL ook af. De HELP-tabel is na validatie wel geschikt gebleken voor het bere-

kenen van opbrengstdepressies, met uitzondering van de depressie als gevolg van wateroverlast voor veengronden. Totdat de WWL-tabel verder verbeterd is en gevalideerd, bevelen we dan ook aan om de HELP-tabel te gebruiken.

Aangezien er geen duidelijke relatie is te leggen tussen de opbrengstdepressie door wateroverlast afgeleid van de BIN-opbrengsten en de overeenkomstige depressies volgens de HELP-tabel en de WWL-tabel, raden we aan om de bepaling van de opbrengstdepressie door wateroverlast met de HELP-tabel en de WWL-tabel beter te onderzoeken en valideren alvorens deze toe te passen. Daarbij zou de vraag moeten worden gesteld of het überhaupt mogelijk is met een 1D-model de natschade te berekenen.

Literatuur

Bos-Burgering, L., J. Hunink, A. Veldhuizen, P. van Walsum, G. Prinsen, J. Pouwels en T. Kroon (2018) Veranderingsrapportage LHM 3.4.0; Deltares-rapport.

Bouwman, J.M.M. (1990) Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel; TCGB, Utrecht.

De Vos, B., J. van Bakel, I. Hoving en S. Conijn (2004) Van HELP naar Waterpas? *in: H₂O (24): 17-20.*

Feddes, R.A. (1979) Gewasproductie en watergebruik; ICW-nota 1118.

Ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp (1995) Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik; Staring Centrum; Technisch Document 19.

Van Bakel, J. en I. Hoving (2017) Kennis over indirecte nat- en droogteschade bij gras en mais voor Waterwijzer Landbouw; STOWA-rapport 2017-WO1.

Van Bakel, J. en J. Heijkers (2004) Is de HELP-tabel aan vervanging toe? *In: H₂O #37: 8-10.*

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) Landsdekkende vergelijking van de opbrengstdepressie door vochttekort en wateroverlast van de HELP-tabel en de WWL-tabel; *In: Stromingen vol, 27(2): 5-13.*

Werkgroep HELP-tabel (1987) De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie; Mededeling Landinrichtingsdienst 176.

Summary Comparison of Two Methods for Estimating the Effect of Changes in Groundwater Depth on Yields of Agricultural Crops

WWL is a recently developed set of instruments that can be used to quantify the consequences of changes in the groundwater levels on changes in drought and wet damage and hence on changes in agricultural yields. Part of the toolbox, the WWL table, is promoted as a replacement for the HELP table. However, the calculated yield reductions due to too little or too much water are under discussion. Validation is considered necessary by all stakeholders. This article describes the results of a validation of both the HELP table and the WWL table,

performed with field-observed yields of grassland on dairy farms, using as input the groundwater depths calculated with the National Hydrological Model (LHM) and the Groundwater Table Depth Model (GWD).

Auteurs

JAN VAN BAKEL

De Bakelse Stroom

jan.van.bakel@hetnet.nl

JACCO HOOGEWOUDE

Advies in Water

jacco.hoogewoud@adviesinwater.nl