Analyse van opbrengsten, opbrengstdepressies en geldelijke waardering van landbouwkundige effecten van grondwaterwinningen in ACSG-(ontwerp)adviezen

in opdracht van Droogteschade Nederland B.V.

Datum: 18 juni 2020

Opgesteld door: dr.ir. P.J.T. van Bakel (De Bakelse Stroom)

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding 5

1.2 Doelstelling 5

1.3 Uitgevoerde werkzaamheden (tevens leeswijzer) 5

2 Enige achtergronden van de ACSG-methode 7

2.1 Algemeen 7

2.2 Begrippen 7

2.3 De TCGB-tabel 8

2.2.2 Opbrengstdepressie door vochttekort 9

2.3 De potentiële opbrengstfactor 12

2.4 De normbedragen 14

2.5 Samenvatting en conclusie ten aanzien van de ACSG-methode als zodanig 16

3 Analyse van de gebruikte invoergegevens 17

3.1 Inleiding 17

3.2 De potentiële opbrengstfactor en de TCGB-tabel 17

3.2.1 De gemiddelde Qp van gras 17

3.2.2 Effecten van Q_p voor de potentiële opbrengstfactor 18

3.3 De normbedragen 19

3.3.1 De gemiddelde Q_p van gras en maïs 19

3.3.2 Gemiddelde bruto praktisch potentiële kg-opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) van gras en maïs 22

3.3.3 Gemiddelde netto praktisch potentiële kg-opbrengst (Q_{pp}^{netto}) van gras en maïs 23

3.3.4 Gemiddelde voederwaarde van gras en maïs 24

3.3.5 Gemiddelden netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst (Q_{pp}^{netto}) van gras en maïs 25

3.3.6 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst (Q_{pp}^{netto}) voor melkveebedrijf 27

3.3.7 kVEM-prijs 27

3.3.8 Normbedrag 28

3.4 Effecten voor schade 29

4 Samenvatting en conclusies 31

4.1 Samenvatting 31

4.2 Conclusies 31

Bijlagen

Bijlage 1: CV van Jan van Bakel 32

Bijlage 2: Bouwmans, J.M.M., 1990. Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grond-waterstandsverlaging. Technische Commissie Grondwater Beheer, Utrecht 51

Bijlage 3: CDG, 2002. Grondslag voor het vaststellen van de vergoeding van verdrogingsschade op veehouderijbedrijven 52

Bijlage 4: CDG, 2011. Berekening vergoedingsnorm grasland en voedergewassen vanaf 1998 (CDG Rekenvoorbeeld 1998), bijlage bij de notitie 'Berekening normbedrag grasland en voedergewassen vanaf 2011' 53

Bijlage 5: ACSG, 2019. Toelichting op de berekeningsmethode voor gewasschade 54

Bijlage 6: Begrippenlijst 55

Bijlage 7: Afdruk van Excel-berekeningsresultaten **Normbedragen en Opbrengstfactoren 1.0** plus toelichting 57

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Bij permanente grondwateronttrekkingen kan door de daardoor veroorzaakte daling van de grondwaterstand de nat- en droogteschade van percelen die in landbouwkundig gebruik zijn, veranderen. Op verzoek van betrokkenen worden door de AdviesCommissie Schade Grondwater (ACSG) (ontwerp)adviezen, ex art. 7.19 lid 1 van de Waterwet, opgesteld. Daarin worden voorstellen gedaan voor door de onttrekker uit te keren schade in euro's per grondgebruiker. Twee zaken zijn daarbij van belang:

1. Is de door de ACSG gehanteerde verandering van de grondwaterstand acceptabel?
2. Is de vertaling van de grondwaterstandsverandering naar geldelijke schade acceptabel? De daarbij door de ACSG gehanteerde methode zal in het vervolg worden aangeduid als de **ACSG-methode.**

Voor de betrokken agrariërs is de vraag relevant of de toepassing van de ACSG-methode resulteert is een redelijke schadevergoeding. Aan dr.ir P.J.T. van Bakel van De Bakelse Stroom is gevraagd een analyse van de ACSG-methode uit te voeren. Zijn cv is als Bijlage 1 bijgevoegd.

Beantwoording van die vraag vereist een kritische analyse van werkwijze en de daarbij gehanteerde uitgangspunten. Deze notitie richt zich alleen op de vertaling van de grondwaterstandsverandering naar geldelijke schade.

1.2 Doelstelling

De ACSG-methode voor vertaling van verandering in grondwaterstand als gevolg van een grondwaterwinning is geanalyseerd. Doel van deze notitie is de daarvoor uitgevoerde werkzaamheden te beschrijven en de resultaten van de analyse in deze notitie vast te leggen.

1.3 Uitgevoerde werkzaamheden (tevens leeswijzer)

Voor de analyse zijn publicaties en andere bronnen geraadpleegd die in de tekst als voetnoot zullen worden vermeld.

Voor het doorgronden van de ACSG-methode zelf zijn de volgende 5 bronnen van belang:

a) CoGroWa, 1984. Landbouwkundige Aspecten van Grondwateronttrekking. Berekening van schade als gevolg van kunstmatige verlaging van de grondwaterstand. Aangehaald als **LAGO-rapport 1984**.[1]
b) Bouwmans, J.M.M., 1990. Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging. Technische Commissie Grondwater Beheer, Utrecht. Aangehaald als **Bouwmans 1990.** Deze notitie is bij deze notitie opgenomen als Bijlage 2.[2]

[1] Rapport te raadplegen op: https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/1810442e
[2] Rapport te raadplegen op: https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/279568

c) CDG, 2002.Grondslag voor het vaststellen van de vergoeding van verdrogingsschade op veehouderijbedrijven. Aangehaald als **CDG 2002.** Deze notitie bij in deze notitie opgenomen als Bijlage 3.
d) CDG, 2011. Berekening vergoedingsnorm grasland en voedergewassen vanaf 1998' (CDG Rekenvoorbeeld 1998), bijlage bij de notitie 'Berekening normbedrag grasland en voedergewassen vanaf 2011'. Aangehaald als **CDG 2011.** Deze notitie is bij deze notitie opgenomen als Bijlage 4.
e) ACSG, 2019. Toelichting op de berekeningsmethode voor gewasschade. Aangehaald als **ACSG 2019.** De notitie is bij deze notitie opgenomen als Bijlage 5.

De in deze publicaties gehanteerde definities en daarbij gebruikte terminologie zijn in Bijlage 6 beschreven.

In hoofdstuk 2 wordt de ACSG-methode nader toegelicht.

De bij de ACSG-methode gebruikte invoergegevens zijn nader geanalyseerd met als leidraad: zijn de bij de ACSG-methode gebruikte invoergegevens actueel? De bevindingen zijn beschreven in hoofdstuk 3.

De bevindingen zijn ook gebruikt om het excel-programma **Opbrengstdepressies en Normbedragen 1.0** te maken en toe te passen. Deze resultaten van de berekeningen zijn met toelichting zijn bij deze notitie gevoegd als Bijlage 7.

Hoofdstuk 4 geeft de samenvatting en de belangrijkste conclusies.

2 Enige achtergronden van de ACSG-methode

2.1 Algemeen

Grondwaterstandsverlagingen als gevolg van een permanente grondwateronttrekking (hierna: **winning**) veroorzaken veelal een verandering in de opbrengst van de landbouwgewassen. Deze verandering kan zowel bestaan uit een opbrengstverlaging door toename van het vochttekort als uit een opbrengstverhoging door vermindering van de wateroverlast. Voor het begroten van de schade die ontstaat als gevolg van een winning dienen de financiële gevolgen van de opbrengstverandering die is toe te rekenen aan de winning (de schade en/of het voordeel) te worden berekend.

Ook in een situatie zonder winning treedt doorgaans nat-, respectievelijk droogteschade op.[3] Door een winning kan die schade verder toe- of afnemen. Bij de vaststelling van de landbouwkundige gevolgen van een winning gaat het erom te bepalen hoeveel de schade als gevolg van die winning toe- of afneemt ten opzichte van de hypothetische situatie waarin er geen winning zou zijn geweest.

Daartoe wordt het in landbouwkundig gebruik zijnde deel van het invloedsgebied van de winning in kwestie opgedeeld in schadevlakken die uniek zijn qua bodemopbouw en grondwaterstandsverloop. Per schadevlak wordt de **opbrengstdepressie** door vochttekort en wateroverlast in de situaties met en zonder winning bepaald, als percentage van de - bij een optimale vochtvoorziening - potentieel haalbare opbrengst (uitgedrukt als kg droge stof (ds) per ha).

De volgende stap in de schadebepaling is het toekennen van een geldelijke waarde te kennen van een procent opbrengstderving; door de ACSG aangeduid als het **normbedrag.**

De ACSG-methode kent dus 2 hoofdonderwerpen:

1. De vaststelling van de opbrengstdepressie, als percentage van de in de praktijk maximaal haalbare kg ds opbrengst per ha.
2. De normbedragen.

Beide onderwerpen zullen hierna nader worden uitgewerkt, maar eerst worden enkele belangrijke veelgebruikte begrippen nader gedefinieerd.

2.2 Begrippen

De effecten van een tekort of een overmaat aan water worden gekwantificeerd door de actuele opbrengsten - of de opbrengstdepressies - in een bepaalde situatie uit te drukken in een fractie of procenten van een referentieopbrengst. Door de ACSG wordt als referentieopbrengst de zogenaamde *potentiele opbrengst (Q_p)* gehanteerd. Vervolgens wordt ten behoeve van de berekening van het normbedrag van de potentiële opbrengst *(Q_p)* een bruto en een netto *praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp})* afgeleid. Dit zijn in de ACSG-methode kernbegrippen waar echter nogal eens verwarring over bestaat. Om deze

[3] Het gaat hier niet om schade in juridische zin maar om het verschil tussen de opbrengst die realiseerbaar is onder de feitelijke omstandigheden en de opbrengst die bij een optimale vochtvoorziening potentieel zou kunnen worden gerealiseerd.

reden zijn hieronder de definities van deze begrippen opgenomen. Een overzicht van de definities van deze en andere in deze notitie gebruikte technische begrippen is bij deze notitie opgenomen als Bijlage 6.

Potentiële opbrengst (Q_p)

De potentiële groei van een gewas kan worden gedefinieerd als:[4]

> *de groei die bereikt wordt onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding en een niet-limiterende voedingsstoffenvoorziening.*

De onder deze omstandigheden en condities te verkrijgen gewasopbrengst wordt aangemerkt als de *potentiële opbrengst* (hierna ook te noemen: de $\mathbf{Q_p}$). De Q_p varieert onder invloed van de meteorologische omstandigheden in het groeiseizoen van jaar tot jaar. De Q_p in een bepaald jaar of de verandering daarin wordt steeds gerelateerd aan de gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p), waarmee wordt bedoeld: de potentiële opbrengst onder de gemiddelde klimatologische omstandigheden over een periode van (ten minste) 30 aanééngesloten jaren. De Q_p vormt de basis voor de berekening van de opbrengstdepressie als gevolg van vochttekort (zie hierna par. 2.2.2).

De praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}, bruto en netto)

De Q_p is een waarde die wordt verkregen door metingen onder proefveldomstandigheden. In de praktijk wordt de Q_p zelden gerealiseerd. Ten behoeve van de berekening van het normbedrag rekent de ACSG daarom met de praktisch potentiële opbrengst. De praktisch potentiële opbrengst (hierna ook te noemen: de $\mathbf{Q_{pp}}$) wordt in CDG 2002 als volgt gedefinieerd:[5]

> *de opbrengst die door een goed geleid bedrijf (GLP) in de praktijk kan worden gerealiseerd onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die onder de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt.*

Bij de Q_{pp} van grasland wordt vervolgens onderscheid gemaakt tussen de *bruto* praktisch potentiële opbrengst (hierna ook te noemen: de $\mathbf{Q_{pp}^{bruto}}$) en de *netto* praktisch potentiële opbrengst (hierna ook te noemen: de $\mathbf{Q_{pp}^{netto}}$). De ACSG berekent de Q_{pp}^{bruto} door op de Q_p een reductie voor normale veldomstandigheden aan te nemen van 15%. Om de Q_{pp}^{netto} te berekenen wordt naast de 15% reductie voor normale veldomstandigheden vervolgens ook rekening gehouden met een reductie van 17,5 % in verband met beweidings- en voederwinningsverliezen.[6]

2.3 De TCGB-tabel

[4] WUR Cultuurtechnisch Vademecum Hydrotheek (Stowa) 1988, p. 584.
[5] CDG 2002, p. 4
[6] ACSG 2019, p.7

In deze notitie zijn de grondwaterstandsverlopen of karakteristieken daarvan (zoals GHG, GVG en GLG; kortweg GXG)[7] voor elk schadevlak in de situaties **met** en **zonder** winning als bekend verondersteld. De hydrologische uitgangssituatie en de hydrologische effecten van de winning zijn dus bekend. Door de ACSG worden deze effecten vertaald naar verandering in opbrengstdepressie. De ACSG-methode is inhoudelijk gebaseerd op het LAGO-rapport 1984.

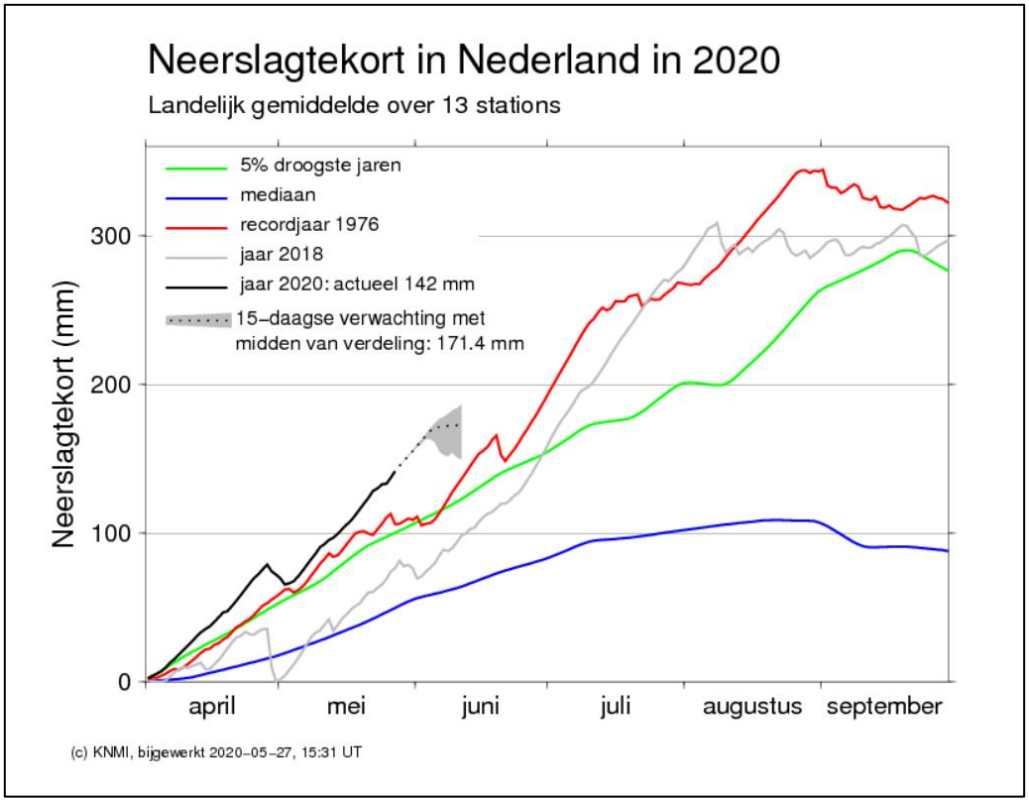
Op basis van dit rapport is een werkwijze ontwikkeld die praktisch uitvoerbaar en reproduceerbaar is. Een essentieel element van de methode is de **TCGB-tabel**. Achtergronden en toepassing van deze tabel is uitgebreid beschreven in Bouwmans 1990. De volgende sectie geeft een beknopte beschrijving van de berekening van de opbrengstdepressie door vochttekort.

2.2.2 Opbrengstdepressie door vochttekort

Onder de heersende klimatologische omstandigheden in Nederland is gedurende het groeiseizoen (1 april t/m 30 september) de potentiële verdamping van een met gras begroeid oppervlak (E_p, in mm/groeiseizoen) in de regel groter dan de neerslag. De verdamping is de som van de verdamping van gras, de bodemverdamping en de verdamping van water dat door het gewas wordt geïntercepteerd.

Gemiddeld is het neerslagtekort eind augustus 110 mm. In droge jaren zoals 1976 kan het tekort oplopen tot ruim 300 mm. Met de door het KNMI verstrekte gegevens van het doorlopend potentieel neerslagtekort vanaf 1 april kunnen zowel historische verlopen als de actuele toestand worden geraadpleegd. Onderstaande afbeelding geeft hiervan een voorbeeld.

[7] GHG staat voor de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en is het gemiddelde van de **hoogste** 3 grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand, over een periode van 30 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden; GLG staat voor Gemiddeld Laagste grondwaterstand en is het gemiddelde van de **laagste** 3 grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand, over een periode van 30 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden; GVG staat voor Gemiddelde Voorjaars-Grondwaterstand en is het gemiddelde van 3 grondwaterstanden van 14 maart, 28 maart en 14 april, over een periode van 30 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden (bron: Ritzema e.a., 2012. Meten en interpreteren van grondwaterstanden. Alterra-rapport 2345)



Afbeelding 1: Voorbeeld van door het KNMI verstrekte en via internet te raadplegen informatie mbt neerslag en verdamping

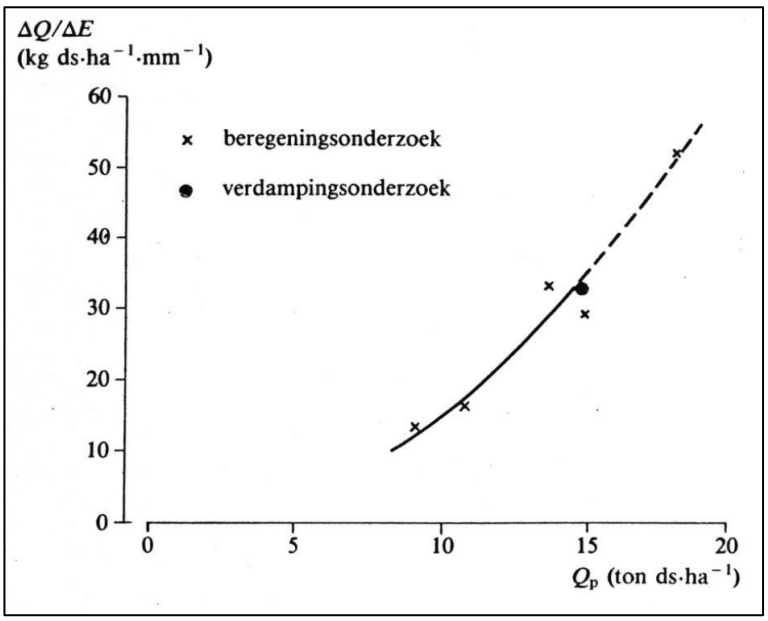
Dit tekort kan niet altijd en overal worden aangevuld uit de bodem en/of door kunstmatige watervoorziening. De werkelijke (actuele) verdamping, E_a, is dan niet meer potentieel maar lager. Met als gevolg dat de fotosynthese wordt gereduceerd, resulterend is een reductie van de gemiddelde Q_p, in kg ds/ha. Deze gerealiseerde (actuele) opbrengst noemen we Q_a (kg ds/ha).

Met het model voor de waterbeweging in de onverzadigde zone en de verdamping MUST[8] is voor een groot aantal bodemkundig verschillende zandgronden (en daardoor mogelijk ook verschillende bewortelingsdieptes) en per profiel verschillende combinaties van GVG en GLG als onderrand, voor een historische reeks van zomerhalfjaren (1911 t/m 1986) de potentiéle en actuele verdamping per zomerhalfjaar van een met gras begroeide grondkolom berekend. Elke unieke combinatie van profielopbouw, bodemfysische karakterisering van de bodemhorizont (door specificatie van de horizont betreffende vochtkarakteristiek (pF-curve) en onverzadigde doorlatenheid (capillair geleidingsvermogen)) en GVG/GLG-combinatie noemen we een TCGB-rekeneenheid.

Het verschil tussen met MUST berekende potentiële en actuele verdamping is het vochttekort. Elke mm vochttekort leidt tot een reductie van de grasopbrengst. We noemen dit de meer(minder)opbrengst per mm verdamping, aangeduid als $\Delta Q_p/\Delta E$ (kg ds/ha/mm). Op basis van het onderzoek van

[8] De Laat, P.J.M, 1985. Must, a simulation model for unsaturated flow. Report series no. 16. IIEE, Delft.

Van Boheemen (1981)[9] is de meeropbrengst in Bouwmans 1990 afhankelijk gesteld van de Q_p. Zie onderstaande afbeelding.



Afbeelding 2: De meeropbrengst van 1 mm verdamping als functie van Q_p (ontleend aan Van Boheemen, 1981)

De hoogte van de Q_p, gemiddeld over een meteoreeks van 30 jaar, is niet constant omdat de Q_p door veredeling van grassoorten en allerlei technische ontwikkelingen een stijgende trend vertoont. In tabel 3.3 in Bouwmans 1990 zijn de gebruikte waarden vermeld. Zie onderstaande tabel.

Tabel 1: De voor de TCGB-tabel gebruikte gemiddelde Q_p,(ontleend aan Bouwmans 1990).

Periode	Qp (kg ds/ha)
Vóór 1957	11.000
1958 t/m 1962	11.500
1963 t/m 1967	12.000
1968 t/m 1972	12.500
1972 t/m 1979	13.000
Vanaf 1980	13.500

De TCGB-tabel is berekend voor de situatie anno 1980. De Q_p is, gemiddeld voor de gebruikte meteoreeks, 13.500 kg ds/ha en de met MUST berekende E_p gemiddeld is 448,5 mm. De daarbij behorende meeropbrengst is 30,1 kg ds/ha/mm.

[9] Van Boheemen, P.J.M., 1981. Toename van de productie van grasland bij verbetering van de watervoorziening, ICW-nota 1298.

Berekening van het vochttekort en de opbrengstdepressie
Met het model MUST wordt voor alle jaren in de gebruikte meteoreeks de actuele verdamping per groeiseizoen, E_a berekend. Het vochttekort is daaruit af te leiden:

Vergelijking [1]

$E_p - E_a$

Waarbij:

E_p = potentiële verdamping (evaporatie) uitgedrukt in mm/groeiseizoen

E_a = werkelijke (actuele) verdamping uitgedrukt in mm/groeiseizoen

Vergelijking [2]
Hiermee wordt de opbrengstdepressie als volgt bepaald:

$Q_a = Q_p - (E_p - E_a) * \Delta Q_p/\Delta E_a$

Waarbij:

Q_a = werkelijke (actuele) opbrengst uitgedrukt in kg ds/ha

Q_p = *gemiddelde potentiële opbrengst* uitgedrukt in kg ds/ha

$\Delta Q_p/\Delta E_a$ = meeropbrengst met mm verdamping (kg ds/ha/mm.

Let wel: bij een verdampingsreductie is er sprake van verminderde opbrengst en je kunt dus ook spreken van minderopbrengst per mm verdampingsreductie.

Vergelijking [3]
De opbrengstdepressie (in procenten van Q_p) door vochttekort wordt berekend als:

$(Q_p-Q_a)/Q_p * 100$ %

Voorbeeld
Stel: $E_p - E_a$ is 20% van E_p. De langjarig gemiddelde E_p zoals berekend door MUST is 448,5 mm. Dus het vochttekort (is verdampingsreductie) is 0,2 x 448,5 = 90 mm. De gemiddelde Qp is 13.500 kg ds/ha. De daarbij behorende minderopbrengst per mm verdampingsreductie is 30,1 kg ds/ha/mm en de met vergelijking [2] en [3] hierboven berekende opbrengstdepressie is in dit voorbeeld (ook) 20%.

Een meteoreeks bestaat uit jaren met meer of minder verdamping dan gemiddeld. De Q_p van elk jaar is daar in de ACSG-methode 1-op-1 aan gekoppeld. Dus bijvoorbeeld een E_p van 500 mm levert voor de situatie qua potentiele opbrengst anno 1980 een Q_p van 500/448,5 * 13.500 = 15.050 kg ds/ha. De opbrengstdepressie per mm vochttekort wordt volgens de Van Boheemen-relatie ook groter, 36,9 kg ds/ha/mm. Als het vochttekort wederom 20% is van E_p (is een verdampingsreductie van 100 mm) wordt de opbrengstdepressie 24,4%. In een jaar met minder dan gemiddelde E_p, bijv. 400 mm komt 20% verdampingsreductie overeen met een opbrengstdepressie van 15,6 %.

2.3 De potentiële opbrengstfactor

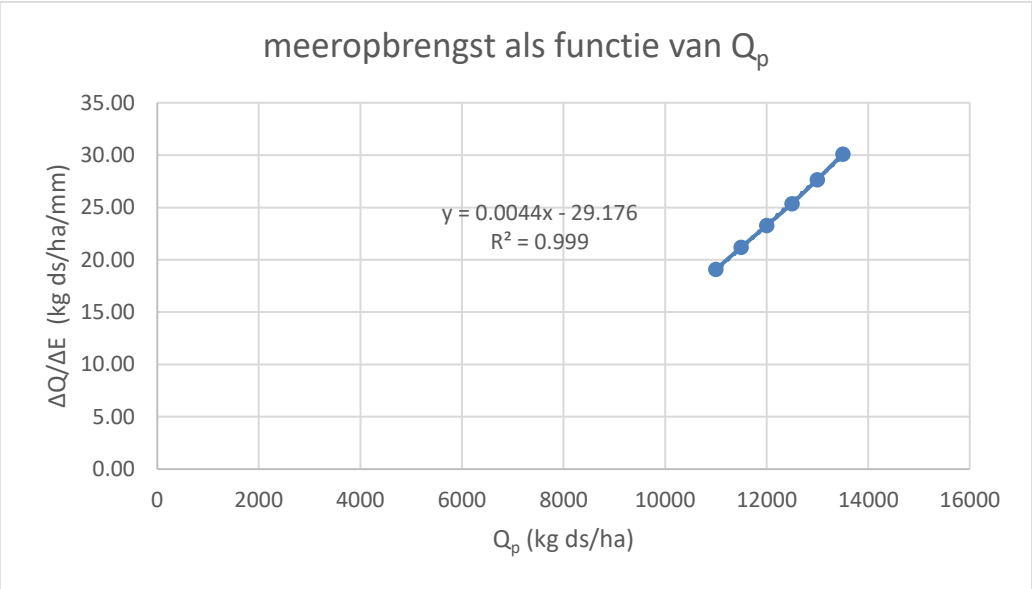
In het vorige hoofdstuk is beschreven dat opbrengstdepressie bij dezelfde waarde van het relatieve vochttekort afhangt van de potentiële opbrengst van grasland. De TCGB-tabel geldt voor een Q_p van gemiddeld 13.500 kg ds /ha. 'Gemiddeld' in de vorige zin betekent gemiddeld over een reeks van meteorologische jaren die representatief zijn voor het klimaat anno 1980. Dat is minimaal de meteoreeks 1951 t/m 1980 (30 jaar) van een meteostation in Nederland. Voor de bepaling van de opbrengstdepressie door vochttekort in de TCGB-tabel is de meteoreeks 1911 t/m 1986 van De Bilt gebruikt.

Voor de jaren vóór 1980 werd aangenomen dat de Q_p lager was. Let wel: dit is niet het gevolg van een andere meteoreeks maar van het landbouwkundige ontwikkelingen. Door veredeling van grassoorten, betere landbouwtechnieken vertonen de potentiële opbrengsten van gras een stijgende trend. Zie tabel 2 hieronder. Het gevolg van de lagere Qp is dat ook de meeropbrengst per mm verdamping voor 1980 lager is. Daardoor wordt de opbrengstdepressie bij hetzelfde verdampingstekort lager. In tabel 3.3 in Bouwmans, 1990 zijn daarvoor omrekeningsfactoren afgeleid, aangeduid als potentiële opbrengstfactor. Uit deze factoren is de daarvoor gebruikte meeropbrengst van 1 mm verdamping terug te rekenen. Zie onderstaande tabel.

Tabel 2: De uit, in Bouwmans (1990) gegeven potentiële opbrengstfactoren, teruggerekende meeropbrengsten.

Periode	Q_p (kg ds/ha)	Omrekeningsfactor voor TCGB-tabel (potentiële opbrengstfactor)	Teruggerekende meeropbrengst (kg ds/ha/mm)	Meeropbrengst vlg. $\Delta Q/\Delta E = 0{,}0044Q_p-29{,}3$
Vóór 1957	11.000	0,778	19,08	19,1
1958 t/m 1962	11.500	0,826	21,18	21,3
1963 t/m 1967	12.000	0,870	23,28	23,5
1968 t/m 1972	12.500	0,910	25,36	25,7
1972 t/m 1979	13.000	0,54	27,65	27,9
Vanaf 1980	13.500	1,000	30,10	30,1

Deze factoren zijn ontleend aan de Van Boheemen-relatie. Uitgezet in onderstaande figuur geeft een vrijwel rechtlijnig verband.



Afbeelding 3: Meeropbrengst per mm verdamping als functie van de bruto opbrengst, Q_p

Merk op dat deze lijn niet door de oorsprong gaat maar bij $\Delta Q_p/\Delta E$ = -29,176 de x-as kruist. Dit betekent dat de procentuele meeropbrengst meer dan evenredig stijgt met de procentuele stijging van Q_p. Als de Q_p bijvoorbeeld toeneemt van 11.000 tot 13.500 kg ds /ha (is 17,4%), dan neemt de meeropbrengst toe van 21,3 tot 30,1 kg ds/ha/mm (is 41,1%).

Als we er voor zorgen dat de lijn exact door het punt loopt dat door Bouwmans (1990) is gebruikt voor de situatie anno 1980 (13.500;30,1), wordt de volgende relatie verkregen:

<u>Vergelijking [4]</u>
$\Delta Q_p/\Delta E = 0{,}0044 * Q_p - 29{,}3$

In tabel 2 zijn in de laatste kolom de uit verg. [4] verkregen waarden gegeven.

Vanaf 1980 is de potentiële opbrengstfactor in de ACSG-methode gehandhaafd op 1,0. Echter de Q_p van grasland is ook na 1980 verder gestegen. Dit betekent dat de meeropbrengst per mm verdamping ook is gestegen en dat de potentiele opbrengstfactor hoger wordt dan 1,0. Om te bepalen hoeveel deze is toegenomen is het nodig de Q_p in de jaren na 1980 vast te stellen. Hier komen wij op terug in Hoofdstuk 3. Maar nu volgt eerst de volgende stap in de berekening van de schade volgens de ACSG-methode: de bepaling van het normbedrag, ofwel de geldelijke waardering van 1% opbrengstdepressie per ha.

2.4 De normbedragen

Om te kunnen bepalen hoeveel 1 %/ha opbrengstdepressie 'waard' is, het zogenaamde normbedrag, hanteert de ACSG de volgende methodiek die is beschreven in CDG 2002 en die zal worden uitgelegd voor gras.

Belangrijk voor de bepaling van het normbedrag het is het begrip praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}, zie paragraaf 2.2 Begrippen). De opbrengstdepressie die een bedrijf lijdt door een winning wordt namelijk berekend door het voor het bedrijf berekende opbrengstdepressiepercentage te vermenigvuldigen met de Q_{pp}^{netto}.

Voor de goede orde herhalen wij hier de definitie van de Q_{pp}: "de opbrengst die door een goed geleid bedrijf (GLP) in de praktijk kan worden gerealiseerd onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die onder de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt". Een 'optimale waterhuishouding' wil in dit verband zeggen dat er geen opbrengstdepressies optreden door vochttekort en/ of door wateroverlast. Het praktisch potentieel opbrengstniveau wordt uitgedrukt in een hoeveelheid product per ha. Voor grasland en voedergewassen wordt de productie uitgedrukt in eenheden voederwaarde (kVEM) per ha.

De Q_{pp}^{netto} wordt door de ACSG afgeleid van de Q_p. Eerst past de ACSG een reductie van 15% toe op de Q_p voor praktijkveldomstandigheden (immers: de Q_p is gebaseerd op proefveldomstandigheden). Aldus wordt de Q_{pp}^{bruto} verkregen. Om de Q_{pp}^{netto} te verkrijgen wordt vervolgens een tweede reductie toegepast van 17,5 % voor beweidings- en oogstverliezen. Dus de Q_{pp}^{netto} van grasland bedraagt volgens de ACSG-methode (100-17,5)*(100-15) = 70% van de Q_p, alles steeds uitgedrukt in kg ds/ha[10].

Bij een melkveebedrijf gaat het echter niet om de droge stof-opbrengst maar om de voederwaarde van het geoogste product. Deze voederwaarde wordt uitgedrukt in VoederEenheid Melk, afgekort VEM, en geeft de netto energie-inhoud weer voor de productie van melkgevende koeien. De voederwaarde van 1 kg vers gras bedraagt anno 2019 om en nabij 1000 VEM (1 kVEM). Vermenigvuldiging van Q_{pp}^{netto}, uitgedrukt in kg ds/ha maal de voederwaarde levert de netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst per ha. Daarmee is ook bekend wat 1% opbrengstdepressie betekent uitgedrukt in kVEM/ha.

Sinds 1998 wordt voor een graslandbedrijf uitgegaan van 25% van een landbouwareaal waarop maïs wordt verbouwd (CDG, 2011). De voor grasland bepaalde procentuele opbrengstverandering met behulp van de TCGB-tabellen worden ook van toepassing geacht voor maïs en akkerbouwgewassen .

Maïs heeft overigens wel een andere (hogere) potentiële opbrengst (Q_p) en minder oogstverliezen dan gras. Daardoor is de netto praktisch potentiële opbrengst, Q_{pp}^{netto}, ook hoger. De voederwaarde van vers geoogste maïs is ongeveer gelijk aan de voederwaarde van vers gras. Daardoor is de praktisch potentiële kVEM-opbrengst van maïs hoger dan van gras. Mede daardoor vertoont in 1998 de netto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{netto}) van een graslandbedrijf (met 75% gras en 25% maïs) een sprong. En daarmee ook een sprong in kVEM/%/ha.

Vermenigvuldiging van de kVEM/%/ha voor een graslandbedrijf met de jaarlijks vastgestelde prijs per kVEM levert de jaarlijkse waarde van de normbedragen.

Het normbedrag wordt dus als volgt berekend: de voederwaarde per % opbrengstdepressie per ha, maal de marktprijs van de voederwaarde (voederprijs).

---

[10] Kg ds staat voor kilogram droge stof en verwijst naar de biomassa van een gewas, in dit geval gras, nadat het gedroogd is.

2.5 Samenvatting en conclusie ten aanzien van de ACSG-methode als zodanig

De ACSG-methodiek is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 3: De stappen in de ACSG-methode voor vaststelling van de normbedragen

Beschrijving	Uitgedrukt in:	Met behulp van:
Potentiële opbrengst van gras en maïs (vanaf 1998)	kg ds/ha	Proefvelden en rassenonder-zoek
Bruto praktisch potentiële kg-opbrengst van gras en maïs	kg ds/ha	expertregels
Netto praktisch potentiële kg-opbrengst van gras en maïs	kg ds/ha	Aannames en gemeten bewei-dings- en oogst-verliezen
Voederwaarde	kVEM/kg ds	Voederwaarde-metingen
Netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras en maïs	kVEM/ha	
Netto praktisch potentiële kVEM- opbrengst van graslandbedrijf	kVEM /ha c.q. kVEM/%/ha	Aannames over percentage maïs
kVEM-prijs	€/kVEM	Prijs van stan-daardbrok A
Normbedrag	€/%/ha	

De ACSG-methode voor de vaststelling van de landbouwkundige schade van grondwaterstandsveranderingen door grondwateronttrekkingen is, zeker voor de tijd waarin hij is ontwikkeld, te kenschetsen als een *state of the art* agrohydrologisch doortimmerde en navolgbare methode. De ACSG-methode als zodanig staat in navolgende dan ook niet ter discussie. De daarmee vastgestelde schades hangen echter af van invoergegevens en uitgangspunten. Deze zullen in het volgende hoofdstuk nader worden geanalyseerd.

3 Analyse van de gebruikte invoergegevens

3.1 Inleiding

In de ACSG-methode wordt de hoogte van de landbouwkundige schade op grasland van de grondwaterwinning per schadevlak bepaald door:

1. De GVG/GHG in de situatie **met** en **zonde**r winning.
2. De bodemkundige typering, uitgedrukt als een bepaald TCGB-profiel.
3. De opbrengstdepressie volgens de TCGB-tabel.
4. Het normbedrag.

Punt 1 en 2 staan in deze zaak niet ter discussie. Dit hoofdstuk geeft een nadere analyse van de bij de ACSG-methode bij onderdelen 3 en 4 gebruikte invoergegevens.

3.2 De potentiële opbrengstfactor en de TCGB-tabel

Zoals in paragraaf 2.3 is uiteengezet, leidt een toename van de Q_p tot een toename van de opbrengstdepressie per mm vochttekort. Dit werkt door in de opbrengstdepressies die worden berekend met de TCGB-tabel. Daarom zal allereerst worden nagegaan welke Q_p in de ACSG-methode wordt gehanteerd.

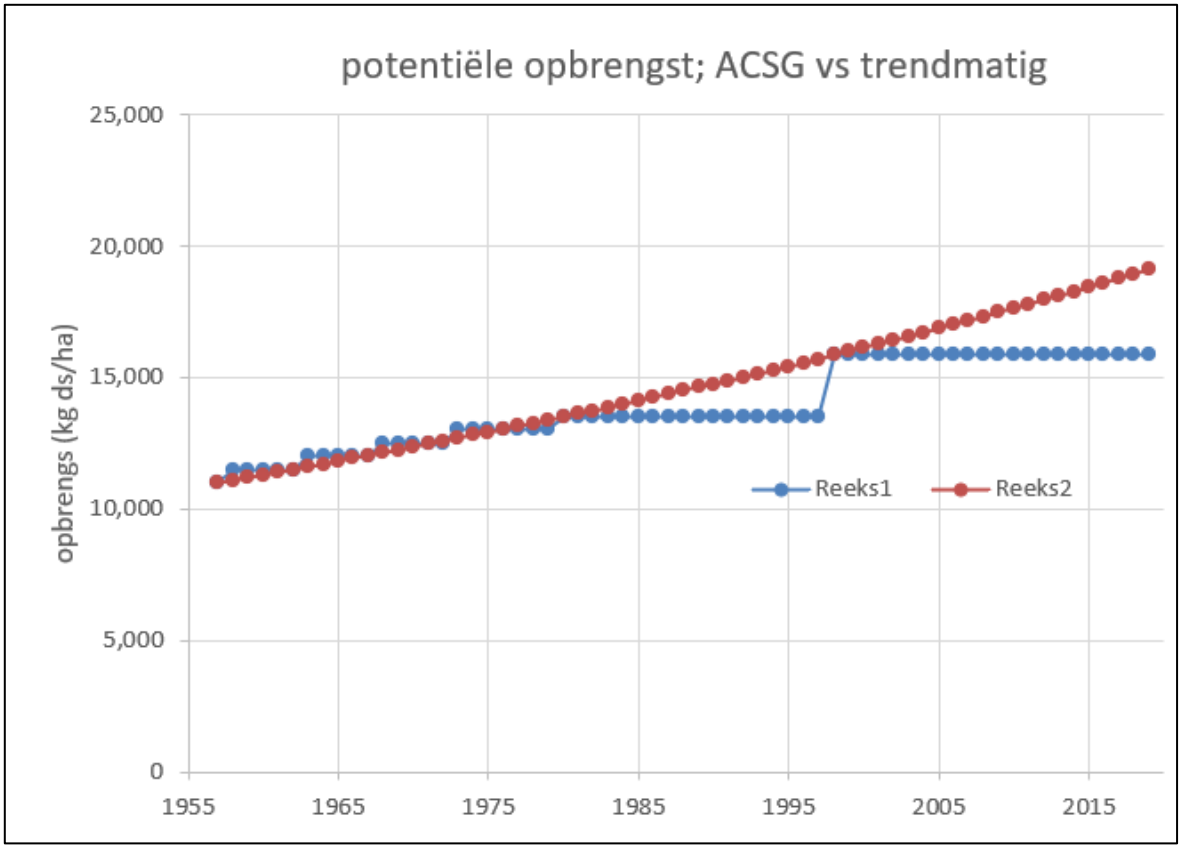
3.2.1 De gemiddelde Q_p van gras

Op basis van de Q_p in de periode t/m 1980 zoals vermeld in tabel 3.3 in Bouwmans, 1990 (zie tabel 1 van deze notitie) is een trendmatige ontwikkeling in Q_p bepaald van 0,894% toename per jaar vanaf 1957. Wanneer deze trendmatige ontwikkeling wordt doorgetrokken tot 2019, dan is de Q_p te bepalen vanaf 1957 t/m 2019. Verwezen wordt naar Bijlage 7: Opbrengsten en Normbedragen 1.0 met toelichting.

De aldus bepaalde waarden van Q_p per jaar vanaf 1957 zijn vergeleken met de Q_p-waarden volgens de ACSG. Voor de Q_p na 1980 zijn die te vinden in de ACSG-notitie 2019. Al deze waarden zijn in het excelprogramma verwerkt.

We zien dat in 1998 de Q_p door de ACSG is verhoogd van 13.500 naar 15.882 kg ds/ha. Dit komt doordat de ACSG in dat jaar de gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) gelijk stelde aan de tot dat moment geldende Q_p (zijnde 13.500 kg ds/ha). Aangezien de Q_{pp}^{bruto} in de ACSG-methodiek wordt verkregen door een reductie van 15% toe te passen op de Q_p, veronderstelt de aanpassing van Q_{pp}^{bruto} naar 13.500 kg ds/ha een Q_p van 13.500 x (1-0,15) = 15.882 kg ds/ha. Deze aanpassing is terloops gedaan zonder een gedegen onderbouwing, maar is wel een uitdrukking van het feit dat de ACSG zich bewust was van een doorgaande trendmatige ontwikkeling in de gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p) van grasland na 1980.

Onderstaande afbeelding laat zien dat de door de ACSG op willekeurige tijdstippen aangepaste waarden voor de Q_p van gras een zekere trendmatige ontwikkeling van de Q_p laat zien.



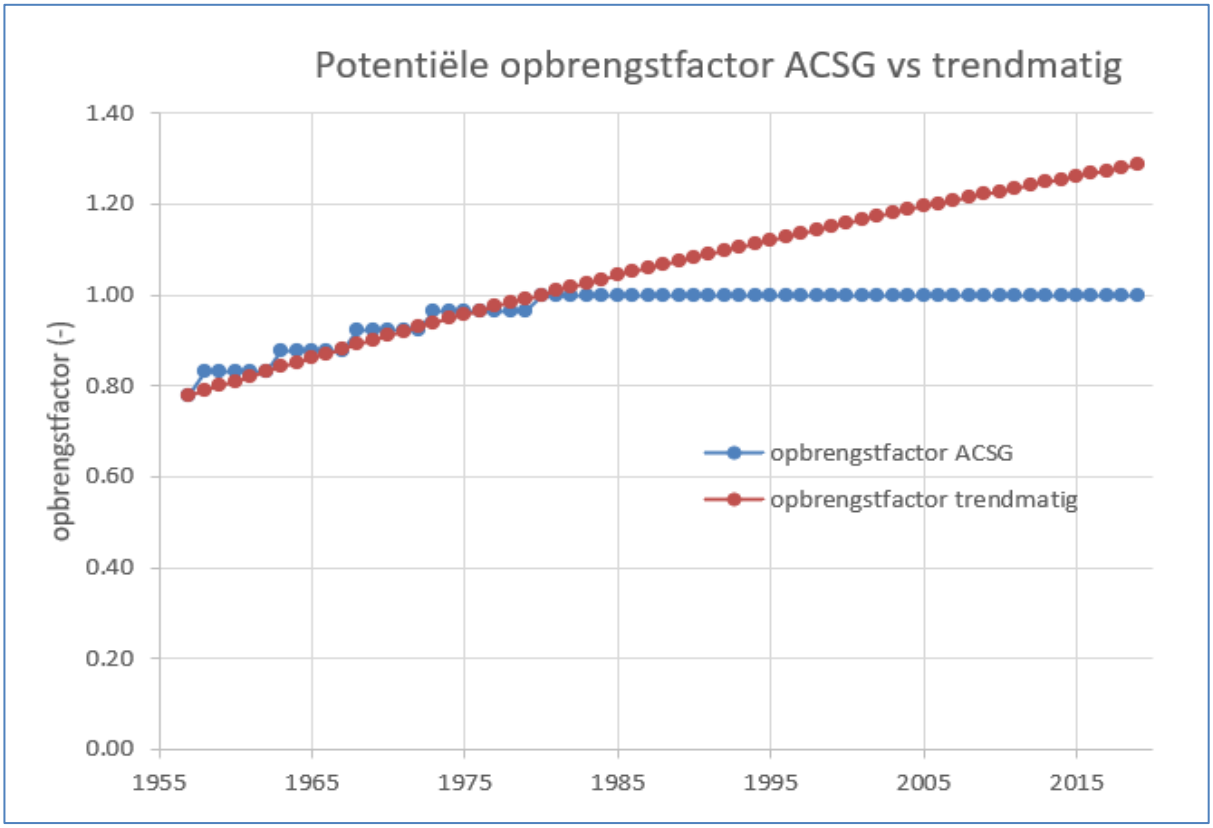
Afbeelding 4: De gemiddelde potentiële opbrengsten (Q_p) in de ACSG-methode vergeleken met de gemiddelde potentiële opbrengsten (Q_p) volgens een trendmatige toename van 0,894% per jaar.

We zien dat de door de ACSG toegepaste aanpassing van de Q_p in 1998 exact past in de trendmatige ontwikkeling ontleend aan de door de ACSG gebruikte Qp-waardes tot 1980. Maar vanaf 1980 gaat de trendmatige ontwikkeling van de Q_p gedurende steeds langere periodes uit de pas lopen met de Q_p die de ACSG hanteert. Bij de analyse van het normbedrag sectie 3.3.1 zal blijken dat deze toenemende discrepantie niet gerechtvaardigd is. Dit heeft niet alleen gevolgen voor het normbedrag maar ook voor de potentiële opbrengstfactor en daarmee voor de bepaling van het opbrengstdepressiepercentage.

3.2.2 Effecten van Q_p voor de potentiële opbrengstfactor

Op basis van de trendmatige bepaalde Q_p is de meeropbrengst per mm verdamping bepaald volgens verg. [4]. Daarmee is bij een bepaald vochttekort de opbrengstdepressie bepaald volgens verg. [2] en [3]. Deze waarden per jaar zijn uitgedrukt als potentiële opbrengstfactor tov de waarde in 1980.
In de ACSG-methode is vóór 1980 deze factor ontleend aan tabel 3.3 in Bouwmans,1990. Vanaf 1980 is deze factor op 1,0 gehandhaafd.

In onderstaande afbeelding zijn de aldus bepaalde factoren weergegeven.



Afbeelding 5: Vergelijking van de potentiële opbrengstfactoren volgens de ACSG en ontleend aan de trendmatige toegenomen Q_p.

In 2019 bijvoorbeeld is de potentiële opbrengstfactor volgens de trendmatig bepaalde Q_p: 1,29. Dit betekent dat de bij schadebepaling voor dat jaar de opbrengstdepressies voor vochttekorten in de TCGB-tabel met die factor zouden moeten worden vermenigvuldigd. Voor de jaren ervoor gelden lagere potentiële opbrengstfactoren.

3.3 De normbedragen

Voor de analyse van de door de ACSG gehanteerde normbedragen voor een graslandbedrijf zullen door de ACSG gebruikte gegevens bij de stappen in tabel 1 nader worden geanalyseerd. De analyse heeft alleen betrekking op de periode 1980 t/m 2019.

3.3.1 De gemiddelde Q_p van gras en maïs

Gras
De langjarig gemiddelde potentiële opbrengst van grasland, Q_p, die de ACSG hanteert en de Q_p volgens de trendmatige ontwikkeling is beschreven in sectie 3.2.1. De discrepantie tussen de trendmatige ontwikkeling van de Qp en de Qp die de ACSG hanteert neemt sinds 1998 steeds verder toe. De vraag is nu of deze discrepantie verklaard kan worden door een trendbreuk in de ontwikkeling van de Qp sinds 1998.

Er zijn geen redenen om aan te nemen dat van een dergelijke trendbreuk sprake is. Volgens de trendmatige bepaalde ontwikkeling van de Qp die valt af te leiden uit de Qp-waardes die de ACSG vanaf de jaren 1950 tot aan 1998 hanteert, zou de gemiddelde Qp in 2019 ruim 19.000 kg ds/ha moeten zijn. Dat is zonder meer realistisch. Volgens Edward Ensing van Barenbrug Holland werd op proefvelden met rietzwenkgrasdoor grasveredeling anno 2105 al gemakkelijk 22.000 kg ds/ha gehaald. Met Italiaans of Engels raaigras zou 20.000 kg ds/ha onder omstandigheden haalbaar zijn.[11] Let wel: het gaat bij de bepaling van de Qp om de opbrengst die in potentie kan worden gerealiseerd op een proefveld met een optimale vochtvoorziening en zonder mestbeperking. Op die basis is het aannemen van een Qp van 19.000 kg ds/ha in 2019 alleszins redelijk.

Maïs

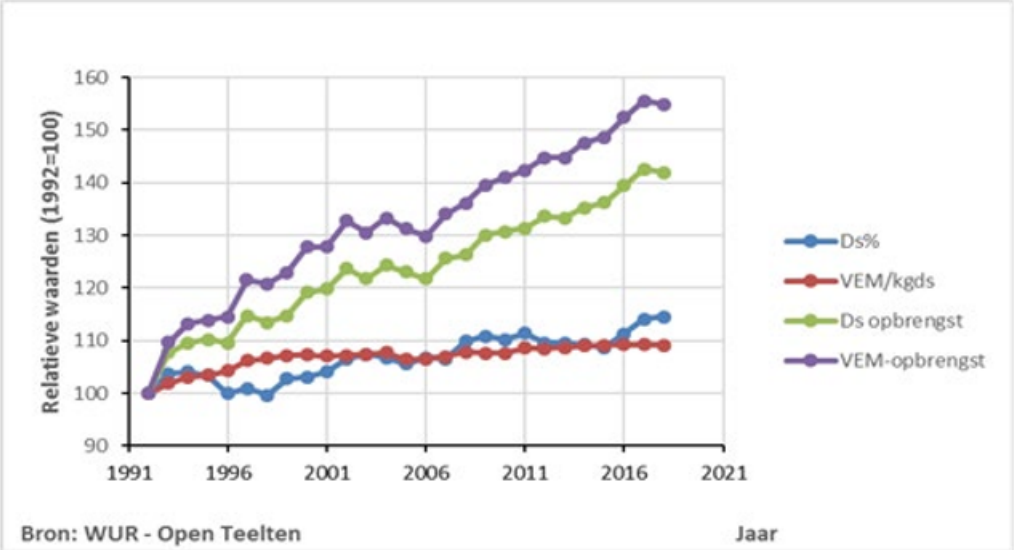
Sinds 1998 wordt maïs voor 25% meegenomen in de bepaling van de normbedragen. In dat jaar werd de gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst ($Q_{pp}^{bruto)}$ door de ACSG gesteld op 16.000 kg ds/ha. Bij 10% verliezen voor normale praktijkomstandigheden bij bouwplan akkerbouw (waaronder maïs) betekent dit een gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p) van 16.000/0,9 is 17.778 kg ds/ha. Deze waarde is sindsdien niet aangepast.

Ook voor maïs geldt dat er een doorgaande trendmatige ontwikkeling is in de gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p). Deze trend is afgeleid uit gegevens van het Handboek Snijmaïs 2020[12].

[11] Veeteelt Gras Extra, september 2015

[12] Werkgroep Handboek snijmaïs, 2019. Handboek snijmaïs. Wageningen Livestock Research

De vooruitgang in vroegheid, drogestofopbrengst, VEM/kg ds en VEM-opbrengst in de periode 1992 tot en met 2018 is weergegeven in figuur 1.3. Wat opvalt is de enorme vooruitgang in VEM-opbrengst. In 26 jaar is de VEM-opbrengst met ca. 55% toegenomen. Dat betekent een gemiddelde vooruitgang van ruim 2% per jaar. Deze vooruitgang is vooral gerealiseerd door een hogere drogestofopbrengst van ruim 42% (1,6% per jaar). Daarnaast is VEM/kg ds in die zelfde periode gestegen met 9%, of te wel bijna 0,35% per jaar.



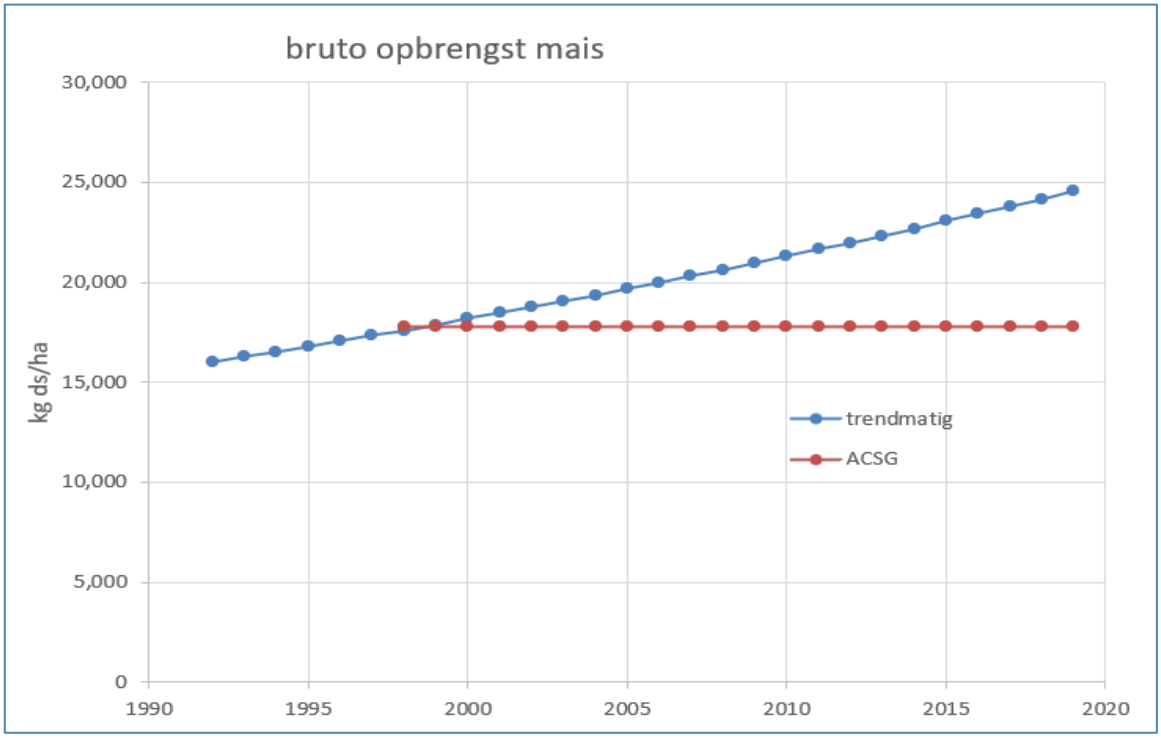
Figuur 1.3 *Relatieve ontwikkeling van de vroegheid (ds%), drogestofopbrengst, voederwaarde (VEM/kg ds) en VEM-opbrengst. Per jaar is de gemiddelde waarde van de A- en N-standaardrassen als relatieve waarde opgenomen, waarbij 1992 op 100 is gesteld.*

In 26 jaar is de ds opbrengst gestegen met 42% (1,6% per jaar). De bruto opbrengst is in 1992 is gesteld op 16.000 kg ds/ha, op basis van cijfers uit de vergelijkende rassenlijst[13]. Zie onderstaande uitsnede.

Op de proefvelden van het Cultuur- en Gebruikswaarde Onderzoek (CGO) nam de gemiddelde opbrengst toe van ongeveer 16 ton drogestof per hectare in het begin van de jaren negentig tot 21 ton in recente jaren. Gemiddeld over de afgelopen 25 jaar steeg de opbrengst jaarlijks 250 kilo drogestof per hectare. Daarbij wordt 180 kilo toegerekend aan de genetische verbetering van de rassen en 70 kilo aan een combinatie van weer (toenemende temperatuur) en management (vroegere zaaidatum).

Daarmee is voor de jaren na 1992 met het excel-programma de trendmatig Q_p te berekenen.

In onderstaande afbeelding zijn de gemiddelde bruto opbrengsten van maïs zoals gebruikt door de ACSG vergeleken met de trendmatig bepaalde bruto opbrengsten.



Afbeelding 5: Vergelijking van de gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p) van maïs volgens ACSG en trendmatig.

3.3.2 Gemiddelde bruto praktisch potentiële kg-opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) van gras en maïs

De gewasopbrengsten op proefvelden kunnen op de beste landbouwbedrijven waarbij de water- en nutriënten voorziening optimaal is, op perceelsniveau niet worden gehaald vanwege o.a. niet-uniforme omstandigheden en randverliezen.

Gras
In de ACSG-methode wordt een reductiepercentage van 15% gehanteerd (Bouwmans, 1990; pag. 13). Aldus wordt de gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{bruto})berekend. Zie excel-programma.

Te beredeneren is dat door betere landbouwkundige praktijken en groter percelen er een trendmatig afname van dit percentage is opgetreden. Er is echter onvoldoende onderzoeksmateriaal om een trendmatige afname van dit percentage aan te nemen.

Met het percentage van 15% wordt de gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) vanaf 1980 berekend volgens de trendmatige ontwikkeling . Verwezen wordt naar Bijlage 7: Normbedragen en opbrengsten.1.0 met toelichting.

Maïs

Voor maïs gaat de ACSG uit van 10% reductie. Te beredeneren is dat door betere landbouwkundige praktijken en groter percelen een trendmatig afname van dit percentage is opgetreden. Er is echter onvoldoende onderzoeksmateriaal om een trendmatige afname van dit percentage aan te nemen.

Voor zowel de ACSG-methode als de trendmatige ontwikkeling is de gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) per jaar bepaald.

3.3.3 Gemiddelde netto praktisch potentiële kg-opbrengst (Q_{pp}^{netto}) van gras en maïs

Gras
De gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) wordt in de praktijk niet gehaald omdat er verliezen optreden bij het beweiden of maaien. Tot 1998 hanteert de ACSG een percentage beweidings- en maaiverliezen van 17,5% om van bruto praktisch potentiële kg-opbrengsten, $Q_{pp}^{bruto,}$ naar netto praktisch potentiële kg-opbrengsten, Q_{pp}^{netto}, te komen.

In 1998 zijn de beweidings- en voederwinningsverliezen door de ACSG gewogen: de beweidingsverliezen tellen voor 25% mee en de voederwinningsverliezen voor 75%. Aangezien de maaiverliezen kleiner zijn dan de beweidingsverliezen (15% resp. 20%) resulteerde dat een netto potentiële opbrengst van 11.306 kg ds/ha. In de bijlage wordt dit nader toegelicht. Delen van 11.306 door 13.500 levert een verliespercentage van 16,25%. Vanaf 1998 hanteert de ACSG een percentage beweidings- en maaiverliezen van 16,25% om van bruto praktisch potentiële kg-opbrengsten, $Q_{pp}^{bruto,}$ naar netto praktisch potentiële kg-opbrengsten, Q_{pp}^{netto}, te komen. Dit percentage is in de ACSG-methode vanaf 1998 gehanteerd.

Maar ook voor aspect verliezen geldt dat de tijd niet heeft stil gestaan. Op basis van gegevens uit de Kringloopwijzer[14] is het percentage beweidings- en maaiverliezen in 2019, bij de door de ACSG gehanteerde verhouding tussen maaien en beweiden, gesteld op 15% resp. 5% .Zie onderstaande uitsnede uit de Kringloopwijzer.

[14] Van Dijk, W., J.J. Schröder, L.B Sebek, J. Oenema, J.G. Conijn, Th. Vellinga, J. de Boer, M de Haan en K. Verloop, 2019. Rekenregels van de Kringloopwijzer 2019. WUR.

Tabel 1.1 *Door de KringloopWijzer gehanteerde procentuele veldverliezen (beweidingsverliezen bij weidegras, maaiverliezen bij gemaaid gras, oogstverliezen bij maïs), conserveringsverliezen en vervoederingsverliezen.*

	Veldverlies	Conserveringsverlies				Vervoederingsverlies
	DS, VEM, N, P	DS	VEM	N	P	DS, VEM, N, P
Weidegras, beperkt weiden	15	0	0	0	0	0
Weidegras, onbeperkt weiden	20	0	0	0	0	0
Weidegras, stalvoedering	5	0	0	0	0	0
Gemaaid gras ten behoeve van inkuilen	5	10	15	3	0	5
Snijmaïs	2	4	4	1	0	5
Overig zelf geteeld ruwvoer	2	4	6	1.5	0	3
(aangevoerde) natte bijproducten	0*	4	6	1.5	0	3
Enkelvoudige krachtvoeders	0*	4	6	1.5	0	2
Mengvoer en melkproducten	0*	0	0	0	0	2
Mineralen (zouten)	0*	0	0	0	0	2

Weging naar percentage weiden en maaien resulteert is een verliespercentage anno 2019 van 7,5%.

De daling van 17,5% in 1980 naar 7,5% is te vertalen naar een trendmatige daling van 2,149% per jaar. In het excel-programma is dat vertaald naar een jaarlijkse procentuele waarde van de verliezen.

Maïs
Vanaf 1998 hanteert de ACSG voor maïs een percentage van 6% oogstverliezen om van bruto praktisch potentiële kg-opbrengst (Q_{pp}^{bruto}) naar netto praktisch potentiële kg-opbrengsten (Q_{pp}^{netto}) te komen.

Volgens de Kringloopwijzer zijn de oogstverliezen voor maïs 2% (zie uitsnede hiervoor). Voor maïs is de trendmatige daling in oogstverliezen dus van 6% naar 2%. Dit is vertaald in een trendmatige afname van 3,987% per jaar. Aldus is per jaar de gemiddelde netto praktisch potentiële opbrengst (Q_{pp}^{netto}) berekend.

3.3.4 Gemiddelde voederwaarde van gras en maïs

Gras
De door de ACSG gehanteerde voederwaarden van gras van 1953 t/m 1980 staan vermeld in het LAGO-rapport 1984. Zie onderstaande uitsnede.

Periode	Gemiddelde voederwaarde van de gederfde ds. produktie (kVEM/kg ds)
1953 t/m 1957	0,750
1958 t/m 1967	0,770
1968 t/m 1972	0,800
1973 t/m 1979	0,820
1980	0,840

Op basis hiervan is een trendmatig ontwikkeling afgeleid van 0,421 % toename per jaar vanaf 1953. Deze trend is ook toegepast op de jaren na 1980.

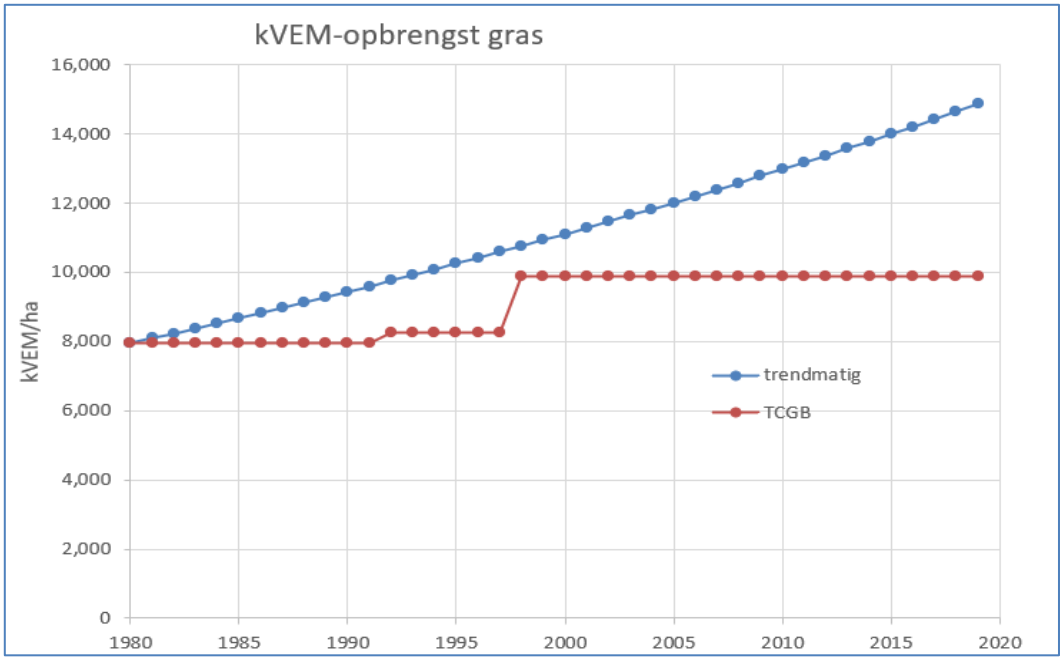
Maïs
Voor maïs hanteert de ACSG sinds 1998 een gemiddelde voederwaarde van 0,910 kVEM per kg ds.

De trendmatige ontwikkeling is afgeleid uit gegevens uit het Handboek snijmaïs, nl. 0,35% per jaar (zie de in sectie 3.3.1 weergegeven uitsnede uit dit Handboek).

Hiermee is met het excel-programma per jaar de voederwaarde volgens de trendmatige ontwikkeling te berekenen.

3.3.5 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras en maïs

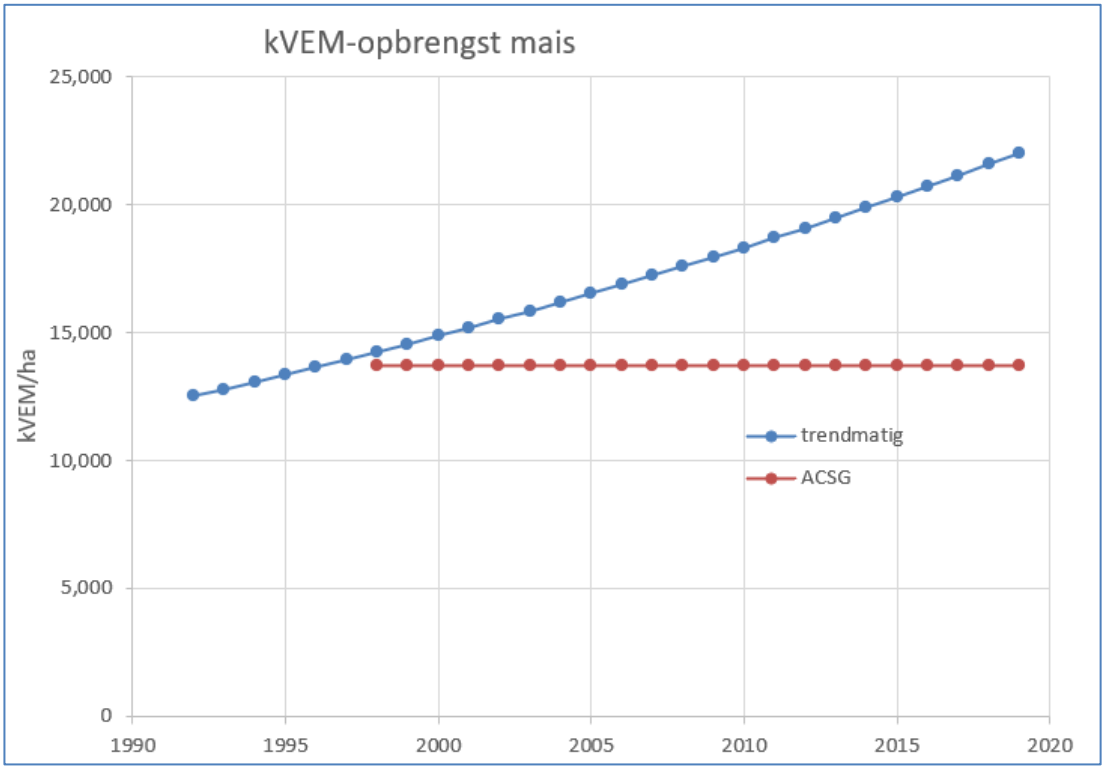
De gemiddelde praktisch potentiële kVEM-opbrengst is het product van gemiddelde praktisch potentiele droge-stofopbrengst en de gemiddelde voederwaarde. De aldus bepaalde gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengsten van gras en maïs zijn in onderstaande afbeeldingen weergegeven.



Afbeelding 6: Vergelijking van de gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras volgens ACSG en trendmatig.

Elk bolletje is de waarde van de KVEM-opbrengst zoals door De Bakelse Stroom berekend en opgenomen in Bijlage 7: Opbrengstdepressies en Normbedragen 1.0 met toelichting. De lijntjes daar tussen hebben alleen visuele betekenis.

Het sprongetje in KVEM-opbrengst volgens de ACSG-methode in 1992 is het gevolg van een lichte verhoging in voederwaarde door de ACSG in 1992 van 0,840 naar 0,873 (kVEM/kg ds). De verhoging in kg-opbrengst die in de ACSG-methode in 1998 werd doorgevoerd is terug te zien als een sprong in de kVEM-opbrengst. Maar doordat de voederwaarde niet is veranderd is de kVEM-opbrengst volgens de trendmatige ontwikkeling hoger (itt de kg-opbrengst).



Afbeelding 7: Vergelijking van de gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van maïs volgens ACSG en trendmatig.

Doordat de trendmatig bepaalde voederwaarde in 1998 hoger is dan volgens de ACSG-methode is de kVEM-opbrengst volgens de trendmatige methode in 1998 iets hoger dan de kVEM-opbrengst volgens de ACSG-methode (iit de kg-opbrengsten).

3.3.6 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst (Q_{pp}^{netto}) voor melkveebedrijf

De kVEM-opbrengsten van gras en maïs worden gewogen om te komen tot de gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van een melkveebedrijf. Tot en met 1998 100% gras en vanaf 1999 in de verhouding 75% gras en 25% maïs. Het excel-programma geeft de resultaten.

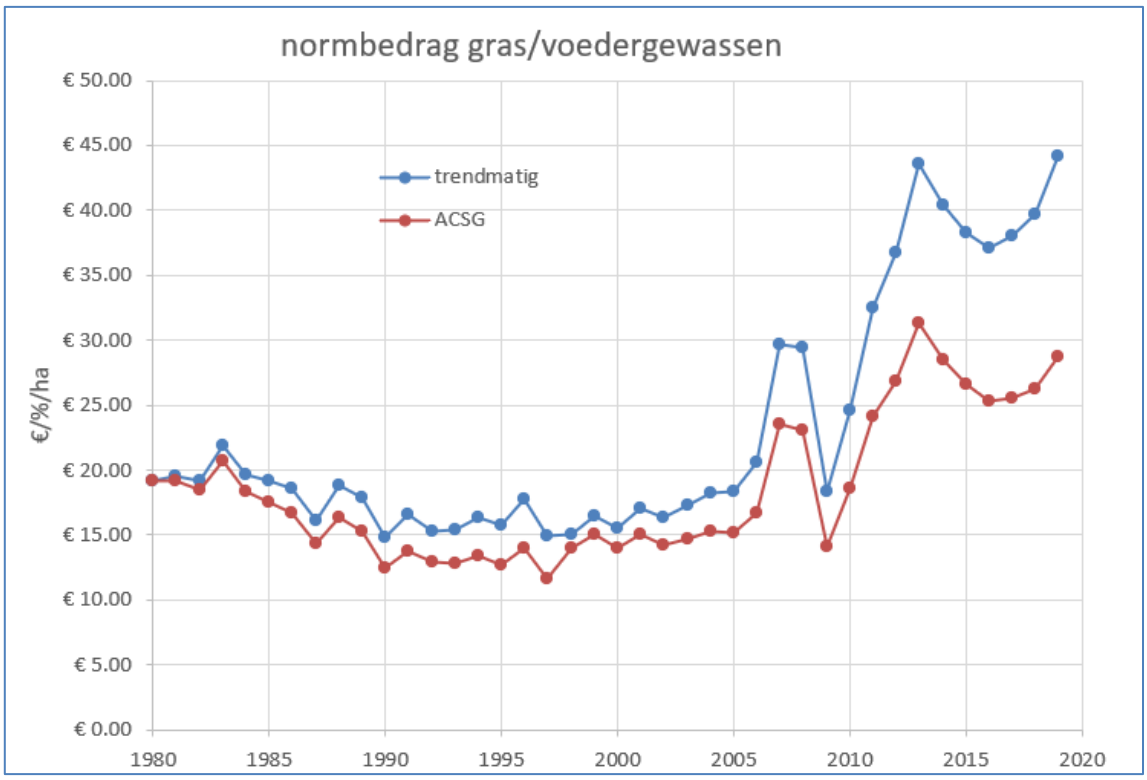
3.3.7 kVEM-prijs

Elk jaar wordt de kVEM-prijs vastgesteld op basis van de maandelijks op internet gepubliceerde prijzen van Standaardbrok A. Dit is vanaf 1980 gedaan en het resultaat is in het excel-programma opgenomen. De ACSG past deze methode ook toe en dit onderdeel is geen bron van noemenswaardige verschillen.

3.3.8 Normbedrag

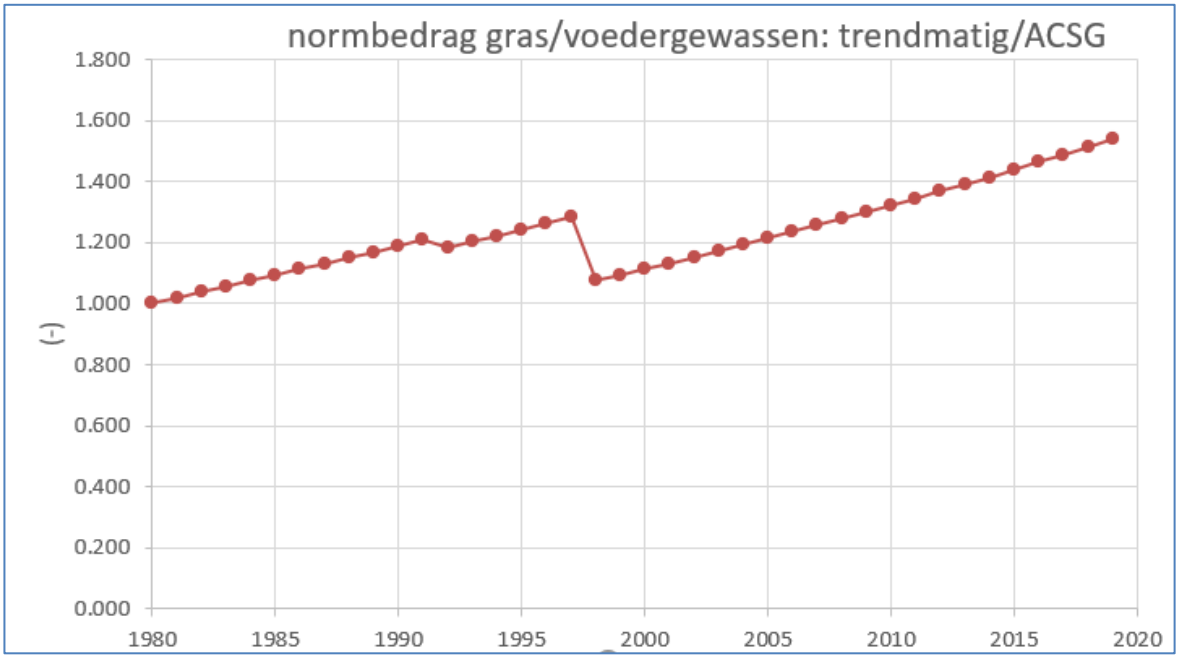
Door vermenigvuldiging van de kVEM/%/ha met de kVEM-prijs wordt het normbedrag verkregen, voor zowel de ACSG-methode als de trendmatige ontwikkeling. Het resultaat is opgenomen in het excel-programma.

In onderstaande afbeelding is weergegeven hoe het normbedrag voor graslandbedrijven volgens de trend en het normbedrag volgens de ACSG zich vanaf 1980 ontwikkeld.



Afbeelding 8: Vergelijking van het normbedrag voor melkveebedrijven volgens ACSG en trendmatig.

In onderstaande afbeelding is weergegeven hoe het normbedrag voor graslandbedrijven volgens de trend en het normbedrag volgens de ACSG zich vanaf 1980 ontwikkeld, uitgedrukt als verhoudingsgetal (trendmatig normbedrag gedeeld door ACSG-normbedrag).



Afbeelding 9: Verloop van de verhouding in normbedrag van trendmatig vs. ACSG.

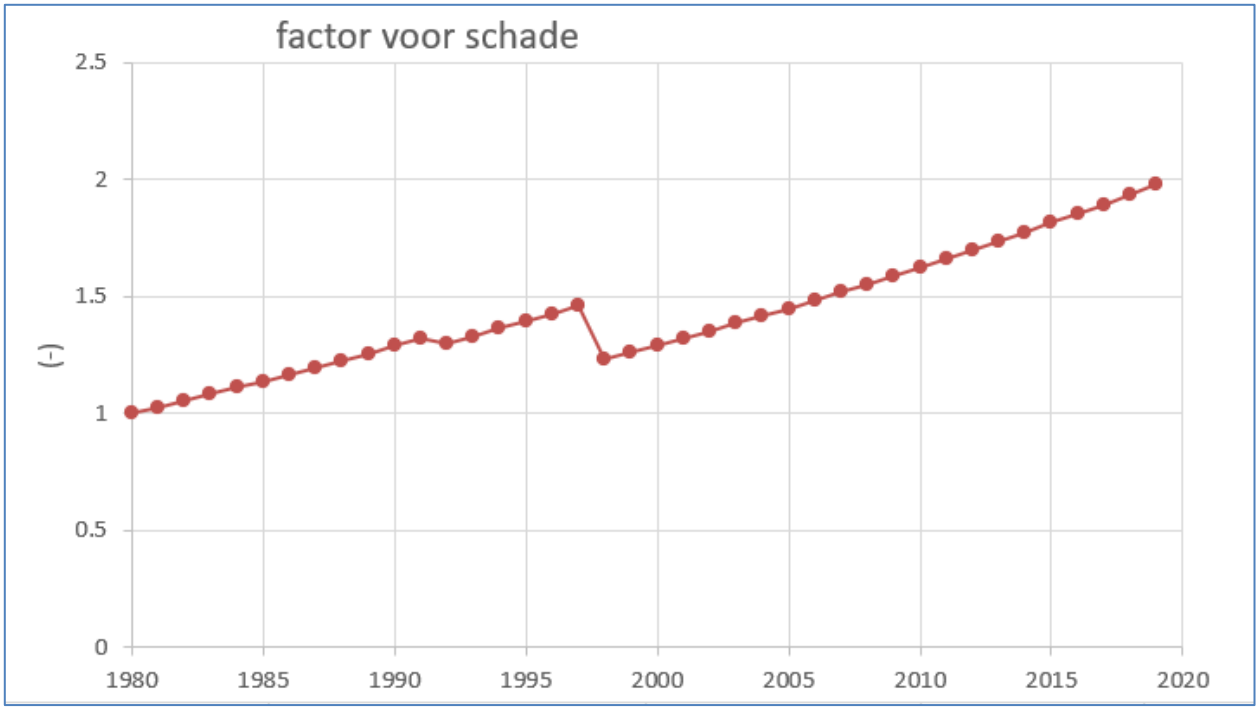
In 2018 wordt de grens van 1,50 overschreden.

3.4 Effecten voor schade

Het uit te keren schade als gevolg van de landbouwkundige schade van een grondwaterwinning wordt bepaald door:

a. de verandering in opbrengstdepressie waarbij de verandering in opbrengstdepressie a.g.v. wateroverlast met een bepaald percentage wordt verrekend met de verandering in opbrengstdepressie a.g.v. vochttekort. De opbrengstdepressie volgens de TCGB-tabel moet daarbij worden gecorrigeerd met de potentiële opbrengstfactor.
b. Het normbedrag.

Uit de analyse volgt dat zowel de potentiële opbrengstfactor als het normbedrag in de ACSG-methode niet, hetzij te weinig frequent, zijn aangepast aan de trendmatige ontwikkelingen in opbrengsten, verliezen en voederwaarde van gras en maïs waardoor het 'werkelijke' schade steeds meer uit de pas gaat lopen met het ACSG-schadebedrag. Onderstaande afbeelding geeft dit weer.



Afbeelding 10: Verloop van factor waarmee schade vanaf 1980 in 'werkelijkheid' uit de pas loopt met schade volgens ACSG-methode.

In 2018 wordt de grens van 1,9 overschreden.

4 Samenvatting en conclusies

4.1 Samenvatting

In deze notitie wordt de ACSG-methode beschreven om te komen tot een geldelijke waardering van de landbouwkundige effecten (schade) van een verandering in grondwaterstand als gevolg van een grondwaterwinning voor graslandbedrijven. In hoofdstuk2 wordt de methode nader toegelicht.

In hoofdstuk 3 worden de bij de ACSG-methode gebruikte gegevens nader geanalyseerd. Met als bevinding dat de invoergegevens sinds 1981 niet of onvoldoende frequent zijn aangepast aan de trendmatige toename in landbouwopbrengsten en voederwaarde en de trendmatige afname in maai- en oogstverliezen. De consequenties hiervan voor de opbrengstdepressies en het normbedrag zijn voor de periode 1980 t/m 2019 per jaar in beeld gebracht en vergeleken met dezelfde waarden volgens de ACSG-methode.

4.2 Conclusies

De ACSG-methode is gebaseerd op *state of the art* kennis van de agrohydrologie van rond de jaren tachtig van de vorige eeuw en is te karakteriseren als een abstracte methode die transparant en navolgbaar is. De methode zelf wordt bij de vaststelling van de schade door grondwaterwinningen door de ACSG sinds jaar en dag toegepast en wordt in onderhavige analyse niet ter discussie gesteld.

De in de ACSG-methode gehanteerde opbrengstdepressies en normbedragen voor melkveebedrijven lopen vanaf 1981 uit de pas met de opbrengstdepressies en normbedragen op basis van de doorlopende trendmatige ontwikkeling.

De uit te keren schadevergoeding is het product van verandering in opbrengstdepressie en normbedrag. De in het ACSG-(ontwerp)adviezen voorgestelde schadebedragen zijn voor graslandbedrijven vanaf 1981 te laag en de discrepantie met de 'werkelijkheid' neemt toe tot ongeveer een factor 2,0 in 2019.

Bijlage 1: CV van Jan van Bakel

CURRICULUM VITAE Jan van Bakel, Algemeen

Laatste update: 18-6-2020

Persoonlijke gegevens:

Familienaam	Van Bakel
Beroep:	hydroloog
Geboortedatum:	02-05-1949
Nationaliteit	Nederlandse
Geslacht	man
Adres privé:	Simon Vestdijkstraat 15
Postcode + Plaats:	6708 NW Wageningen
E-mail:	jan.van.bakel@hetnet.nl
Tel.:	06 22452578

Opleiding

van	tot	instituut	titel
1961	1964	Lagere Land- en Tuinbouwschool	
1964	1966	Middelbare Tuin-bouwschool	
1966	1969	Hogere Land-bouwschool	Ing.
1970	1976	Landbouwhoge-school, speciali-satie hydrologie	Ir.
	1986	Landbouwhoge-school	Dr.

Talen (uitstekend, goed, redelijk)

Engels	goed
Duits	goed
Frans	redelijk

Kennis en vaardigheden

- expert op het gebied van operationeel waterbeheer door waterschappen
- expert landbouwwaterhuishouding (nat-, droogte- en zoutschade)
- expert op gebied van regionale waterhuishouding waarbij het zwaartepunt ligt in de modellering van het topsysteem en de bepaling van effecten van waterhuishoudkundige maatregelen voor de landbouw
- ervaring met toepassing van modellen op landelijke en regionale schaal
- ervaring in het geven van onderwijs en kennisoverdracht (PHLO-cursus GGOR, PAO-cursus Water-conservering, begeleider bij minor Hydrologische modellering van VHL)

Werkervaring in Nederland

1976-1991	wetenschappelijk medewerker bij het Instituut voor Cultuurtechniek en Water huishouding (opgegaan in het SC-DLO); in 1986 gepromoveerd op het onder-werp 'Planning, design and operation of regional surface water systems. A case study'
1991-1996	hoofd adviesgroep Integraal Waterbeheer van Tauw Civiel en Bouw bv in De-venter
1996-sept 2009	senior-onderzoeker bij Centrum Water en Klimaat van Alterra
Vanaf 1 oktober 2009	zzp'er (De Bakelse Stroom)

Werkervaring in het buitenland

2009: 2 missies naar Turkije
2011: Fact finding mission Peilgestuurde drainage USA

Ervaring in kennisoverdracht

- diverse artikelen in H_2O en Stromingen
- regelmatig vakinhoudelijke voordrachten
- cursusleider PHLO-cursussen SWAP 2002 en 2003 en WBS-cursus GGOR 2007
- najaar 2009: Onderdeel onverzadigde de zone van de minor Hydrologische modellering van VHL
- plaatsen van hydrologische 'klassiekers' op website: www.debakelsestroom.nl

Specifieke relevante ervaring

Jan van Bakel is een erkend specialist op het gebied van landbouwwaterhuishouding. Dit blijkt uit regelmatig inschakeling als expert bij geschillen tussen agrariërs en waterschappen en als getuige-deskundige bij rechtszaken waar nat- en droogteschade in de landbouw aan de orde is.

Daarnaast is hij de afgelopen jaren betrokken (geweest) bij diverse projecten. De meest relevante zijn:

1. **Actualisatie van de HELP-tabellen (Waterwijzer).** In opdracht van STOWA wordt door een consortium bestaande uit Alterra, KWR en De Bakelse Stroom een methode ontwikkeld en toegepast om de relatie tussen waterbeheer en droogte-, nat- en zoutschade in de landbouw te actualiseren en toepasbaar te maken in de praktijk. Project loopt nog.
2. **Evaluatie van de NHI-resultaten** die betrekking hebben op de landbouw, in opdracht van WVL, uitgevoerd in 2014.
3. Analyse van de gevolgen van **klimaatverandering voor de verdamping van landbouw**, binnen het kader van Zoetwatervoorziening van Oost-Nederland, uitgevoerd in 2013.
4. Ontwikkeling en toepassing van de **Eureyeopener.** In opdracht van waterschappen in het westen van Nederland en Rijkswaterstaat is door een consortium van WUR, Deltares en De Bakelse Stroom een model ontwikkeld waarmee op regionale schaal o.a. effecten van aanvoer van zoet water op de (vermindering van) zout- en droogteschade in de landbouw kunnen worden bepaald. Uitgevoerd in de periode 2010-2014.
5. **Vasthouden aan de Bron**. In opdracht van de waterschappen in Noord-Brabant is onderzocht of water vasthouden aan de bron een goede strategie is om de piekafvoeren te reduceren. Jan van Bakel werd als expert ingehuurd door ZLTO-projecten. Afgerond in 2013.
6. **Klimaatadaptieve Drainage.** Initiator bij innovatieve vorm van op afstand regelbare peilgestuurde drainage.
7. **SAWAX.** Als initiator en ontwikkelaar betrokken bij innovatieve stuw SAWAX.
8. **Landbouw op Peil.** Als adviseur betrokken bij formuleren van en doorrekenen van landbouwwaterhuishoudkundige maatregelen.
9. **Risicogerichte benadering van wateroverlast**. In opdracht van waterschap Zuiderzeeland, samen met HKV, uitgevoerde verkenning.
10. **Op weg naar CV 2.0**. In opdracht van waterschap Drentse en Overijsselse Delta, samen met Hydrologic, uitgevoerde verkenning naar een andere grondslag voor dimensionering en onderhoud van waterlopen.

11. Zouttolerantie van gewassen afhankelijk van het groeistadium? Resultaten van een literatuuronderzoek. WER-rapport 2897.
12. **Maaiveldafvoer in beeld.** In opdracht van waterschap Vechtstromen uitgevoerde analyse van de kans op optreden maaiveldafvoer, samen met WUR en Deltares.

Publicaties van Jan van Bakel

Datum: 18-6-2020

Auteur of belangrijkste co-auteur

1. Bakel, P.J.T. van, 1978. A numerical model for non-stationary groundwater flow in a multi-layered system. Nota 1077, ICW, Wageningen.
2. Bakel, P.J.T. van, 1979a. Onderzoek naar de effecten van waterbeheersmaatregelen in het waterschap De Veenmarken. De Boerderij 65 (50): 28-31.
3. Bakel, P.J.T. van, 1979b. Verdamping in relatie tot bodem en gewas. In: Verdamping en gewasproduktie. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Waterhuishouding Gelderland: deel 2.
4. Bakel, P.J.T. van, 1981a. De mogelijke invloed van afvoeren tijdens dooiperioden en tijdens het groeiseizoen op het ontwerpen en afvoeren van af- en ontwateringsstelsels, Nota 1254. ICW, Wageningen.
5. Bakel, P.J.T. van, 1981b. Unsaturated zone en evapotranspiration. In: Evaporation in relation to hydrology. Proc. and Inf. CHO-TNO 28: 38-58.
6. Bakel, P.J.T. van, 1984a. Analyse van het stuwpeilbeheer in 1983 zoals uitgevoerd door het waterschap De Veenmarken. Nota 1485. ICW, Wageningen.
7. Bakel, P.J.T. van, 1984b. Analyse van afvoeren tijdens de dooiperioden en in de zomer op ontwerp en onderhoud van watergangen. Cultuurt, Tijdschr. 23 (6): 301-309.
8. Bakel, P.J.T. van, 1985. Effecten van peilbeheer in het aanvoergebied De Monden (Dr.). Rapport 15. ICW, Wageningen.
9. Bakel. P.J.T. van, 1986a. A systematic approach to improve the planning, design and operation of surface water management systems. A case study. Report 13. ICW, Wageningen (also published as Thesis of Agricultural University).
10. Bakel, P.J.T. van, 1986b. Hydrological and economical effects of manipulating water levels in open water conduits- a case study. In: Proc. Symposium Agr. Water Manag.: 239-257.
11. Bakel, P.J.T. van, 1986c. Gebruik van simulatiemodellen voor het peilbeheer. Waterschapsbelangen (12); 312-315.
12. Bakel, P.J.T. van, 1987. Samenvatting van geohydrologische inventarisaties in of nabij de Onner- en Oostpolder in de gemeente Haren (Groningen). Nota 1806. ICW, Wageningen.
13. Bakel, P.J.T. van, 1988a. Operational aspects of surface water systems in relation to hydrology of agricultural areas and nature reserves. Agr. Water Manag. 14: 377-387.
14. Bakel, P.J.T. van, 1988b. Economic quantification of plans for surface water management. In: Proc. UNESCO Symposium on decision Making in Water resources Planning. Vol. 1: 145-153.
15. Bakel, P.J.T. van, 1988c. Using drainage systems for supplementary irrigation. Irrigation and Drainage Systems 2: 125-137.
16. Bakel, P.J.T. van, 1989. A real time simulation model as a decision support system for surface water management. In: M.L. Kavvas (ed.), New directions for surface water modelling. Wallingford, IAHS-publication 181: 379-386.

17. Bakel, P.J.T. van en A.F. van Holst, 1991. Grondwaterstandsveranderingen. Bijdrage aan het handboek voor Milieubeheer. Samson H.D. Tjeenk Willink.
18. Bakel, P.J.T. van, J.A. Elbers, J.G. Kroes, M. Leistra, C.C.P. van Mourik en J.H. Smelt. 1992. Mogelijkheden tot reductie van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Drentsche Aa. Rapport 200. SC-DLO, Wageningen.
19. Bakel, P.J.T. van, 1993a. Modelleren op maat? In: Modelleren op maat. Rapport 7. Stowa, Utrecht.
20. Bakel, P.J.T. van, 1993b. Hydrologische voorspellingsmethoden. Kanttekeningen bij de bruikbaarheid voor ecologische toepassingen. Landschap 9(2): 107-117.
21. Bakel, P.J.T. van, 1993c. De rol van de waterbalans bij waterconservering en –aanvoer. In: De rol van de waterbalans in het waterbeheer: kwantiteit en kwaliteit. PHLO-cursus.
22. Bakel, P.J.T. van, 1994. Geïntegreerd denken en doen bepaalt succes integraal waterbeheer. In: Nederland-Waterland. Op volle kracht vooruit. Mei 1994, p. 43.
23. Bakel, P.J.T. van en P.A.J. W. de Wit, 1995. Is de toegenomen verdamping één van de oorzaken van de verdroging? H20 (25): 770-773.
24. Bakel, P.J.T. van, A.J. de Braal, G.D. Geldof, D.J. Marsman, L.M. Remesal van Merode en J. Luijendijk, 1995. Verstedelijking en verdroging. NOV-rapport 4.
25. Bakel, P.J.T. van, F. Benning en J. Kreling, 1996. De waterschappen als grondwaterbeheerder (1). Een nieuwe uitdaging. Het Waterschap.
26. Bakel, P.J.T. van, 1996. De hydrologische grootheid 'Ernst'. Stromingen 2 (2): 17-21.
27. Bakel, P.J.T. van en Ph. Hamaker, 1998. Gewenste grond- en oppervlaktewatersituatie voor de landbouw in Friesland. Landelijke normen en toepassing daarvan op vier peilgebieden. Rapport 595. SC-DLO, Wageningen.
28. Bakel, P.J.T. van, J.W.J van der Gaast, P.J.G.J. Hellegers, C Kwakernaak, M. Mulder, J. van Os, C.W.J. Roest, N.P. van der Windt en K.W Ypma. 1999. De Aquarel. Verkennende studie ten behoeve van het waterbeleid van het ministerie van LNV. Rapport 653. SC-DLO, Wageningen.
29. Bakel, P.J.T. van en M.F.P. Bierkens, 1999. Omgaan met maaiveldshoogteverschillen bij het peilbeheer. De keuze van een representatieve locatie. H2O
30. Bakel. P.J.T. van, T. van der Wal en C. de Zeeuw, 2000. Definitiestudie van te verzamelen waterinformatie ten behoeve van het project "Reconstructie zandgronden" (De blauwdruk). Rapport Alterra.
31. Bakel, P.J.T. van en J. Huygen, 2001. Doelrealisatie landbouw in De Leijen. Een aanzet tot invulling van de methode Waternood. Technisch document. Alterra, Wageningen.
32. Bakel, P.J.T van, J. Hoogendoorn, J. Luijendijk en J.M.P.M. Peerboom, 2001. Hoogwaterreductie vanuit regionale stroomgebieden: samenhang of tegenstellingen? H2O 3: 27- 29.
33. Bakel, P.J.T. van, A. van der Giessen, P. Groenendijk, W.J. de Lange, A. Leijnse, R. Pastoors en H.A. Vermulst (z.j.), Afstemming van hydrologische modellen voor het verzadigd topsysteem voor beleidstoepassingen. Intern document Alterra/RIVM/RIZA
34. Bakel, P.J.T. van, P.E.V. van Walsum, M. Groenendijk en E.P. Querner, 2002. Waterberging en verdrogingsbestrijding. Een analyse van de mogelijkheden en beperkingen in 2 stroomgebieden. Rapport 640. Alterra, Wageningen.
35. Bakel, P.J.T. van, 2002. Bepaling van de lekweerstanden met SWAP-PEST. In: Moderne modelkalibratie in de praktijk. Het automatisch ijken van grondwatermodellen: 99-107. NHV-special 4.
36. Bakel, P.J.T. van, 2002. Help-tabellen landbouw. Aanpassingen en operationalisering van de doelrealisatie landbouw. Waternood-deelrapport 04. Stowa, Utrecht.
37. Bakel, P.J.T. van, F.J.E. van der Bolt, W.W. Immerzeel, M. Groenendijk en J.G. Wesseling, 2002. De wateropgave voor Waterschap Rijn en IJssel. Rapport 636. Alterra, Wageningen.

38. Bakel, P.J.T. van, H.Th.L. Massop, J.W.J. van der Gaast en J.G. te Beest, 2003. Ontwatering in beeld. H2O # 6: 13-15.
39. Bakel, P.J.T. van, W.W. Immerzeel en J. Wesseling, 2003. Waterberging in Gelderland. Bepaling van de benodigde ruimte voor waterberging met behulp van SWAP en DTM-technieken.
40. Bakel, P.J.T. van, 2004. Werkt vasthouden? H2O #14/15: 19-21.
41. Bakel, P.J.T. van, D. Walvoort, W. Akkermans en J. Kroes, 2004. Metamodellen: doe meer met minder. H2O #16: 20-22.
42. Bakel, P.J.T. van, Heinen, M., Massop, H.T.L., en Noij, G.J. (2004). Effectiveness of buffer strips in the Netherlands. In G.L. Velthof (Ed.), Onderbouwing van enkele middelvoorschriften uit het Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn (pp. 9-18) Wageningen: Wageningen UR.
43. Bakel, J. van , 2004. Werkt vasthouden? H2O #37: 19-21
44. Bakel, J. van en J. Heijkers, 2004. Is de HELP-tabel aan vervanging toe? H2O #37: 8-10.
45. Bakel, P.J.T. van, J. Huinink, H. Prak en F. van der Bolt, 2005. HELP-2005. Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het Waternood-instrumentarium. Stowa/DLG/Alterra/LNV. Stowa-rapport 205-16.
46. Bakel, Jan van en Pieter Vereijken, 2005. Moeraswisselteelt als oplossing voor duurzaam biomassabeheer. In: Veenweide 25X belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen UR. (W. Rienks en A. Gerritsen (eds.)). Alterra speciale uitgave 2005/11.
47. Bakel, J. van, H. Prak, J. Huinink en M. Talsma., 2006. De verbreding van de HELP-tabellen. H2O # 1: 33-34.
48. Bakel, P.J.T. van en L.C.P.M. Stuyt, 2006. Samengestelde drainage volgens 'het systeem Van Iersel': feiten, veronderstellingen en oordelen. Briefadvies opgesteld in opdracht van waterschap Peel en Maasvallei.
49. Bakel, P.J.T. van, 2006. Impact of the WFD on agriculture in the Netherlands and possible effect-specific hydrological measures: the Dutch approach. J. of Water and Land Development 10: 45-53.
50. Bakel, P.J.T. van en H.Th.L. Massop, 2006. Invloed openwaterstand op grondwaterstand in natuurterreinen in perioden dat onomkeerbare droogteschade kan optreden. De methode van de kritieke L-afstand. Bijlage 5 van Alterra-rapport 1302: Natuur in de Verdringingsreeks.
51. Bakel, P.J.T. van, J.M.P.M. Peerboom en L.C.P.M. Stuyt, 2007. Draineren tegen verdroging en voor een beter milieu: paradox of werkelijkheid? H2O 2007(1): 25-28.
52. Bakel, P.J.T. van, A. Poelman en L.C.P.M. Stuyt, 2007. Water vasthouden in de provincie Noord-Brabant. Inzicht door modelberekeningen. Alterra-rapport 1488. ISSN 1566-7197.
53. Bakel, Jan van, Mark van de Wouw, Albert Poelman en Lodewijk Stuyt, 2007. Water vasthouden werkt! H2O 2007(14)
54. Bakel, Jan van, Harry Massop en Arie van Kekem, 2007. Locatiekeuze ten behoeve van het onderzoek naar bemestingsvrije perceelsranden. Hydrologische en bodemkundige karakterisering van de proeflocaties. Effectiveness of buffer strips publication series 4/Alterra-rapport 1457, ISSN 1566-7197.
55. Bakel, P.J.T. van, B. van der Waal, M. de Haan, J. Spruyt en A. Evers, 2007. HELP-2006. Uitbreiding en actualisering van de HELP-2005-tabellen ten behoeve van het Waternood-instrumentarium. Stowa-rapport 2007-13.
56. Bakel, P.J.T. van, H.Th.L. Massop, R.H. Kemmers en S.P.J. van Delft, 2007. Eerste analyse van de hydrologische en bodemchemische geschiktheid van het landgoed het Lankheet voor de aanleg van vloeivelden. Alterra-rapport 1547. ISSN 1566-7197.

57. Bakel, P.J.T. van, T. Kroon, J.G. Kroes, J. Hoogewoud, R. Pastoors, H.Th.L. Massop en D.J.J. Walvoort, 2007. Reparatie Hydrologie voor STONE 2.1. Beschrijving reparatie-acties, analyse resultaten en beoordeling plausibiliteit. WOT-werkdocument 81.
58. Bakel, P.J.T., E.M.P.M. van Boekel en I.G.A.M. Noij, 2008. Modelonderzoek naar effecten van conventionele en samengestelde peilgestuurde drainage op de hydrologie en nutriëntenbelasting. Alterra-rapport 1647.
59. Bakel, P.J.T. van, H.Th.L. Massop , J.G. Kroes, J. Hoogewoud, M.J.H. Pastoors en T. Kroon, 2008. Actualisatie Hydrologie voor STONE 2.3. Aanpassing randvoorwaarden en parameters, koppeling tussen NAGROM en SWAP, en plausibiliteitstoets. WOT-rapport 57.
60. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L. Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Drenthe en Groningen. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
61. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Gelderland. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
62. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Noord-Brabant. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
63. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Noord-Holland. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
64. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Utrecht : groeiboek met eerste inventarisatie van mogelijke klimaatveranderingseffecten en -gevolgen. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
65. Bakel, P.J.T. van; Blom, M.; Hermans, C.M.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Rooij, S.A.M. van; Steingröver, E.G.; Stuyt, L.C.P.M.; Vos, C.C.; Verbout, A. (2008). Klimaateffectschetsboek Zuid-Holland. Wageningen {etc.] : Alterra [etc.]
66. Bakel, P.J.T. van, I.E. Hoving, J. Wesseling, K. Oostindie en J.J.H. van den Akker., 2009. Effecten van flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij. Alterra-rapport 1974.
67. Bakel, P.J.T. van, A. Poelman, N. Kielen en J. Hoogewoud (2009). Waterreservoirs op bedrijfsniveau alternatief voor zoetwatervoorziening landbouw? H2O 2007(18): 43-46.
68. Bakel, P.J.T. van, R.A.L. Kselik, C.W.J. Roest & A.A.M.F.R. Smit, 2010. Review of crop salt tolerance in the Netherlands. Alterra-rapport 1926.
69. Bakel, P.J.T. van, V. Linderhof, C.E. van 't Klooster, A.A. Veldhuizen, D. Goense, H.M. Mulder, H.T.L. Massop, 2010. Definitiestudie Agricom. Alterra-rapport 1934.
70. Bakel, P.J.T. van, I.E. Hoving, J. Wesseling, K. Oostindie en J.J.H van den Akker, 2009. Effecten flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij. Alterra-rapport 1974.
71. Bakel, J. van, N. Kielen, O. Clevering en K. Roest, 2010. Waterkwaliteit en landbouw: mag het ook een beetje zouter zijn? H2O 43(2010)5: 56-59.
72. Bakel, P.J.T. van Bakel en L.C.P.M. Stuyt, 2011. Actualisering van de kennis van zouttolerantie van landbouwgewassen. Op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaring. Alterra/De Bakelse Stroom. Alterra-rapport 2201.
73. Bakel, P.J.T van en G.P. van den Eertwegh, 2011. Nieuwe mogelijkheden voor herziening van de HELP-tabel. H2O 18: 31-33.

74. Bakel. P.J.T. van, 2012. De voedings-voetafdruk van ons drinkwater. Een alternatieve beschouwing over effecten van permanente grondwateronttrekkingen op verdamping en afvoer. Stromingen 18(1): 57-70.
75. Bakel, P.J.T. van, G.A.P.H. van den Eertwegh, H. Massop en J. Brandsma, 2012. KlimaatAdaptieve Drainage: landelijke geschiktheid van conventionele, samengestelde peilgestuurde drainage en KAD. Eindrapportage. Werkpakket 3: Landelijke geschiktheid. FutureWater rapport.
76. Bakel, P.J.T. van, 2012. Effecten van klimaatverandering op de potentiele en actuele verdamping van de landbouw in oostelijk en zuidelijk Nederland in 20150. Een prognose op basis van literatuur en expertise. www/debakelsestroom.nl/kennisbank
77. Bakel. P.J.T. van J. Schaap en E. van Essen, 2013. Is peilverhoging in een kleipolder agrohydrologisch neutraal te realiseren? Toepassing van klassieke agrohydrologische kennis op een modern vraagstuk. Stromingen 19(1): 19-34.
78. Bakel, P.J.T. van, E.M.P.M. van Boekel en G.-J. Noij, 2013. Modelonderzoek naar effecten van conventionele en samengestelde regelbare drainage op hydrologie en nutriëntenbelasting. In: Regelbare drainage als schakel in toekomstbestendig waterbeheer. Bundeling van resultaten van onderzoek, ervaringen en indrukken, opgedaan in binnen- en buitenland (Redactie L.C.P.M. Stuyt); Alterra rapport 2270, hoofdstuk 10.
79. Bakel. P.J.T van, R.M. Meijs en G.A.P.H. van den Eertwegh, 2013. Ontwerp, kalibratie en installatie van een meetinrichting voor het debiet uit het drainagesysteem. Futurewater Rapport
80. Bakel. P.J.T van, G.A.P.H. van den Eertwegh, H. Th. L. Massop en J. Brandsma, 2013. Landelijke geschiktheid van conventionele, samengestelde peilgestuurde en klimaatadaptieve drainage. Futurewater Rapport 118.
81. Bakel, Jan van, Bart Bardoel, Dick Boland, Niels Entzinger, Ingrid Menger en Chris van Rens, 2013. Water vasthouden aan de bron. Praktijkonderzoek om wateroverlast te verminderen door bovenstrooms water vast te houden. Eindrapport.
82. Bakel, Jan van, 2013. Betekenis van Hooghoudt nog lang niet 'uitgehold'. Stromingen 19 (2013), nr. 2.
83. Bakel, Jan van, Perry de Louw, Lodewijk Stuyt, Lieselotte Tolk, Jouke Velstra en Marco Hoogvliet, 2014. Fresh Water Options Optimizer – Fase 1. KvK-rapportnummer KvK118/2014/Stowa-rapportnummer 2014-16.
84. Bakel, P.J.T. van, P.B. Worm en M.J.M. Kuijper, 2014. Regelbare drainage: de feiten op een rij. (http://www.vakbladh20.nl/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=131&Itemid=171)
85. Bakel, P.J.T. van, P.B. Worm en M.J.M. Kuijper, 2014. Waar of niet waar? Over veronderstellingen rond regelbare drainage. (http://www.vakbladh20.nl/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=131&Itemid=171)
86. Bakel, P.J.T. van en H. Janssen, 2014. Een literatuurstudie naar de maatgevende aanvoerintensiteit. De waarde van normen en waarden. Rapport De Bakelse Stroom, i.o.v. DGRW. (www.debakelsestroom.nl).
87. Bakel, P.J.T. van, 2014. Interpretatie en duiding van de landbouwschadeberekeningen met NHI en AGRICOM en de effecten van een veel grotere omvang van de beregening in 2050. Rapport De Bakelse Stroom, i.o.v. RWS WVL (www.debakelsestroom.nl).
88. Bakel, J. van., H. Boukes, W. de Lange en L. van der Toorn, 2015. De mogelijke rol van de Nederlandse Hydrologische Vereniging bij de kwaliteitsbewaking van de professie Hydrologie. Stromingen 21 (2015) Nummer 1.
89. Bakel, J. van, A. ter Harmsel, J. Schaap, H. Prak en B. Worm, 2015. Op weg naar GGOR 2.0. H2O Online.

90. Bakel, J. van, J. Huinink en W. Werkman, 2015. Hoe robuust is ons hydrologisch systeem (1)? Modelmatige verkenning van hydrologische effecten van klimaatverandering en toenemende grondwateronttrekking op het grondwatersysteem in 2015. Stromingen 24 (2015), nummer 4.
91. Bakel, J. van, H. Staarink, J. Huinink. M. Arts, J. Schaap en B. Worm, 2015. Hoe robuust is ons hydrologisch systeem (2)? Hydrologische effecten van klimaatverandering en toenemende grondwateronttrekking als gevolg van extra beregening op het grondwatersysteem in Oost-Nederland. Stromingen 24 (2015) nummer 4.
92. Bakel, P.J.T. van en I.E. Hoving, 2016. Kennis over indirecte natschade bij gras en maïs voor Waterwijzer Landbouw STOWA-rapport 2017-W01.
93. Bakel, J. van en J-P. Witte, 2017. Achtergrondverlaging verleden tijd? Samenvatting van het rapport van de werkgroep Achtergrondverlaging: 'Zicht op achtergrondverlaging'. Stromingen 30 (2017), nummer 4.
94. Bakel, Jan van, Perry de Louw en Judith Snepvangers (Deskundigenteam Boetelerveld), 2017. De hydrologische effecten van de maatregelen in het Boetelerveld en omgeving.
95. Bakel, Jan van, Perry de Louw en Harry Massop, 2018. Alternatieven voor te dempen waterlopen bij enige landbouwpercelen aan de zuid- en westzijde van het Boetelerveld.
96. Bakel, P.J.T. van, 2017. Achtergronden bij de benodigde gemaalcapaciteit van polders (droogmakerijen). Notitie tbv Hydrologic.
97. Bakel, P.J.T. van, M. Blom-Zandstra en L.C.P.M Stuyt, 2018. Zouttolerantie van gewassen afhankelijk van het groeistadium? Resultaten van een literatuuronderzoek. WER-rapport 2897.
98. Bakel, J. van, P. de Louw, H. Massop en B. Worm, 2018. Maaiveldafvoer in beeld. In: Stromingen 24 (2018), nummer 2.
99. Bakel, Jan van, 2019. Achtergrondverlaging: een historisch, hydrologisch verschijnsel zonder toekomst. In: Stromingen 33 (2019), nummer 1.
100. Bakel, Jan van, Gé van den Eertwegh, Bas Worm en Jon Mensink, 2019. Slim peilbeheer in haarvaten van watersystemen met SAWAX-stuw. In: Stromingen 2019 (25), nr 2.
101. Bakel, Jan van, 2019. Reactie op artikel: Schijnspiegeldynamiek van heideveentjes: over de complexe relatie tussen stijghoogte en schijnspiegel. In: Stromingen 2019 (25), nr 2.
102. Bakel, P.J.T. vann en J.C. Hoogewoud, 2019. De effecten van permanente grondwater- onttrekkingen door waterleidingbedrijven voor de landbouw in Nederland. Een verkennende studie uitgevoerd met het LHM en de HELP-methodiek, in opdracht van Droogteschade Nederland B.V.
103. Bakel, P.J.T. van en J.C. Hoogewoud, 2020. Landsdekkende vergelijking HELP-methode met WaterWijzer Landbouw (WWL) voor de berekende droogte- en natschade van grasland Een verkennende studie naar de toepasbaarheid van de WaterWijzer Landbouw, uitgevoerd in opdracht van Droogteschade B.V.

Co-auteur

104. Aalderink. R.H., P.J.T. van Bakel, M.A. Bastiaanssen, C. Drost, P. Goedhart, R.A. Nieuwenhuis, O. Oenema, M.L.R Ouboter en O. Schoumans, 2003. Waterkwaliteit in Waternood. Waternood-deelrapport 2003/02. Stowa, Utrecht.
105. Ad hoc Commissie van deskundigen (z.j.). Percentage open water in het ruilverkavelingsgebied Schagerkogge.
106. Ad hoc groep Verdamping, 1984. Herziening van de berekening van de gewasverdamping in het hydrologisch model GELGAM.

107. Ad hoc Werkgroep Consensus Hydrologie (P.J.T. van Bakel, W.J. de Lange, M.J.H. Pastoors, P. Groenendijk en K. Kovar), 2002. De parameterisatie van de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater voor landelijke en regionale toepassing. Stromingen 8(2002)2: 5-9.
108. Aalderink, R.H., P.J.T. van Bakel, M.A. Bastiaansen, C. Drost, P. Goedhart, R.A. Nieuwenhuis, O. Oenema, M.R.L. Ouboter en O. Schoumans, 2003. Waterkwaliteit in Waternood. Waternood Deelrapport 2003-02. Stowa, Utrecht.
109. Aldenberg. T., P.J.T. van Bakel, W.H.J Beltman, J.W.H. van der Kolk, F.M.R. Leus en A.M.A. van der Linden, 1997. Voorstudie PREGO. PREGO: Instrumentarium voor het rekenen aan Pesticiden in REGionaal Oppervlaktewater. SC-DLO Interne mededeling 478/RIZA wekdocument 97.118X
110. Arts, M., J. Rozema, S. van de Salm. H. Staarink, J. van Bakel, W. Beekman en H. Massop, 2017. Algemene beoordelingsmethodiek vergunningsvrije zones N2000 in Overijssel. Perceelsontwatering en Grondwateronttrekking voor beregening. Aequator-rapport
111. Arts, M., J. Iwema, J. van Bakel, W. Beekman en H. Massop, 2018. Bepaling vergunningsplichtige zone N2000-gebiede Egbertsdijksvenen, Bergvennen en Breckelsekamp en Wierdense veld. Aequator-rapport.
112. Bartholomeus, R., J. van Bakel, R. Stroet, H. Schuurmans en G. van den Eertwegh, 2012. Visie op de vaststelling van landbouwschade door grondwaterwinning. KWR/De Bakelse Stroom/DHV.
113. Bartholomeus, R., J. Kroes, J. van Bakel, M. Hack-ten Broeke, D. Walvoort en F. Witte, 2013. Actualisatie Schadefuncties Landbouw; fase 1. STOWA-rapport 2013-22.
114. Bartholomeus, R., J. Kroes, M. Hack-ten Broeke, J. van Bakel en R. Ruijtenberg, 2013. Landbouwschade door ander waterbeheer beter te bepalen. H_2O (46)7/8: pp. 22.
115. Bartholomeus, R., J. Kroes, J. van Bakel, M. Hack-ten Broeke, Dennis Walvoort en Flip Witte, 2013. Naar verbeterde schadefuncties voor de landbouw. Stromingen 19 (3&4): 5-19.
116. Beekman, W., P.J.T. van Bakel, en G. Nijhof, 1988. Ontwikkeling en toepassing van het simulatiemodel SWW als een begeleidingssysteem voor het kwantitatieve oppervlaktewaterbeheer. Nota 1912. ICW, Wageningen.
117. Beest, J.G. te en P.J.T. van Bakel, 1999. Hydrologische systeemanalyse "De Hilver" Deel 1: Meetprogramma. Rapport 683.1. SC-DLO, Wageningen.
118. Berendrecht, W., A. Lourens en J. van Bakel, 2008. Ontwikkeling en implementatie MODFLOW-schijngrondwaterspiegelconcept in MIPWA model Noord-Nederland. Deltares-rapport 2008-U-R0478/A.
119. Bierkens, M.F.P., P.J.T. van Bakel en J.G. Wesseling, 1998. Comparison of two modes of surface water control using a soil water model and surface elevation data. Geoderma 89: 149-175.
120. Bierkens, M.F.P., P.J.T. van Bakel en J.G. Wesseling, 1998. Representativiteit van puntinformatie voor de beheersing van de oppervlaktewaterstand in een beheersgebeid. Interne mededeling 513. SC-DLO, Wageningen.
121. Binnendijk, N.C., P.J.T. van Bakel, W. van Vilsteren en H.W. Grobbe, 1993. Effluentboeren. Technische realisatie en effecten van toediening van effluent aan het landelijk gebied. Tauw-Deventer.
122. Boekel, E.M.P.M., P.J.T. van Bakel, F.J.E. Bolt, W.C. Chardon, O.A. Clevering, W. van Dijk, I.E. Hoving, G.J. Noij en E.A. van Os, 2009. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Achtergrondstudie: Effecten van aanvullende maatregelen. Alterra-rapport 1987.
123. Boland, D., N. Entzinger, I. Menger, C. van Rens, J. van Bakel en B. Bardoel, 2013. **Het kan!** Water vasthouden aan de bron. Het Waterschap (8): 10-11.
124. Bolt, F.J.E. van der, A.A. Veldhuizen en P.J.T. van Bakel, 2000. Verhogen basisafvoer van de Drentse Aa. Verkennen van mogelijkheden. Alterra-rapport 173. ISNN 1566-7197. Alterra, Wageningen.

125. Broeze, J., H. Donkers, D. Smits, R. Bakker, P. Vereijken, A. van der Werff, J. Verhagen en J. van Bakel, 2004. Definitiestudie over systeeminnovaties in de landbouw voor grotere watertolerantie. AFI/PRI/Alterra, Wageningen. AFI-report 143.
126. Clevering, O.A. en P.J.T. van Bakel, 2006. Helpt het verhogen van het zomerpeil om droogteschade te verminderen in Flevoland? Literatuurstudie en simulatie van opbrengst van consumptieaardappel bij verschillende zomerpeilen en bodemprofielen in Oostelijk Flevoland. PPO-AGV, Lelystad.
127. Dik, P.E., P.J.T. van Bakel, M.J.D. Hack-ten Broeke en E.P. Querner, 2006. Hydrologische berekeningen voor landgoed Lankheet. Mogelijkheden voor waterberging, en verdrogingsbestrijding bij de aanleg van vloeivelden. Alterra-document.
128. Eertwegh, G. van den, L. Kuipers, W. Klerk, J. van Bakel, L. C.P.M. Stuyt. A. van Iersel en M. Talsma, 2012. Klimaatadaptieve drainage: middel tegen piekafvoeren en watertekorten. H_2O 18: 8-10.
129. Eertwegh, G.A.P.H. van den, J. van Bakel, L.C.P.M. Stuyt, A. van Iersel, L. Kuipers, M. Talsma en P. Droogers, 2012. Klimaatadaptieve Drainage: een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen. Opgesteld door FutureWater, Kuipers Electronic Engineering, De Bakelse Stroom, Van Iersel, Wageningen UR/Alterra en STOWA. Eindrapportage SBIR-KAD.
130. Eertwegh, G.A.P.H. van den, P.J. T van Bakel, L.C.P.M. Stuyt en M.L. van der Schans, 2012. Drainagegeschiktheidskaarten en handvaten voor opschaling: onderzoek naar waterkwaliteitsaspecten van peilgestuurde diepe drainage in Zeeland. Grontmij-rapport.
131. Eertwegh, G. van den, P. J. T. van Bakel, L. C.P.M. Stuyt. A. van Iersel,L. Kuipers en W. Klerk, 2013. Klmaatadaptieve Drainage: innovatief waterbeheer op regionaal en perceelsniveau. Website H_2O.
132. Eertwegh, G. van den, J. van Bakel en J. Mensink. 2018. SAWAX: Slimme stuw voor optimaal waterbeheer. Verslag veldproef te Arriën in 2015-2017.
133. Essen, E. van, P. Sloot, K. Limberink, M. Pleijter, J. van Bakel, J.R. van der Schoot, K. Brolsma en A. Reijneveld, 2016. Kennisdocument verkenning bodemtrends en effecten op water in Flevoland. Rapport Aequator Groen en Ruimte.
134. Feddes, R.A., P. Kabat, P.J.T. van Bakel, J.J.B. Bronswijk and J. Halbertsma, 1988. Modelling soil water dynamics in the unsaturated zone – a state of the art. J. of Hydr. 100: 69-111.
135. Finke, P.A., W.P.C. Zeeman, G. Schouten, J. Runhaar, P. van der Molen, W. van der Meer, J.J. de Gruijter, M.F.P. Bierkens en P.J.T. van Bakel, 2001. Beter werken met 'Waternood'. Een proeftoepassing in herinrichtingsgebied De Leijen. Rapport 267. Alterra, Wageningen.
136. Gaast, J.W.J. van der en P.J.T. van Bakel, 1997. Verdroging door droge en natte infrastructuur in Overijssel en Gelderland, een verkennende studie. Rapport 500. SC-DLO, Wageningen.
137. Gaast, J.W.J. van der en P.J.T. van Bakel, 1997. Differentiatie van waterlopen ten behoeve van het bestrijdingsmiddelenbeleid in Nederland. Rapport 526. SC-DLO, Wageningen.
138. Gaast, J.W.J. van der, H.Th. L. Massop, J. van Os, L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel en C. Kwakernaak, 2002. Waterkansen in het SGR2. Potenties voor realisatie van de wateropgaven. Alterra-rapport 558, ISNN 1566-7197. Alterra, Wageningen.
139. Gaast, J.W.J. van der, P.J.T. van Bakel en H.Th.L. Massop, 2003. Waterkansen in het SGR2. Evaluatie van de wateropgave in relatie tot de netto-EHS. Rapport 558.1. Alterra, Wageningen.
140. Hack-ten Broeke, M., J. Kroes, R. Hendriks, R. Barthelomeus, J. van Bakel en I. Hoving, 2013. Actualisatie Schadefuncties Landbouw. Tussenfase 2a: Plausibiliteitstoets SWAP en enkele verkennende berekeningen. STOWA-rapport 2013-37.

141. Hack, M., J. Kroes, R. Bartholomeus, J van Dam en J. van Bakel, 2015. Beter systeem voor bepalen waterschade. Water Matters. Kenniskatern voor waterprofessionals.
142. Hack, M.J.D., J.G. Kroes, R.P. Bartholomeus, J.C. van Dam, A.J.W. de Wit, I. Supit, D.J.J. Walvoort P.J.T. van Bakel and R. Ruijtenberg, 2016. Quantification of the impact of hydrology on agricultural production as a result of too dry, too wet or too salt conditions. SOIL, 2, 391-402.
143. Hakvoort, H.A.M., M.J. Spijker en P.J.T. van Bakel, 2011. Verkennende kwantificering relatie grondwater -oppervlaktewater (opdrachtgever Min. van IM). Hydrologic/HKV/De Bakelse Stroom.
144. Hakvoort, H.A.M, P.J.T. van Bakel en M. Kok, 2015. Risicogerichte benadering van wateroverlast. Een verkenning. HKV/De Bakelse Stroom.
145. Heijkers, W.J.M. and P.J.T. van Bakel, 2009. Hydrological models. In: Water Policy in the Netherlands. Integrated Management in a Densely Populated Delta. (S. Reinhard and H. Folmer (eds.)). Resources for the Future/Washington DC, USA.
146. Heijkers, J en J. van Bakel, 2016. Modeling Contest Hupsel: Hollende paarden of toch Triomf der data? Stromingen 25 (2016) nummer 1.
147. Hermans, A.G.M., P.E.V. van Walsum, J. Runhaar & P.J.T. van Bakel, 2004. Duurzaam waterbeheer Langbroekerwetering; Fase 1: Modelbouw, calibratie en bepaling van het Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime gepubliceerd: 2004 (119).
148. Hermans, A.G.M., P.J. T. van Bakel, P. E.V. van Walsum en J. Runhaar, 2004. Integratie Waternood met modellering van de regionale hydrologie. H_2O #7: 25-29.
149. Hermans, E., J. Otte en P.J.T. van Bakel, 2007. Regionale hydrologische modellering ter onderbouwing van klimaateffecten. H_2O #4: 28-32.
150. Heuven, A.A.L. en P.J.T. van Bakel, 1995. Toepasbaarheid van een hoogtemodel in het waterbeheer. Een studie met behulp van ARC/INFO naar het gebruik van maaiveldgegevens. Landinrichting 35(7): 22-24.
151. Hoogendoorn, J.H., A.C. Garritsen en P.J.T. van Bakel, 1996. Kwel uit oppervlaktewater? Oppervlaktewater als mogelijke voeding in natte natuurterreinen. Landschap 96(3): 145-154.
152. Jaskula-Joustra, A., Mioduszewski, W., Plaza, W., en P.J.T. van Bakel, 2005. Kleine retentie: ja, maar … H twee O 38 (2), 37-39.
153. Jansen, A.J.M., J.R. von Asmuth, P.J.T. van Bakel, E. Brouwer, R.J. Ketelaar en R.L. Terhürne, 2013. **Het Wierdense Veld.** Advies van de Commissie van Deskundigen. Provincie Overijssel/Min. van EZ.
154. Jansen, A.J.M., J.R. von Asmuth, P.J.T. van Bakel, E. Brouwer, R.J. Ketelaar en R.L. Terhürne, 2013. **De Engbertsdijksvenen.** Advies van de Commissie van Deskundigen. Provincie Overijssel/Min. van EZ.
155. Keesman, K.J. en P.J.T. van Bakel, 1985. Gebruikershandleiding van het simulatiemodel voor de waterbalans van een met gewas begroeid oppervlak gekoppeld aan een peilbeheersingsmodel voor open water: SWADRE. Nota 1705, ICW, Wageningen.
156. Knotters., M. J. van Bakel, R. Bartholomeus, M. Hack-ten Broeke, R. Hendriks, G. Holshof, I. Hoving, J. Kroes, M. Mulder & D. Walvoort. 2017. Waterwijzer landbouw fase 3: naar een operationeel systeem voor gras en maïs. Rapport 2017-07, STOWA, Amersfoort.
157. Kok, M., I.B.M. Lammers, A.H. Lobbrecht, R.P. Versteeg, P.J.T. van Bakel en F.J.E. van der Bolt, 2000. Hoogwaternormering regionale watersystemen. Deelrapporten: Leidraad, Schademodellering, Praktijkonderzoek, Managementrapportage. In opdracht van Commissie Waterbeheer 21e eeuw.
158. Kroes, J.G., P.J.T. van Bakel, J. Huygen, T. Kroon, H.Th.L. Massop and R. Pastoors, 2002. Nationwide application of a comprehensive 1D-hydrological model. In: G.J. Hunter and K. Lowell

(Eds.). Proceedings of the 5th international symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental sciences (Accuracy 2002), Melbourne, 10-12 july 2002, pp. 88-93.
159. Kroes, J.G., P.J.T. van Bakel, J. Huygen, T. Kroon, and R. Pastoors, 2001. Actualisatie van de hydrologie voor STONE 2.0. Alterra-rapport 298/Reeks Milieuplanbureau 16.
160. Kroes, J., R. Bartholomeus, J. van Dam, M. Hack-ten Broeke, I. Supit, R. Hendriks, A. de Wit, F. van der Bolt, D. Walvoort, I. Hoving & J. van Bakel. 2015. Waterwijzer Landbouw, fase 2. Modellering van het bodem-water-plantsysteem met het gekoppelde instrumentarium SWAP-WOFOST. Rapport 2015-16, STOWA, Amersfoort.
161. Kselik, R., J. van Bakel, J. van de Akker en R. Hendriks, 2009. Berekening van acceptabele grondwaterstanden bij toepassing van onderwaterdrains in veenweidegebieden. Beantwoording van een Helpdeskvraag.
162. Keulen, T. van en P.J.T. van Bakel, 1978. Bepaling van de grootte van de verdamping en van andere posten van de waterbalans van gronden in de Rottegatspolder door het statistisch en grafisch onderzoek van grondwaterstands- vochtgehaltegegevens. In: Verdampingsonderzoek in Nederland 1942 – 1971, 1978. Eindverslag van de Werkcommissie voor het verdampingsonderzoek. Hoofdstuk 5: 109-124.
163. Kuijper, M., P. de Louw, B. Worm, F. Roelofsen en J. van Bakel, 2015. Regionale effecten van regelbare drainage op stroomgebiedsschaal. H_2O Kennis online.
164. Kwaadsteniet, P.I.M. de, M. Siemonsma, P.J.T. van Bakel en D.J. Marsman, 1997. Ingreep-gevoeligheidsanalyse bij verdrogingsbestrijding en beekherstel. Ervaringen in het stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa. Landinrichting 37(6): 7-11.
165. Kwakernaak, C., P.J.T. van Bakel, B.W. Parmet, L.D. Boel, E. Dammers, J.W.J. van der Gaast, R. van Veen en F. de Vries, 1996. Waterberging binnendijks. Een verkenning van de effectiviteit en haalbaarheid van ruimtelijke maatregelen gericht op vermindering van de hoogwaterproblematiek. Rapport 491. SC-DLO, Wageningen.
166. Kok, M., I.B.M. Lammers, F.J.E. van der Bolt, A.H. Lobbrecht, R.P. Versteeg, P.J.T. van Bakel en B.J.A. de Graaff, 2000. Hoogwaternormering regionale watersystemen (Managementrapportage, Leidraad, Praktijkonderzoek, Schademodellering). HKV Lijn in Water/Alterra.
167. Kwakernaak, C., P.J.T. van Bakel, B.W. Parmet, F. Hallie en Y. van der Laan, 1997. Naar een integrale aanpak van regionale hoogwaterproblemen. Landinrichting 37(3): 8-14.
168. Kwakernaak, C., K.W. Ypma, J.A. Klijn, P.J.T. van Bakel en J.W.J. van der Gaast, 1998. Ruimtelijke gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling. Effecten van verandering in de waterhuishouding op het ruimtegebruik. Rapport 618. SC-DLO, Wageningen.
169. Kop, J. en P.J.T. van Bakel, 2006. Advies inzake de veiligstelling van de drinkwatervoorziening Noordoost-Twente. Briefadvies.
170. Kroes, J.G., P.J.T. van Bakel, J. Huygen, T. Kroon en R. Pastoors, 2001. Actualisatie van de hydrologie voor STONE 2.0. Alterra-rapport 298. Reeks Milieuplanbureau 16.
171. Kruijff, J. de, P.J.T. van Bakel en H. Hoogeveen, 1998. Hergebruik van gezuiverd afvalwater ten behoeve van verdrogingsbestrijding. Verkenning en doorkijk. STOWA-rapport 96-24.
172. Kruijff, J. de, P.J.T. van Bakel en H. Hoogeveen, 1998. Hergebruik van gezuiverd afvalwater. Verkenning en doorkijk. H2O 31(14): 22-25.
173. Kruijne, R., P.J.T. van Bakel, P.I. Adriaanse en J.J.T.I. Boesten, 2008. Surface water hydrology for the Cascade model – Study area "Drentsche Veenkoloniën". Alterra-rapport 1518. ISSN 1566-7197.
174. Kuijper, M., G. Hendriksen, S. Monincx en J. van Bakel, 2010. RO-module voor interactief waterbeheer. H_2O 43(13): 33-35.

175. Kuijper, M., P. de Louw, F. Roelofsen, B. Worm en J. van Bakel, 2015. Regionale effecten van regelbare drainoge op stroomgebiedsschaal. H_2O-Online.
176. Kuijper, M., P. de Louw, F. Roelofsen, B. Worm en J. van Bakel, 2015. Regelbare drainage op de zandgronden - goed idee? H_2O nr 5/mei 2015: 44-45.

177. Laat, P.J.M. de, R.A. Awater and P.J.T. van Bakel, 1981. Gelgam - a model for regional water management. In: Proc. and Inf. 27. CHO-TNO: 23-53.
178. Louw, P. de, P.J.T. van Bakel, J. Buma, H. Hakvoort en A.A. Veldhuizen, 2006. Vergroting Retentiewerking. Rapport 2006-U-R-122/A. TNO Bouw en Ondergrond/Alterra/WL Delft Hydraulics.
179. Marsman, D.J. en P.J.T. van Bakel, 1994. Waterconservering in Friesland. Een verkenning van mogelijkheden. Landinrichting 43(6): 13-18.
180. Marsman, D.J. , F.J.E. van der Bolt, A.A. Veldhuizen en P.J.T. van Bakel, 1997. Evaluatie van waterhuishoudkundige maatregelen en opzet meetnet ROM/WCL-gebied Drentse Aa. TauwMabeg civiel en bouw/SC-DLO.
181. Massop, H.Th. L., L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel, J.M.M. Bouwmans en H. Prak, 1997. Invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand. Leidraad voor kwantificering van de effecten van veranderingen in de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand. Rapport 527.1. SC-DLO, Wageningen.
182. Massop, H.Th. L., L.C.P.M. Stuyt en P.J.T. van Bakel, 1998. Het realiseren van het gewenste grondwaterregime. Een leidraad. Landinrichting 39(3): 14-19.
183. Massop, H.Th.L., T. Kroon, P.J.T. van Bakel, W.J. de Lange, A. van der Giessen, M.J.H. Pastoors en J. Huygen, 2000. Hydrologie voor Stone. Schematisatie en parameterisatie. Alterra rapport 038, ISSN 1566-919. Reeks milieuplanbureau 9.
184. Massop, H.Th.L., P.J.T. van Bakel en J. Huygen, 1999. Analyse van de veranderingen in de GHG over de periode 1980-1998 in het beheersgebied van het waterschap De Dommel. Interne mededeling. SC-DLO, Wageningen.
185. Massop, H.Th.L., P.J.T. van Bakel, T. Kroon, J.G. Kroes, A. Tiktak en W. Werkman, 2005. Op zoek naar de "ware" neerslag en verdamping. Toetsing van de met het STONE 2.1-instrumentarium berekende verdamping aan literatuurgegevens en aan regionale waterbalansen, en de gevoeligheid van het neerslagoverschot op de uitspoeling van nutriënten. Alterra-rapport 1158. Reeks Milieu en Landelijk gebied 28. Alterra/RIZA/RIVM.
186. Massop, H. Th. L., I. Peerboom, W.J. de Lange, M.J.H. Pastoors, P.J.T. van Bakel, J. Hoogewoud en T. Kroon, 2008. Relatie grondwater-oppervlaktewater. Landsdekkende inventarisatie. Alterra-rapport 1398.
187. Massop, H.Th.L., C. Kwakernaak en P.J.T. van Bakel, 2012. Fysieke onderlegger voor het Deltaprogramma. Kansen voor waterconservering in regionale stroomgebieden. Alterra-rapport 2287.
188. Massop, H.Th.L., P.J.T. van Bakel en P.G.B. de Louw, 2017. Maatgevende afvoer en maaiveldafvoer in waterschap Vechtstromen. Beschouwing over de bruikbaarheid van afvoernormen voor bepaling van de maatgevende afvoer, als gevolg van veranderingen in de waterhuishouding en het optreden van maaiveldafvoer. WUR/De Bakelse Stroom/Deltares. WEnR-rapport 2839.
189. Metselaar, K. , P.J.T. van Bakel, P. Kabat en J.M.P.M. Peerboom, 1991. Effecten van de beperking van beregening uit grondwater voor een Brabants melkveebedrijf. Rapport 127. Staring Centrum, Wageningen.
190. Miltenburg, J.W., P.J.T. van Bakel, W. Beekman, G.J.A. Nieuwenhuis en H.A.M. Thunnissen, 1990. Verification of agrohydrological models with remote sensing. In: Remote sensing and water resources. S.1., IAH (etc.): 773-780.

191. Mulder, H.M., P.J.T. van Bakel, A. de Vos, G. van Straten, M. Heinen en J.G. Kroes, 2018. Zouttolerantie aardappelen. SWAP-WOFOST toepassing op Zilt Proefbedrijf Texel. STOWA-rapport 2018-01.
192. Negenman, A.J.H., P.J.T. van Bakel, L.C.P.M. Stuyt, H.Th.L. Massop, J.P Weijers, F.J.E van der Bolt en P. Kiden, 1996. Landelijke hydrologische analyse van het topsysteem (LHTS). Inceptierapport. TNO-rapport NITG 98-72-B. NITG-TNO//SC-DLO/RGD.
193. Nikkels, M J., van Bakel, P.J.T., Delsman, J.R., de Louw, P.G.B., van Oel, P.R., Stuyt, L.C.P.M., Vellinga, P., Velstra, J. & Hellegers P.J.G.J., 2015. The regional feasibility of augmented local water storages. Paper presented at the 21st Int. Congress on Modelling and Simulation, Gold Coast. Australia.
194. Noij, I.G.A.M., P.J.T. van Bakel, R.A. Smidt, H.Th.L. Massop en W.J. Chardon, 2006. Fosfaatpilot Noord- en Midden-Limburg. Plan van aanpak en monitoring. Alterra-rapport 1255, ISSN 1566-7197.
195. Noij, I.G.A.M., C. van der Salm (red.), H.Th.L. Massop, E.M.P.M. van Boekel, C. Schuiling, M. Pleijter, O. Clevering, P.J.T. van Bakel, W.J. Chardon en D.J.J. Walvoort, 2010. Beleidskader fosfaat voor Noord- en Midden-Limburg. Wetenschappelijke onderbouwing. Alterra-rapport 1894.
196. Noij, G., W. Corre, E. van Boekel, H. Oosterom, J. van Middelkoop, W. van Dijk, O. Clevering, L. Renaud en J. van Bakel, 2008. Kosteneffectiviteit van alternatieve maatregelen voor bufferstroken in Nederland. Alterra-rapport 1618. Effectiviness of buffer strips publication series 6.
197. Noordhuis, M., P.J.T. van Bakel en A.F. van Holst, 1990. Onderzoek naar de verandering van de freatische grondwaterstanden op enkele kaartbladen in de provincie Noord-Brabant, als gevolg van verandering van de landbouwwaterhuishouding. Rapport 72. Staring Centrum, Wageningen.
198. Oostindie, K. en P.J.T. van Bakel, 1988. Gebruikershandleiding van het model voor peilbeheer HYMUST. Nota 1482. ICW, Wageningen.
199. Os, J. van, Th.G.C. van der Heijden, J.W.J. van der Gaast en P.J.T. van Bakel, 1997. Kosten van waterhuishoudkundige maatregelen tegen verdroging. NOV-rapport 12-4.
200. Os, E.A. van, I.G. Noij, P.J. van Bakel, J.G. Groenwold, F.J. van der Bolt, 2007. Effect of source and hydrological measures on reducing the load of N and P to surface water. Poster presentation to IPW5-conference, Silkeborg, Danmark.
201. Os, E.A. van, I.G.A.M. Noij, P.J. van Bakel, W. de Winter & F.J. van der Bolt, 2009. Kennissysteem voor het bepalen van effecten van brongerichte en hydrologische maatregelen op de uitspoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater. Bijdrage maatregelen WB21 aan de realisatie van de KRW. Alterra-rapport 1863.
202. Poelman, A., F. Willems, J. van Bakel en J. Spiers, 2008. Herstel hydrologisch systeem van bovenlopen van Brabantse beken. H_2O/18: 50-54.
203. Poelman, A. en P.J.T. van Bakel, 2008. Visie Aa of Goorloop en Dalemstroompje. Modellering van de hydrologie van het stroomgebied van de Aa of Goorloop en het Dalemstroompje ten behoeve van visievorming. Deelrapport 1. Alterra/Adviesburo voor Waterbeheer bv/Bureau Waardenburg
204. Post, H. en P.J.T. van Bakel, 1986. Onderzoek waterbeheer in de ruilverkaveling Ruinerwold-Koekange. Mededeling 164. Landinrichtingsdienst, Utrecht.
205. Pruissen, F.G.M., J.H.A.M. Steenvoorden en P.J.T. van Bakel. 1990. Onderzoeksbehoefte van waterschappen met betrekking tot het kwantiteitsbeheer: een programmeringsstudie. Rapport 77. Staring Centrum, Wageningen.
206. Querner, E.P. en P.J.T. van Bakel, 1989. Description of the regional groundwater flow model SIMGRO. Report 7. Staring Centrum, Wageningen.

207. Querner, E.P., P.J.T. van Bakel and H.M. Mulder, 2007. Water management innovation for meeting Climate change effects and European Water Framework Directive targets: Pilot study Lankheet. 3rd Conf on Climate and Water, Helsinki, Finland, pp. 379-384.
208. Querner, E.P., H.M. Mulder, P.J.T. van Bakel and A van de Werf, 2008. Water vasthouden op een landgoed: gevolgen voor grondwaterstand en afvoer. H_2O/17: 34-37.
209. Querner, E.P. en P.J.T. van Bakel, 2010. Op zoek naar de 'vergeten' weerstand hoog in het bodemprofiel. Stromingen 16/1: 7-25.
210. Reinhard, S., J. van Bakel, A. Graaf en K. van Bommel, 2004. Waarderen van water in een regionaal watersysteem. Rapport 4.04.03. LEI, Den Haag.
211. Reinhard, S. en J. van Bakel, 2005. Economische balans GGOR. Economische aspecten bij vaststelling van Gewenst Grond- en Oppervlaktewater regime (GGOR). LEI-rapport 4.05.02.
212. Roos-Klein Lankhorst, J., J. van Bakel and A. Ligtenberg, 2004. Hydropolitan: An interactive tool for Hydrology management in metropolitan deltas. In: Planning Metropolitan Landscapes. Concepts, Demands, Approaches; pp. 236-253. Delta Series 4, Wageningen.
213. Roest, C.W.J., P.J.T. van Bakel en A.A.M.F.R. Smit, 2003. Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Briefadvies.
214. Rozema, J. en J. van Bakel, 2018. Effecten bodemverbeterende maatregelen op de bergings- en infiltratiecapaciteit van de bodem. Een verkennende studie. Aequator-rapport.
215. Runhaar, H., 2006. Natuur in de verdringingsreeks. Met medewerking van P. Verdonschot, R. Nijboer, J. van Bakel, M. Blok, R. Hendriks en H. Massop. Alterra-rapport 1302.
216. Schaap, Joris en Jan van Bakel, 2019. Darcy op de helling: hoe ver reikt vernatting van beekdalen? Stromingen 2019 (25) nr 2.
217. Schipper, P.N.M., G.M.C.M Janssen, N.B.P. Polman, V.G.M. Linderhof, P.J.T. van Bakel, H.T.L. Massop, R.A.L. Kselik, G.H.P. Oude Essink en L.C.P.M. Stuyt, 2014. €ureyeopener 2.1: Zoetwatervoorziening Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden. Alterra-rapport 2510.
218. Schipper, P.N.M., G.M.C.M Janssen, N.B.P. Polman, V.G.M. Linderhof, P.J.T. van Bakel, H.T.L. Massop, R.A.L. Kselik, G.H.P. Oude Essink en L.C.P.M. Stuyt, 2014. Effect zout Volkerak-Zoommeer op de zoetwatervoorziening van de landbouw. Berekening droogte- en zoutschade met €ureyeopener 2.1 voor Tholen, Oostflakkee, Reigerbergsche en PAN-polders. Alterra-rapport 2511.
219. Sival, F.P., P.J.T. van Bakel en L.C.P.M. Stuyt, 2006. Effecten van peilverhoging op de uitspoeling van N en P en gewasopbrengsten van bouwlandbedrijven in het beheersgebied van waterschap Hunze en Aa's. Briefadvies.
220. Snepvangers, J., W. Berendrecht, B. Minnema, P. Vermeulen, W. van der Linden. M. Duijn, G. Ellen, H.vPuts, A. Veldhuizen, J. van Bakel, H. Massop, W.J. Zaadnoordijk, C. de Graaf, M. Boerefijn, A. Blonk, A. Heuven, 2007. Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer, TNO-rapport 2007-U-R09972/A.
221. Snepvangers, J.J.J.C., B. Minnema, W.L. Berendrecht, P.T.M. Vermeulen, A. Lourens, W. van der Linden. M. Duijn, J. van Bakel, W.J. Zaadnoordijk, M. Boerefijn, M. Meeuwissen, V. Lagendijk, 2007. MIPWA: Water managers develop their own high-resolution groundwater model tools. Calibration and Reliability in Groundwater Modeling. Modelcare 2007: 9-13. Copenhagen, Denmark.
222. Steenvoorden, J.H.A.M., L.C.P.M Stuyt, P.J.T. van Bakel, R.H. Kemmers en J. Hoeks, 1991. Van verdrogen naar vernatten. Verkennende studie naar huidige kennis en wenselijk onderzoek, uitgevoerd door het Staring Centrum. NRLO-rapport 91/10.
223. Stuyt, L.C.P.M. , A.G. Segeren, B. Witteveen, A.H. Lobbrecht, N. van der Windt, P.J.T. van Bakel en H.J. van Zanten, 2000. Decision Support Systeem Hoogwater in Regionale Wateren (DSS

HWRW). Een strategisch beslissingsondersteunend systeem, gericht op selectie van inrichtingsmaatregelen ter vermindering van de hoogwaterproblematiek in beeksystemen. Rapport 707. Alterra, Wageningen.
224. Stuyt, L.C.P.M., C. Kwakernaak en P.J.T. van Bakel, 1999. Samen werken aan een veerkrachtig systeem. Beoordeling van projecten hoogwaterproblematiek in de provincie Noord-Brabant en de provincies Antwerpen en Limburg (België). Rapport 655. SC-DLO, Wageningen.
225. Stuyt, L.C.P.M., J. van den Akker, D.W. Bruil en P.J.T. van Bakel, 2006. Transparantie effecten zoutwinning Fryslân. Alterra-rapport 1264.
226. Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel e.a., 2006. Transitie en toekomst van Deltalandbouw. Indicatoren voor de ontwikkeling van de land- en tuinbouw in de Zuidwestelijke Delta van Nederland. Alterra-rapport 1132.
227. Stuyt, L.C.P.M. , P.J.T. van Bakel en H.T.L Massop, 2011. Basic Survey en Joint Fact Finding effecten van zout. Naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland. Alterra/De Bakelse Stroom. Alterra-rapport 2200.
228. Stuyt, L.C.P.M.; Bolt, F.J.E. van der; Snellen, W.B.; Groenendijk, P.; Schipper, P.N.M.; Harmsen, J.; Bakel, P.J.T. van; Ruijtenberg, R.; Jonkers, D.A.; Peerboom, J.M.P.M.; Buck, A.J. de; Huinink, M.; Rijken, M.; Straat, A.A. van der; Talsma, M.J.G., 2012. Meer water met regelbare drainage? Stowa-rapport 2012-13.
229. Stuyt, L.C.P.M.; Bakel, P.J.T. van; Janssen, G.M.C.M.; Linderhof, V.G.M.; Polman, N.B.P.; Massop, H.T.L.; Kselik, R.A.L.; Paulissen, M.P.C.P.; Greft, J.G.M. van der; Delsman, J.; Oude Essink, G.H.P., 2013. Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden : Vijf veelbelovende maatregelen rond zoetwaterbeheer. Voorlopige resultaten. Alterra-rapport.
230. Stuyt, L.C.P.M. en P.J.T. van Bakel, 2013. Samengestelde regelbare drainage in Nederland geagendeerd. In: Regelbare drainage als schakel in toekomstbestendig waterbeheer. Bundeling van resultaten van onderzoek, ervaringen en indrukken, opgedaan in binnen- en buitenland (Redactie L.C.P.M. Stuyt); Alterra-rapport 2270, hoofdstuk 8.
231. Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel, J. Delsman, H.T.L. Massop, R.A.L. Kselik, M.P.C.P. Paulissen, G.H.P. Oude Essink, M. Hoogvliet en P.N.M. Schipper. 2013. Zoetwatervoorziening in het Hoogheemraadschap Rijnland. Onderzoek met behulp van €ureyeopener 1.0. Alterra-rapport 2439,
232. Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel, G.M.C.M. Janssen, V.G.M. Linderhof, N.B.P. Polman, H.T.L. Massop, R.A.L. Kselik, M.P.C.P. Paulissen, J.G.M. van der Greft, J. Delsman en G.H.P. Oude Essink. 2013. Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden: Vijf veelbelovende maatregelen rond zoetwaterbeheer geëvalueerd op effecten, kosten en baten met €ureyeopener 2.0. Notitie Alterra, april 2013.
233. Terink, W., J. van Bakel, G.A.P.H. van den Eertwegh en P. Droogers, 2012. KlimaatAdaptieve Drainage: een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen. Eindrapportage Werkpakket 2: Rekenmodules (SWAP). FutureWater rapport.
234. Terink, W. , Bakel. P.J.T van, G.A.P.H. van den Eertwegh en P. Droogers, 2013. Modelberekeningen met SWAP ter bepaling van effecten KAD op reductie van piekafvoeren en op waterconservering. Fututewater Rapport 117.
235. Tilma, M., P.E.V. van Walsum, P.J.T. van Bakel, A.G.M. Hermans en L.C.P.M. Stuyt, 2004. Water vasthouden in zandgebieden. Een verkennende studie naar de hydrologische effecten van stuwende duikers in het detailontwateringssysteem. Alterra-rapport 923.
236. Veldhuizen, A.A., P.J.T. van Bakel, T. Kroon, F. de Vries en H.Th.L. Massop, 2008. Conceptualisatie en parameterisatie van landgebruik, bodem, beregening en buisdrainage in het NHI. Stromingen 14(4): 47-62.

237. Ven. F. van der, P.J.T. van Bakel, G.D. Geldof en P. Licht, 1998. Verkenning water. Een schets van maatschappelijke en wetenschappelijke knelpunten in het waterbeheer. Rathenau Instituut/Adviesraad voor wetenschaps- en technologiebeleid.
238. Vergroesen, A.J.J., W.J. de Lange, A.A. Veldhuizen, P.J.T. van Bakel en M.J.H. Pastoors. Bepaling van freatische lekweerstanden in het NHI fase 1+. Stromingen 14(4): 37-46.
239. Verhagen, F., T. Spek, F. Witte, B. Voortman, E. Moors, E. Querner, G. van den Eertwegh en J. van Bakel, 2014. **Begrijpen we het watersysteem**? Expertdialoog de Veluwe. Stromingen 20 (2014) nr. 3.
240. Voet, P. van der, D. Slothouwer, P.J.T. van Bakel en J. Vreke, 1991. Bepaling van de landbouwkundige rentabiliteit van waterconservering en wateraanvoer in het waterschap Noord-Limburg. Rapport 105. Staring Centrum, Wageningen.
241. Vos, J.A. de, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, J.G. Conijn en G. Holshof, 2004. Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw. Alterra-rapport 987, ISSN 1566-7197.
242. Vos, B. de , J. van Bakel, I. Hoving en S. Conijn, 2004. Van HELP naar waterpas? H_2O #37: 17-20.
243. Vos J.A. de, P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving and J.G. Conijn, 2006. Waterpas-model: a predictive tool for water management, agriculture, and environment. Agric. Wat. Man. 2006 (86) Issues 1-2: 187-195.
244. Vos J.A. de, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel en R.A. Smidt, 2007. Regionale opschaling van nat- en droogteschade in de landbouw in Utrechtse veenweidegebieden. Alterra-rapport 1505, ISSN 1566-7197.
245. Vos J.A. de, P.J.T. van Bakel en I.E. Hoving, 2008. Waterpas nat- en droogteschadeberekeningen ten behoeve van landbouwkundige doelrealisatie. Alterra-rapport 1653.
246. Vos, J.A. de, P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving and R.A. Smidt, 2010. Raising surface water levels in peat areas with dairy farming . Upscaling hydrological, agronomical and economic effects from farm-scale to local scale. Agr. Water Manag. 97 (2010): 1887-1897.
247. Vries, Ies de, Gertjan Zwolsman, Jan van Bakel en Olvin van Keeken, 2013. Consequenties verzilting na dijkdoorbraak Afsluitdijk. Deltares-rapport 1207892-000.
248. Walsum, P.E.V. van en P.J.T. van Bakel, 1983. Berekening van de effecten van infiltratie op de gewasverdamping in het herinrichtingsgebied, met een aangepaste versie van het model SWATRE. Nota 1434. ICW, Wageningen.
249. Walsum. P.E.V. van, J.F.M. Helming, E.P.A.G. Schouwenberg, L.C.P.M. Stuyt, P. Groenendijk, C.J.A.M. de Bont, P.H. Vereijken, C. Kwakernaak, P.J.T. van Bakel, L.C. Staalduinen en K.W. Ypma, 2002. Waterwijs. Plannen met water op regionale schaal. Rapport 433. Alterra, Wageningen.
250. Walsum, P.E.V. van, A.A. Veldhuizen, P.J.T van Bakel, F.J.E. van der Bolt, P.E. Dik, P. Groenendijk, E.P. Querner en M.F.R. Smit, 2004. SIMGRO 5.0.1. Theory and model implementation. Alterra-rapport 913.
251. Werf, A. van der, J. van Bakel, S. Reinhard en P. Vereijken, 2006. Waterpark Het Lankheet: innovatie van waterbeheer en landgebruik. In: 20 puzzelstukjes voor de KRW. Een bloemlezing uit het onderzoek van Wageningen UR voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Alterra-rapport 1403.
252. Werkgroep Zuid-Holland, 1987. (K.E. , Wit, P.J.T. van Bakel, J.G. te Beest, H.Th.L. Massop en E.P. Querner). Wateraanvoerbehoefte Zuidhollandse eilanden en Waarden (peilbeheersing en bestrijding verzilting). ICW-nota 1801.
253. Werkgroep Waterbeheer Noord-Brabant (P.J.T. van Bakel, ed.), 1990. Planning van de oppervlaktewaterhuishouding in Midden en Oostelijk Noord-Brabant. Fase 1: Bepaling van de rentabiliteit

van waterconservering en –aanvoer en de waterverdeling t.b.v. de landbouw. Rapport 99. Staring Centrum, Wageningen.
254. Werkgroep Consensus Hydrologie, 2005. (A. van der Giesen, ed.). Naar een gezamenlijk nationaal hydrologisch modelinstrumentarium. Eindrapport. MNP/RIVM/Alterra.
255. Worm, P.B., E. Jansen, P.J.T. van Bakel, S.P. Klapwijk en F.M.R. Leus, 1997. Risico's van gebiedsvreemd water voor aquatische ecosystemen. H_2O 30(26): 795-797.
256. Worm, Bas, Perry de Louw, Jan van Bakel en Harry Massop, 2019. Maaiveldafvoer: verkennend onderzoek naar een onderbelicht hydrologisch verschijnsel. In: Water Matters (2019): 32-35.

Op **www.nhi.nu** zijn de volgende publicaties te vinden met Jan van Bakel als mede-auteur:

257. Lange, W.J. de, J. Delsman, G. Prinsen, J. van Bakel, H. Massop en J. Hoogewoud, 2010. Vergelijking NHI 2.0 PAWN-STONE.
258. Lange, W. de, T. Vergroesen, J. Snepvangers, R. Pastoors, J. van Bakel en H. Massop, 2008. Deelrapport Freatische lekweerstanden.
259. Massop, H.Th. L. en P.J.T. van Bakel, 2008. Deelrapport Buisdrainage.
260. Veldhuizen, A.A. en P.J.T. van Bakel, 2008. Deelrapport Beregening.
261. Bakel, P.J.T. van, J. G. Kroes en F.G. de Vries, 2008. Deelrapport Gewaskenmerken.
262. Tiktak, A., J. van Bakel, J. Delsman, H. Hakvoort, T. Kroon, N. Kukuric, W. de Lange, R. Pastoors, G. Prinsen, A. Veldhuizen, T. Vergroesen en J. Verkaik, 2008. Plausibiliteit Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (versie 1+).
263. Bakel, J. van, R. Pastoors, H. Massop, J. Hunink, J. Hoogewoud en T. Vergroesen, 2012. Onderzoek naar de grondwaterstandsdynamiek in NHI v2.1. Hoofdrapport.

Bijlage 2: Bouwmans, J.M.M., 1990. Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grond-waterstandsverlaging. Technische Commissie Grondwater Beheer, Utrecht

Bijlage 3: CDG, 2002. Grondslag voor het vaststellen van de vergoeding van verdrogingsschade op veehouderijbedrijven

Bijlage 4: CDG, 2011. Berekening vergoedingsnorm grasland en voedergewassen vanaf 1998 (CDG Rekenvoorbeeld 1998), bijlage bij de notitie 'Berekening normbedrag grasland en voedergewassen vanaf 2011'

Bijlage 5: ACSG, 2019. Toelichting op de berekeningsmethode voor gewasschade

Bijlage 6: Begrippenlijst

Grootheid of begrip	Symbool	Omschrijving	Eenheid (indien van toepassing)	Bron
Potentiële verdamping	E_p	De verdamping van een (met een gewas begroeid) oppervlak gedurende een bepaalde periode bij optimale vocht- en nutriëntenvoorziening, inclusief bodemverdamping en interceptieverdamping	mm/groeiseizoen	Bouwmans, 1990
Actuele verdamping	E_a	De verdamping van een (met een gewas begroeid) oppervlak gedurende een bepaalde periode bij niet-optimale vochtvoorziening maar wel met optimale nutriëntenvoorziening, inclusief bodemverdamping en interceptieverdamping	mm/groeiseizoen	Bouwmans, 1990
Normbedrag		de voederwaarde per % opbrengstdepressie per ha maal de marktprijs van de voederwaarde (voederprijs)	€/%/ha	CDG, 2002
Meeropbrengst	$\Delta Q_p/\Delta E_a$	De toename c.q. afname van de opbrengst per mm toename c.q afname van de verdamping	kg ds/ha/mm	Bouwmans, 1990
Opbrengstdepressie		De procentuele afname van de netto praktisch potentiële opbrengst als gevolg van vochttekort	%	
Potentiële opbrengstfactor		De factor waarmee de opbrengstdepressie door vochttekort moet worden vermenigvuldigd als gevolg van minder c.q. meer meeropbrengst door lagere c.q. hogere gemiddelde bruto opbrengsten vergeleken met die van 1980		Bouwmans, 1990
Potentiële opbrengst	Q_p	De opbrengst die op proefvelden wordt verkregen onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding en een niet-limiterende voedingsstoffenvoorziening.	kg ds/ha	WUR Cultuurtechnisch Vademecum Hydrotheek (Stowa) 1988, p. 584.
Actuele opbrengst	Q_a	De opbrengst per jaar zoals die wordt berekend voor proefveldomstandigheden maar bij de actuele verdamping per	kg ds/ha	Bouwmans, 1990

		groeiseizoen (niet-optimale water- en luchthuishouding)		
Bruto praktisch potentiële opbrengst	Q_{pp}^{bruto}	De opbrengst die door een goed geleid bedrijf (GLP) in de praktijk kan worden gerealiseerd onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die onder de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt, **zonde**r aftrek van onvermijdelijke beweidings- en oogstverliezen	kg ds/ha	CDG, 2002
Netto praktisch potentiële opbrengst	Q_{pp}^{netto}	De opbrengst die door een goed geleid bedrijf (GLP) in de praktijk kan worden gerealiseerd onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die onder de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt **met** aftrek van onvermijdelijke beweidings- en oogstverliezen	kg ds/ha	CDG, 2002
Voederwaarde Eenheid Melk	VEM	de netto energie-inhoud van veevoeder voor de productie van melkgevende koeien en is gerelateerd aan de energie inhoud van 1 kg gestandaardiseerd gerst		https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/vem
Voederwaarde		De energie inhoud van veevoer (ruwvoer en krachtvoer)	VEM/kg ds	CDG, 2002

Bijlage 7: Afdruk van Excel-berekeningsresultaten **Normbedragen en Opbrengstfactoren 1.0** plus toelichting

Toelichting bij Excel-berekeningsresultaten ‘Normbedragen en Opbrengstfactoren 1.0’

Datum: 10 juni 2020
Opgesteld door: Jan van Bakel (De Bakelse Stroom)

Inhoudsopgave

1 Inleiding 60

2 Toelichting bij het excel-programma Normbedragen en opbrengstfactoren 1.0 62

2.1 Inleiding 62

2.2 Normbedrag (tabbladen A t/m F) 62

2.2.1 Potentiële opbrengst ($\mathbf{Q}_p$) van gras en maïs (stap 1) 62

2.2.2 Gemiddelde bruto praktisch potentiële kg-opbrengst ($\mathbf{Q}_{pp}^{bruto}$) van gras en maïs (stap 2) 63

2.2.3 Gemiddelde netto praktisch potentiële kg-opbrengst ($\mathbf{Q}_{pp}^{netto}$) van gras en maïs (stap 3) 64

2.2.4 Gemiddelde voederwaarde van gederfde opbrengst van gras en maïs (stap 4) 64

2.2.5 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras en maïs (stap 5) 65

2.2.6 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst voor melkveebedrijf (stap 6) 65

2.2.7 kVEM-prijs (stap 7) 65

2.2.8 Normbedrag (stap 8) 65

2.2.9 Stroomschema's (tabbladen E en F) 65

2.4 Potentiële opbrengstfactor (tabblad G) 66

1 Inleiding

In de ACSG-methodiek om te komen tot vaststelling van de jaarlijkse schadevergoeding door een permanente grondwateronttrekking (winning) wordt een aantal stappen doorlopen. Voor een graslandbedrijf zijn de stappen idealiter de volgende. Het voor de teelt van landbouwgewassen in gebruik zijnde deel van het invloedsgebied wordt opgedeeld in schadevlakken (berekeningsvlakken). Voor elk schadevlak wordt met veldonderzoek en/of modelonderzoek de grondwaterstandssituatie (gekarakteriseerd met de GHG, GVG en GLG, kortweg GXG) bepaald voor zowel de situatie **met** als **zonder** winning. Met behulp van de zogenoemde TCGB-tabellen kan hiermee de opbrengstdepressie door vochttekort worden bepaald in de situatie met en zonder winning. Door de winning kan ook de landbouwkundige schade door wateroverlast afnemen en wordt eveneens uitgedrukt als percentage van de netto praktisch potentiële opbrengst. De opbrengstdepressie door wateroverlast wordt per schadevlak voor een bepaald deel verrekend met de opbrengstdepressie door vochttekort.

Door de aldus bepaalde opbrengstdepressie voor de situaties met en zonder winning van elkaar af te trekken wordt de **verandering** in opbrengstdepressie verkregen als gevolg van de winning.

Bij melkveebedrijven gaat het om de voederwaarde van gras en maïs, uitgedrukt in kVEM/ha. Deze wordt verkregen door de drogestofopbrengst te vermenigvuldigen met de voederwaarde per kg ds.

De ACSG-methode is beschreven in CDG, 2002[15] (hierna: de **ACSG-methode**).

De opbrengstdepressies worden uitgedrukt in een percentage van het praktisch potentiële opbrengstniveau. Hieronder wordt verstaan: "de opbrengst die door een goed geleid bedrijf (GLP) in de praktijk kan worden gerealiseerd onder de heersende meteorologische omstandigheden bij een optimale water- en luchthuishouding, en onder bedrijfseconomische en bedrijfstechnische omstandigheden die onder de gegeven situatie als algemeen gangbaar kunnen worden aangemerkt". Een 'optimale waterhuishouding' wil in dit verband zeggen dat er geen opbrengstdepressies optreden door vochttekort en/ of door wateroverlast. Het praktisch potentieel opbrengstniveau wordt uitgedrukt in een hoeveelheid product per ha. Voor grasland en voedergewassen wordt de productie uitgedrukt in eenheden voederwaarde (kVEM) per ha.

Om te kunnen bepalen hoeveel 1 %/ha opbrengstdepressie 'waard' is wordt gewerkt met normbedragen. Gedefinieerd als:

de voederwaarde per % opbrengstdepressie per ha maal de marktprijs van de voederwaarde (voederprijs)

Maar het normbedrag hangt dus af van a) het praktisch potentieel opbrengstniveau en b) de marktprijs van krachtvoer. Het praktisch potentieel opbrengstniveau voor gras en maïs en de voederwaarde ervan is sinds 1998 constant gehouden. De marktprijzen van krachtvoer voor melkvee variëren per jaar en daardoor ook de ACSG-normbedragen.

---

[15] CDG, 2002. Grondslag voor het vaststellen van de vergoeding van verdrogingsschade op veehouderijbedrijven.

In Van Bakel, 2020[16] is beschreven welke stappen worden doorlopen en welke invoergegevens hierbij in de ACSG-methode worden gebruikt. Samengevat in onderstaande tabel.

Tabel: De stappen in de ACSG-methode voor vaststelling van de normbedragen

Stap	Beschrijving	Uitgedrukt in:	Met behulp van:
1	Gemiddelde potentiële opbrengst (Q_p, proef-veldomstandigheden) van gras c.q. van gras en maïs (vanaf 1998)	kg ds/ha	Proefvelden en ras-senonderzoek
2	Gemiddelde bruto praktisch potentiële op-brengst van gras en maïs (Q_{pp}^{bruto})	kg ds/ha	expertise
3	Gemiddelde netto praktisch potentiële op-brengst van gras en maïs (Q_{pp}^{netto})	kg ds/ha	Aannames en ge-meten beweidings- en oogst-verliezen
4	Voederwaarde van gras en maïs	kVEM/kg ds	Voederwaardeme-tingen
5	Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras en maïs	kVEM/ha	Product van stap 3 en stap 4
6	Netto praktisch potentiële kVEM- opbrengst van graslandbedrijf	kVEM/ha	Aannames over percentage maïs
7	kVEM-prijs	€/kVEM	Prijs van standaard-brok A
8	Normbedrag	€/%/ha	

Deze invoergegevens van stappen 1 t/m 6 zijn in het verleden periodiek bijgesteld naar aanleiding van ontwikkelingen in de landbouw. Vanaf 1980 zijn deze invoergegevens vergeleken met invoergegevens op basis van trendmatige ontwikkelingen. Beide zijn verwerkt in de Excel-berekeningsresultaten Norm-bedragen en opbrengstfactoren 1.0 (hierna: de **Rekentabellen**) waarmee per jaar een vergelijking kan worden gemaakt. In Rekentabellen zijn ook alle geraadpleegde bronnen en relevante passages uit die bronnen opgenomen.

In hoofdstuk 2 worden de diverse tabbladen toegelicht.

In de analyse van Van Bakel, 2020 wordt ook uitgebreid ingegaan op de zogenaamde potentiële op-brengstfactor. Dat is een factor waarmee de opbrengstdepressies door vochttekort moeten worden vermenigvuldigd als de bruto opbrengsten anders zijn dan gemiddeld anno 1980. In de Rekentabellen is daartoe en apart tabblad opgenomen dat eveneens zal worden toegelicht.

[16] Van Bakel, P.J.T., 2020. Analyse van opbrengsten, opbrengstdepressies en geldelijke waardering van landbouwkundige effecten van grondwaterwinningen in ACSG-(ontwerp)adviezen. In opdracht van DNL.

2 Toelichting bij het Excel-berekeningsresultaten Normbedragen en opbrengstfactoren 1.0 (de Rekentabellen)

2.1 Inleiding

De stappen in de tabel in het vorige hoofdstuk zullen als leidraad dienen bij de analyse van de gebruikte gegevens. Daarvoor is gebruik gemaakt van diverse bronnen die zijn genoemd in de Rekentabellen. Cruciale passages, schema's of figuren uit de literatuur zijn als uitsnede opgenomen. In het eerste tabblad staat tevens een kader met daarin links naar aanvullende achtergrondinformatie.

De Rekentabellen zelf bevatten diverse tabbladen. Allereerst het tabblad **A. Kengetallen**, waarmee op basis van literatuurgegeven kengetallen en rekenregels zijn afgeleid voor de situatie in 1980 en 2019. Het daarbij gevolgde stroomschema (zie tabblad **F. Stroomschema van Bakel 2019**) is ontleend aan de ACSG-methode (zie tabblad **E. Stroomschema ACSG 1998**).

Op basis hiervan zijn trendmatige ontwikkelingen in bruto en netto potentiële kg- en kVEM-opbrengsten berekend en waarmee voor de periode 1980-2019 voor gras, maïs en gras/voedergewassen (samenstelling van gras en maïs) per jaar bruto en netto kg-opbrengsten, voederwaarde en netto kVEM-opbrengsten zijn berekend (tabblad **B. Gras**, tabblad **C. Snijmaïs** en tabblad **D. Normbedrag GV**). De overeenkomstige gegevens zoals door de ACSG worden gebruikt zijn ook verzameld en als tabel **ACSG** naast de tabel **Trendmatig** weergegeven. De gevolgen van de trendmatige ontwikkeling voor normbedragen zijn een apart tabblad berekend zodat een vergelijking met de ACSG-normbedragen mogelijk is. In tabblad **G. Pot. opbr.factor** worden de potentiele opbrengstfactoren vanaf 1957 berekend.

De rest van dit hoofdstuk is een toelichting op de Rekentabellen. Allereerst wordt in sectie 2.2 toegelicht hoe in 8 stappen het normbedrag wordt bepaald. In sectie 2.3 wordt een toelichting gegeven op de bepaling van de potentiële opbrengstfactor.

2.2 Normbedrag (tabbladen A t/m F)

2.2.1 Potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_p}$) van gras en maïs (stap 1)

Gras
In tabblad B is voor gras voor de jaren 1980 t/m 2019 de door de ACSG gehanteerde gemiddelde (gemiddeld over de meteoreeks van minimaal 30 jaar) potentiële opbrengst in kolom J weergegeven.
We zien dat in 1998 de gemiddelde potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_p}$) door de ACSG is verhoogd van 13.500 naar 15.882 kg ds per ha. De gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{bruto}$) werd vanaf dat jaar gelijk gesteld aan de gemiddelde potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_p}$) die gold vanaf 1980 (zijnde 13.500 kg ds per ha). Om dat te bereiken moet de potentiële opbrengst een factor 1/0,85 (0,85 is (1 – 0,15), als uitdrukking van het verschil tussen proefveld en praktijk) aangenomen .

Vanaf 1998 jaar wordt de potentiële opbrengst (**Q_p**) door de ACSG gelijk gehouden. Zie tabblad B; kolom L

Door genetische en niet-genetische ontwikkelingen vertoont de gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**) van grasland een doorlopende trendmatige ontwikkeling. Deze doorlopende trendmatige ontwikkeling is in deze analyse afgeleid door de gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**) vanaf 1957 t/m 1980 zoals vermeld in Tabel 3.3 van Bouwmans, 1990 (opgenomen als uitsnede in tabblad B) als uitgangspunt te nemen. De trendmatige toename op basis van die cijfers is 0,894% per jaar. Voor de aldus bepaalde gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**) per jaar vanaf 1980 zie tabblad B; kolom C.

Maïs
In tabblad C is voor maïs dezelfde analyse uitgevoerd. Sinds 1998 wordt maïs voor 25% meegenomen in de bepaling van de normbedragen. In dat jaar werd de bruto praktisch potentiële opbrengst (**Q_{pp}^{bruto}**) door de ACSG gesteld op 16.000 kg ds per ha. Bij 10% verliezen voor normale praktijkomstandigheden bij bouwplan akkerbouw (waaronder maïs) betekent dit een gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**) van 16.000/0,9 is 17.778 kg ds/ha.

Ook voor maïs geldt dat er een doorgaande trendmatige ontwikkeling is in de gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**). Deze trend is afgeleid uit gegevens van het Handboek Snijmaïs 2020 (zie link onder de tabel en daaruit ontleende uitsnede). In 1992 was de potentiële opbrengst (**Q_p**) 16.000 kg ds/ha; in de periode 2004-2009 gemiddeld 20.300 kg ds/ha en in 2019 24.561 kg ds/ha. Dit is vertaald naar jaarlijkse toename van 1,6%. Aldus is kolom C van tabblad C berekend.

2.2.2 Gemiddelde bruto praktisch potentiële kg-opbrengst (**Q_{pp}^{bruto}**) van gras en maïs (stap 2)

Gras
De gemiddelde potentiële opbrengst (**Q_p**) wordt in de praktijk niet gehaald doordat in de praktijk maximaal haalbare opbrengsten lager zijn dan op proefvelden.
Voor gras hanteert de ACSG sinds 1980 een percentage van 15%. Zie tabblad B; kolom M. De aldus bepaalde gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengsten staan in tabblad B; kolom N.

Verondersteld is dat er geen trendmatige toe- of afname in dit percentage is opgetreden. Zie tabblad B; kolom D.
De daarmee bepaalde trendmatige gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengsten staan in tabblad B; kolom E.

Maïs
Door de ACSG wordt sinds 1998 uitgegaan van gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst **Q_{pp}^{bruto}** is 16.000 kg ds/ha. Zie tabblad C; kolom N.

Toepassing van het reductiepercentage van 10% resulteert in een trendmatige gemiddelde bruto praktisch potentiële opbrengst(**Q_{pp}^{bruto}**) zoals gegeven in tabblad C; kolom E.

2.2.3 Gemiddelde netto praktisch potentiële kg-opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{netto}$) van gras en maïs (stap 3)

Gras
Voor gras hanteert de ACSG sinds 1980 beweidings- en maaiverliezen van 17,5%. In 1998 zijn de beweidings- en oogstverliezen gewogen. Aangezien de maaiverliezen kleiner zijn dan de beweidingsverliezen (15% resp. 20%) resulteerde dat een netto potentiële opbrengst van 11.306 kg ds per ha (in het kader van tabblad B de geel gemarkeerde 113,06 zijnde 1%). Delen van 11.306 door 15.882 levert een verliespercentage van 16,25%. Dit percentage is vanaf 1998 gehandhaafd. Zie tabblad B; kolom O.
De aldus bepaalde gemiddelde netto praktisch potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{netto}$) volgens de ACSG per jaar staat in tabblad B; kolom P.

Maar ook voor dit aspect geldt dat de tijd niet heeft stil gestaan.

Op basis van gegevens uit de Kringloopwijzer is het percentage beweidings- en maaiverliezen in 2019, bij de door de ACSG gehanteerde verhouding tussen maaien en beweiden, gesteld op 15% resp. 5% (zie kader **Rekenregels** en de uitsnede daaruit (zie kader **Verwijzingen** in tabblad A).
Verondersteld is dat in 1980 de maai- en oogstverliezen overeenkomstig het ACSG 17,5% waren. De daaruit afgeleide trendmatige ontwikkeling is een afname van 2,149% per jaar. Zie tabblad B; veld W35. De daarmee bepaalde gemiddelde netto praktisch potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{netto}$) staat in tabblad B; kolom G.

Maïs
Vanaf 1998 hanteert de ACSG voor maïs een percentage van 6%. Zie tabblad C; kolom O. De aldus bepaalde gemiddelde netto praktisch potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{netto}$) staat in kolom P.

Volgens de Kringloopwijzer zijn de oogstverliezen anno 2019 voor maïs 2%. Zie kader **Verwijzingen** van tabblad A. Voor maïs is de trendmatige daling in oogstverliezen dus van 6% naar 2%. Dit is vertaald in een trendmatige afname van 3,98% per jaar. Zie tabblad C; veld W9. De aldus bepaalde trendmatig gemiddelde netto praktisch potentiële opbrengst ($\mathbf{Q_{pp}}^{netto}$) staat in kolom G.

2.2.4 Gemiddelde voederwaarde van gederfde opbrengst van gras en maïs (stap 4)

Gras
De door de ACSG gehanteerde voederwaarden van de gederfde opbrengst van gras staan vermeld tabblad B; kolom Q.
Op basis de cijfers zoals vermeld in het LAGO-rapport 1984 (zie uitsnede in tabblad B) is een toename bepaald van 0,421% per jaar. Deze trend is na 1980 doorgetrokken. Zie tabblad B; kolom H.

Maïs
Voor maïs hanteert de ACSG sinds 1998 een voederwaarde van 0,910 kVEM/kg ds. Zie tabblad C; kolom Q. De trendmatige ontwikkeling is afgeleid uit gegevens uit het Handboek Snijmaïs. Zie kader **Potentiele opbrengst snijmaïs 1992 t/m 2019** in tabblad A. Dit is vertaald in een trendmatige toename van 0,35% per jaar. Het resultaat staat in tabblad C; kolom H.

2.2.5 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst van gras en maïs (stap 5)

Gras
De praktisch potentiële kVEM-opbrengst is het product van praktisch potentiële droge-stofopbrengst en de voederwaarde. Het resultaat voor de ACSG-methode staat in tabblad B; kolom R.

Voor de trendmatige ontwikkeling, zie tabblad B; kolom I.

Maïs
De praktisch potentiële kVEM-opbrengst is het product van praktisch potentiële droge-stofopbrengst en de voederwaarde. Het resultaat voor de ACSG-methode staat in tabblad C; kolom R.

Voor de trendmatige ontwikkeling zie tabblad C; kolom I.

2.2.6 Gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst voor melkveebedrijf (stap 6)

Voor een melkveebedrijf worden vanaf 1998 een gewogen netto praktisch potentiële kVEM-opbrengst bepaald uit gras (75%) en het groenvoedergewas maïs (25%). Daarvoor was het 100% gras.
In tabblad D worden de gemiddelde netto praktisch potentiële kVEM-opbrengsten van gras en maïs aldus gewogen. Het resultaat voor de trendmatige ontwikkeling staat in kolom E; die voor de ACSG-methode staat in kolom L.

2.2.7 kVEM-prijs (stap 7)

Elk jaar wordt de kVEM-prijs vastgesteld op basis van de maandelijks op internet gepubliceerde prijzen van Standaardbrok A. Het resultaat staat in tabblad D; kolom F. De ACSG past deze methode ook toe. Zie tabblad D; klom M. Dit leidt niet tot noemenswaardige verschillen.

2.2.8 Normbedrag (stap 8)

Door vermenigvuldiging van de gemiddelde netto praktisch potentiële KVEM-opbrengst per procent opbrengst met de kVEM-prijs wordt het normbedrag verkregen. Voor de ACSG-methode zie tabblad D; kolom N. Zie voor de trendmatige ontwikkeling tabblad D, kolom G.

In tabblad D; kolom Q is de verhouding tussen de normbedragen volgens de trendmatige ontwikkeling en volgens de ACSG weergegeven.

2.2.9 Stroomschema's (tabbladen E en F)

In CDG, 2011[17] is een stroomschema opgenomen dat laat zien hoe de bij de ACSG-methode de derving aan opbrengst en aan voederwaarde van 1 % opbrengstdepressie per ha wordt berekend.
Dit stroomschema is opgenomen in tabblad E. Stroomschema ACSG 1998. Ook is een link naar het Cultuurtechnisch Vademecum en de meest relevante passage daaruit is als uitsnede opgenomen.

Dit stroomschema is toegepast voor de situatie m.b.t. de potentiele opbrengst Q_p van gras en maïs anno 2019. Zie tabblad F. Stroomschema van Bakel 2019.

2.3 Potentiële opbrengstfactor (tabblad G)

In Van Bakel, 2020 zijn de achtergronden van de potentiële opbrengstfactor beschreven.
De gemiddelde potentiële opbrengst Q_p van gras is bepalend voor de potentiële opbrengstfactor.
Voor de trendmatige ontwikkeling zie tabblad G; kolom C. Overgenomen van tabblad B; kolom C
Voor de ACSG-methode, zie tabblad G; kolom J. Overgenomen van tabblad B; kolom L.

De daarmee bepaalde meeropbrengst per mm verdamping is gegeven in. tabblad G; kolom D voor de trendmatige ontwikkeling en tabblad G; kolom K voor de ACSG-methode.

Voor een zelf in te vullen waarde voor het vochttekort wordt de gemiddelde actuele opbrengst bepaald. Zie tabblad G; kolom E voor trendmatig en kolom L voor de ACSG-methode.

De daarmee bepaalde opbrengstdepressie staat in kolom F voor trendmatig en kolom M voor de ACSG-methode.

De opbrengstdepressie kan worden uitgedrukt als verhoudingsgetal t.o.v. de opbrengstdepressie uit 1980. Het resultaat voor de trendmatige ontwikkeling staat in tabblad I; kolom G.
Voor de ACSG-methode is de waarde sinds 1980 niet meer veranderd maar is op 1,0 gehandhaafd ondanks dat in 1998 de gemiddelde potentiële opbrengst is verhoogd. Zie tabblad G; kolom N.

[17] CDG 2011. 'Berekening vergoedingsnorm grasland en voedergewassen vanaf 1998', bijlage bij de CDG-notitie 'Berekening normbedrag grasland en voedergewassen vanaf 2011'.