



Hoog water in de Zumpe

Effect van opgestuwd water en enkele aanbevelingen

Th.G. Giesen
mei 2021
Gaanderen

Hoog water in de Zumpe

Effect van opgestuwd water en enkele aanbevelingen

2021

Th.G. Giesen

Dankwoord:

De auteur bedankt de Gemeente Doetinchem (Hr. R. Langendoen en W. Thus) voor het mogelijk maken van de chemische analyses.

Te citeren als:

Giesen, Th.G., 2021. Hoog water in de Zumpe. Effect van opgestuwd water en enkele aanbevelingen. Gaanderen.

Inhoud

Inleiding	6
De Zumpe	6
Situatie	6
Grondwater doorlijnen	7
Neerslag en grondwaterstand	7
Vastgestelde effecten.....	9
Metingen	9
Resultaten	10
Kwaliteit van het water	10
Gelaagdheid	11
Veranderingen door het seizoen.....	12
Bodem pH en humus.....	13
Conclusie.....	14
Discussie en aanbevelingen.....	14
Verbeterde aanvoer/afvoer van grondwater.....	15
Literatuur.....	15
Bijlage	16

Inleiding

In drogere jaren (zoals in 2018 t/m 2020), is het erg verleidelijk in een natte winter regenwater (permanent) op te stuwen. Hierdoor kan een natuurgebied in de daaropvolgende drogere (zomer)periode langer vochtig blijven. In sommige natuurterreinen kan dit een goede oplossing zijn, maar het is niet zeker of dat ook voor de Zumpe geldt.

De Zumpe

De Zumpe is een Elzenbroekboscomplex met graslanden en geplagde agrarische grond (Giesen, 2009 en 2017; www.zumpe.nl). In de ondergrond van de Elzenbroekbossen bevindt zich veel kalk in de C-horizont, die uit rivierzand bestaat en/of uit veen met lagen moeraskalk. De kalk zorgt ervoor dat steeds voldoende basen met het grondwater de wortelzone kunnen bereiken. Dit leidt ertoe dat de pH_{water} van de bovengrond oploopt tot waarden boven 8 (fig. 1).

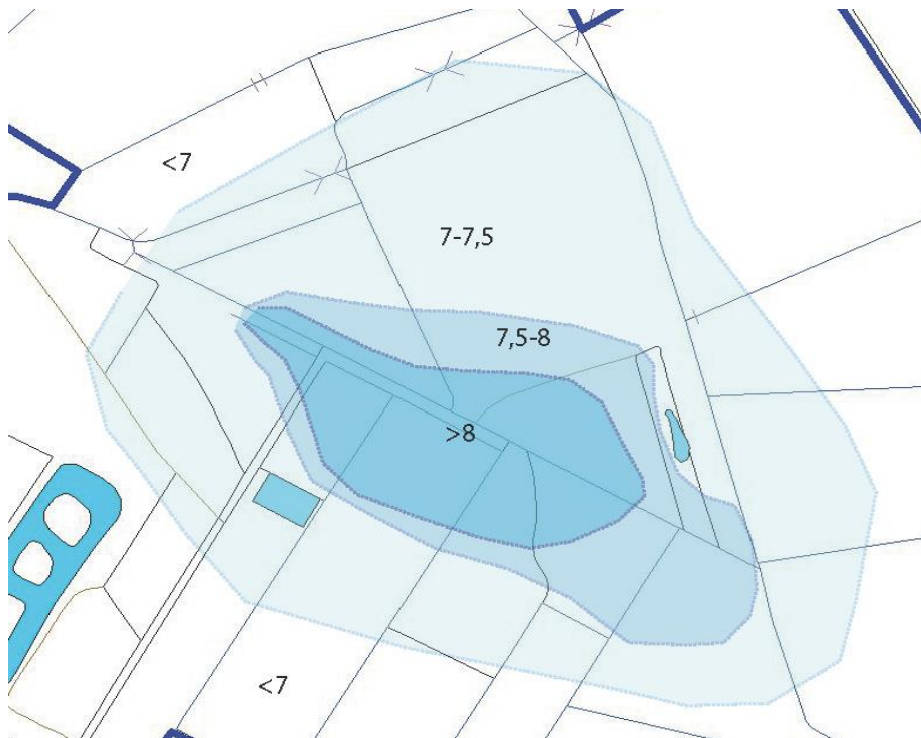


Fig. 1. De pH_{water} van de bovengrond in 2008.

Situatie

In de afgelopen drie, drogere jaren is vanaf begin 2019 water opgestuwd door middel van ballonnen, die in duikers zijn geplaatst. Daardoor zijn waterstanden bereikt die ver boven de historisch waarden uitkomen. In 2020 stroomde het gestuwde water zelfs in stroompjes van het maaiveld af. De verschillende broekbospercelen gingen als communicerende vaten werken.

In eerste instantie was dat hoopgevend voor de situatie in de komende droge periode. De pH en de EGV van het afstromende water in 2020 waren namelijk dermate hoog, dat geen sprake zou kunnen zijn van verzuring. Dr. André Jansen en Remco Versluis Bsc. (Stichting Bargerveen) konden een $pH=6,5$ en een $EGV=350\mu S/cm$ meten in het afstromende water. Later, nadat de afstroom stopte, werd door hen in het water in de Zompesloot en in het broekbos een $pH=7,5$ gemeten.

In de zomermaanden van de afgelopen jaren zakt de grondwaterstand zover uit, dat de broekbosbodem begaanbaar is. Dat is vaker voorgekomen in bv. 1976 en 1977.

Grondwater duurlijnen

De GWS (Grondwaterstand) wordt in de Zumpe continue geregistreerd met divers. Van de zeven peilbuissets in het onderzocht terreindeel is de set peilbuizen in het Adderbroek (B40F1943) hydrologisch representatief voor het gehele betrokken terreindeel. De correlatie tussen alle betrokken buizen is steeds >90%.

De duurlijnen van deze set buizen (PB40F1943 ondiep en diep) laten zien dat er sprake is van een infiltratie- en een kwelperiode. De GWS staat dan resp. boven en onder maaiveld (fig. 2).

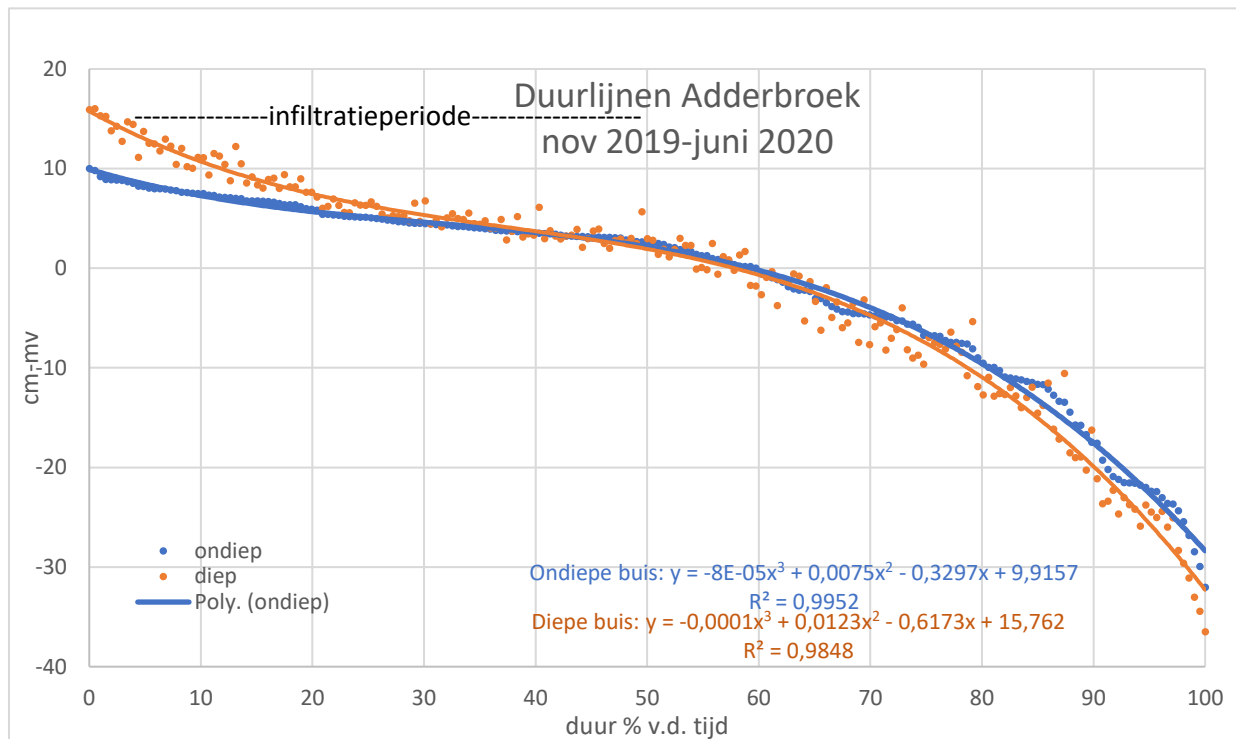


Fig. 2.

Duurlijnen van de waterstand in de peilbuizen B40F1943 (ondiep en diep). Er is een infiltratieperiode en een kwelperiode (convexe deel).

Neerslag en grondwaterstand

Dicht tegen de Zumpe ligt het weerstation Vijverberg. De neerslagcijfers laten interessante conclusies toe over de invloed van de hoeveelheid neerslag op de grondwaterstand in de Zumpe.

Zoals verwacht mag worden, heeft een klein regenbuitje nauwelijks invloed op de grondwaterstand.

Valt er veel neerslag, dan kunnen twee toestanden worden onderscheiden:

1. Is de veenbodem niet verzadigd (GWS onder maaiveld), dan heeft sterke neerslag sterke invloed op de GWS (fig. 3; periode A). De stijging van de GWS is groter dan de hoeveelheid neerslag.
2. Is de veenbodem verzadigd (GWS bij of boven maaiveld), dan heeft sterke neerslag veel minder invloed op de GWS (fig. 3; periode B). De stijging van de GWS is kleiner dan de hoeveelheid neerslag.

In de periode 1-11-2019 tot 1-1-2020 (A) is 121 mm neerslag gevallen en is de GWS 270 mm gestegen. Het grondwater staat dan onder maaiveld. Daarentegen is in de periode 1-1 tot 1-3-2020 (B) 158 mm neerslag gevallen, maar is de GWS slechts 70 mm gestegen. Dus veel meer neerslag, maar met een kleinere invloed op de grondwaterstand. In periode B verdampt een deel en wordt afgevoerd door drainage.

De helling van lijn A (fig. 3) is 0,57; die van lijn B 0,09. Dat wil zeggen dat de stijging van de GWS in de periode van lijn A ca. 6 maal sneller is (de correlatie van deze lijnen bedraagt: $R^2_A=0,95$ en $R^2_B=0,76$). Periode A: $270/121=2,2$ mm stijging per mm neerslag; periode B: $70/158=0,44$ mm stijging per mm neerslag. Een deel van de GWS-stijging in periode A kan worden toegeschreven aan grondwater aanvoer. In periode B is sprake van afvoer.

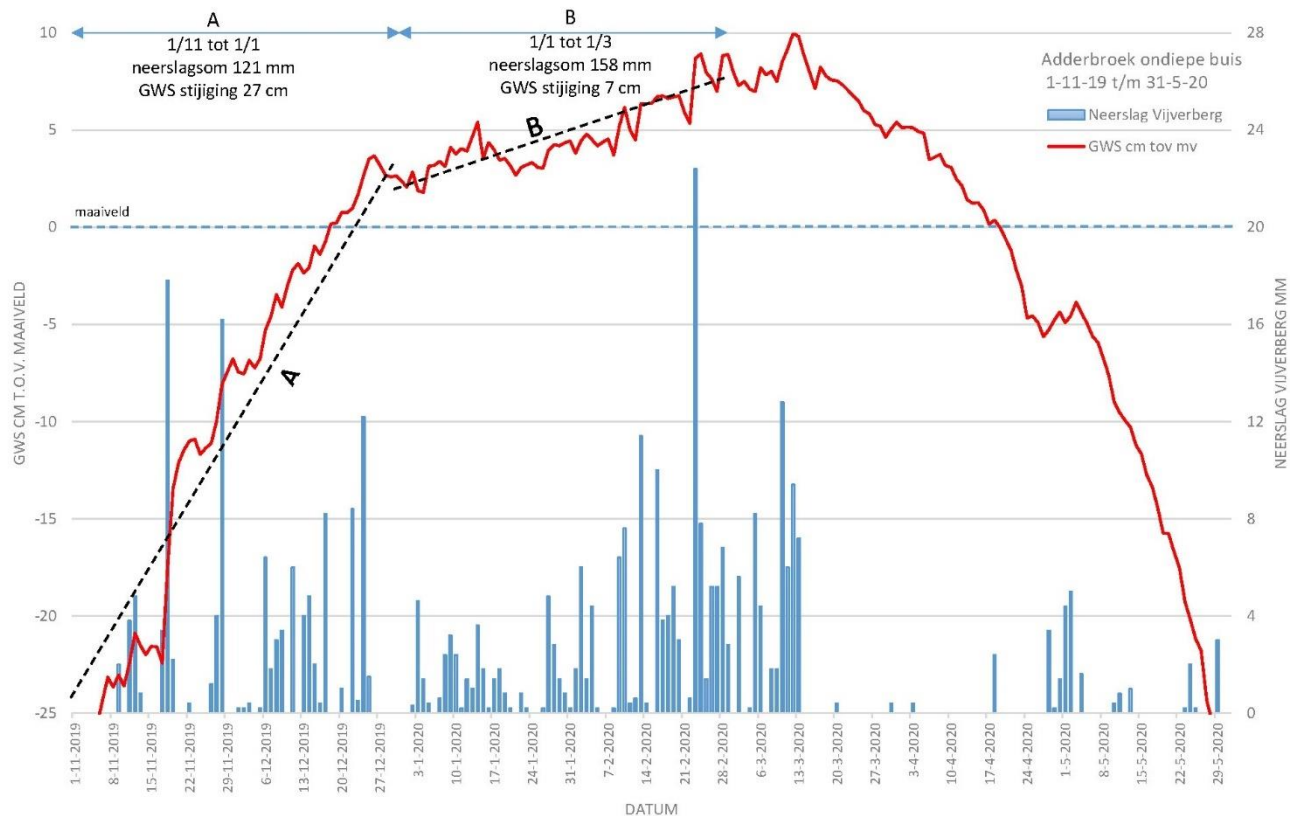


Fig.3.

De relatie neerslag (blauwe staven) en GWS (rode lijn) van de, voor het onderzochte deel van de Zumpe, representatieve peilbuis P40F1943 (ondiep). Als de GWS laag is (onder mv in nov-dec 2019: periode A) stijgt de GWS snel, maar als de GWS al hoog is (boven mv in jan-mrt 2020: periode B), heeft ook sterke neerslag (zoals in februari) weinig effect op de GWS in de buis. In de periode A stijgt de GWS sneller dan in periode B. In periode A wordt grondwater aangevoerd (kwel). In periode B wordt overtollig regenwater afgevoerd door drainage en verdamping.

Vastgestelde effecten

In de loop van de tijd na het opstuwen (waarin een neerslag tekort optrad) begon op te vallen dat basen minnende kwelsoorten minder tot ontwikkeling kwamen. Bittere veldkers (fig. 4), Grote boterbloem, Gewone dotterbloem, Waterviolier, Kleine valeriaan werden in 2019 en in 2020 minder waargenomen of waren op sommige plaatsen zelfs verdwenen.



Fig. 4.

Bedekking van Bittere veldkers in mei 2008, dec. 2016 en april 2020 (van links naar rechts) in het Adderbroek. Opvallend is het aantal exemplaren op drooggevallen grond in december 2016. In 2020 is nog één plantje op deze locatie gevonden en is deze locatie in de winter geïnundeerd.

Metingen

Omdat de afname van kwelsoorten minder hoopgevend was, is besloten in 2020/2021 enige metingen te verrichten. Rondom de locatie met de in 2008 hoogste pH_{water} (zie fig. 1) werden de meting in 2020 herhaald. Tevens werd het humusprofiel onderzocht en de humusvorm bepaald.

Om na te gaan of het stagnerende water uit regenwater, grondwater of een mix bestaat, werd in de natte periode op drie diepten (in 2021; bovenste 10 cm, ongeveer op halve diepte en de onderste 10 cm; ongestoorde monsters door oppompen via slang) water bemonsterd en geanalyseerd. Er werd pH , calcium, chloride, HCO_3 (bicarbonaat) en EGV (EC) bepaald (zie tabel 1). Met het softwarepakket Maion (van Wirdum, 1991) werd de ionratio (IR%) en het aandeel lithoclien en atmoclien water berekend. Tevens is in de ondiepe en diepe buis (onderzijde buis resp. 214 en 507 cm-mv, locatie buis B40F1943) referentie grondwater bemonsterd en geanalyseerd. In april 2021 werd de bemonstering op enkele locaties herhaald om te controleren of een eventuele stratigrafie nog aanwezig was.

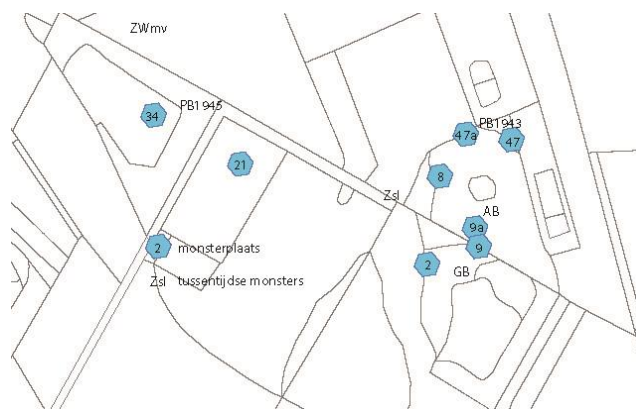


Foto: Oppompen van niet verstoorde watermonsters op verschillende diepten.

Kaart: ligging van de monsterlocaties.

Resultaten

Kwaliteit van het water.

In 2020/2021 is het water in de peilbuizen en in de onderzochte waterkolommen neutraal, tamelijk calcium rijk, met verhoogd chloride gehalte (matig vervuild – vervuild) en een hoog bicarbonaat gehalte (zeer hard water). De EGV geeft aan dat het om grondwater van lange verblijftijd gaat. Gemiddelden (tabel 1) verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 1. Gemiddelden in peilbuizen en oppervlaktewater (stagnerend water; ns=niet significant verschillend).

Parameter	Peilbuizen	Waterkolom	Eenheid	Verskil
pH	7,2	7,0	-	n.s.
EGV (EC)	84	83	mS/m	n.s.
HCO ₃	391	207	mg/l	n.s.
Calcium	127	116	mg/l	n.s.
Chloride	39	42	mg/l	n.s.
IonRatio	84	83	%	n.s.
Aandeel grondwater	100	88	%	n.s.

In bijlage 1 zijn de meetresultaten uit 2020/2021 weergegeven en recent historische waarden uit 1993, 1994 en 2008.

In fig. 5 is te zien waar de monsters uit de stagnerende waterkolom liggen t.o.v. referentiewatertypen. Ze liggen in de figuur allemaal dicht bij typisch grondwater, maar zijn verschoven naar de referentie RH. Dit wijst op vervuiling door gier; het chloride gehalte is namelijk in bijna alle monsters verhoogd.

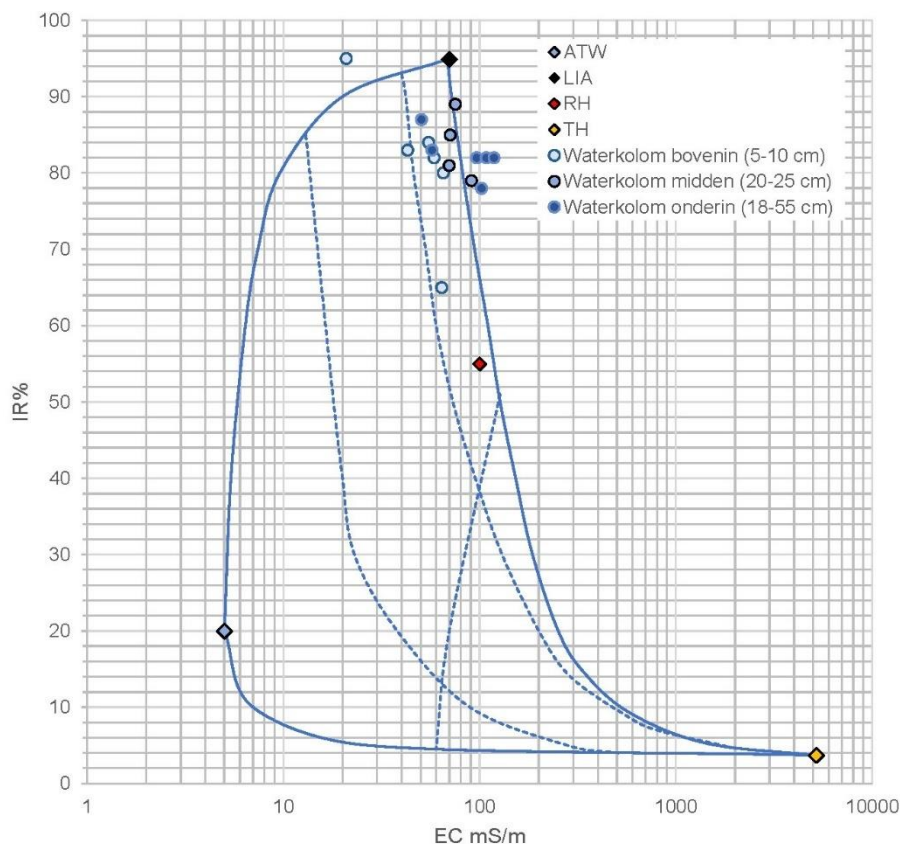


Fig. 5. EC-IR diagram van de op 4-2-2021 verzamelde monsters uit de waterkolom van stagnerend water in vier broekbossen.

Bemonsterde deelgebieden:
 Adderbroek,
 Golfbroek,
 Wilgenbroek en
 Hoek
 (zie bijlage 1).

ATW=typisch regenwater,
 LIA=typisch grondwater (lithoclien),
 RH=vervuild water,
 TH=zeewater.

Gelaagdheid

In fig. 6 is te zien dat de waterkolom bovenin voor een deel uit regenwater bestaat en onderin de kolom uit grondwater.

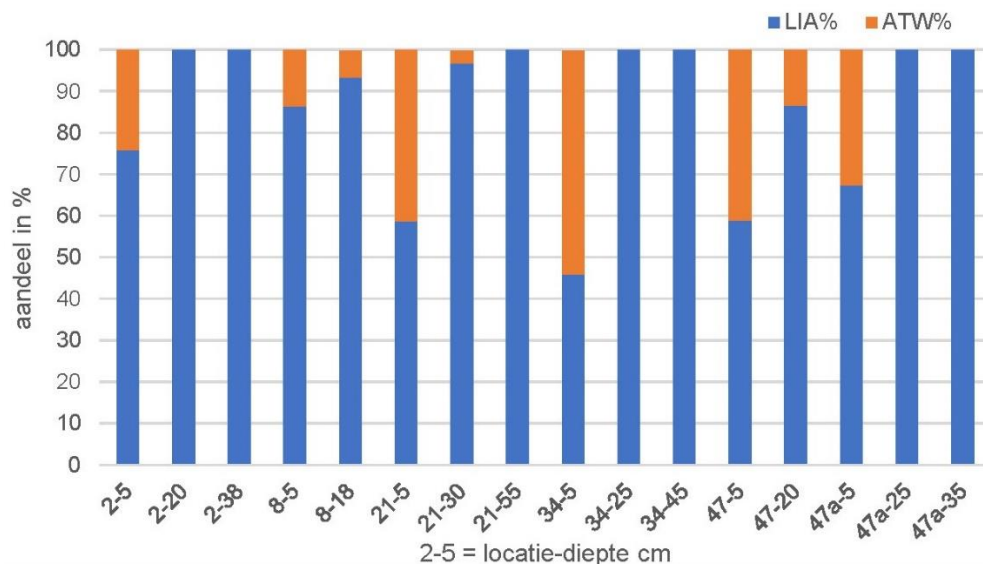


Fig. 6.

Aandeel grondwater (LIA en regenwater (ATW) op verschillende diepten in de waterkolom.

De pH van de waterkolom blijkt geen relatie met de diepte te vertonen. Op grotere diepte bestaat het water uit grondwater, maar de pH is niet anders. De pH is hier dus niet te gebruiken voor de kwalificatie 'grondwater'. Het gehalte calcium en bicarbonaat en in mindere mate ook chloride en EGV zijn wel gecorreleerd met de diepte. Vooral calcium en bicarbonaat nemen toe met de diepte. De eerder in het afstromende water (2020) gemeten EGV=35 mS/m (350µS/cm) correspondeert met een aandeel grondwater van ~65% (fig. 7).

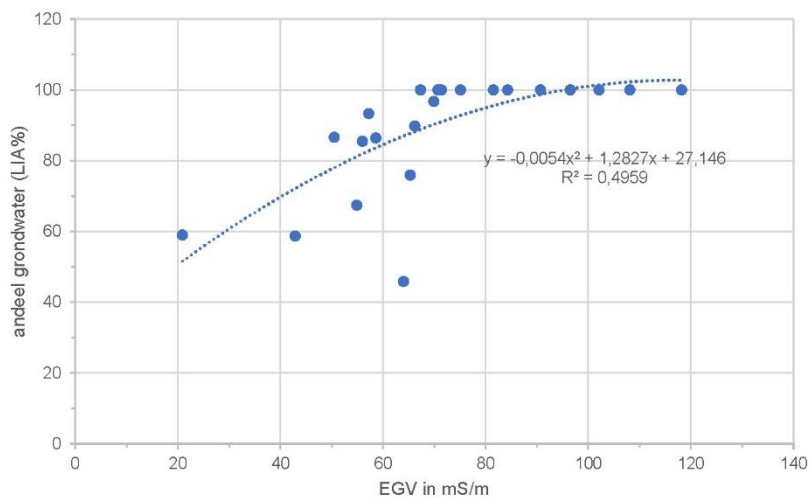


Fig. 7.

De relatie tussen EGV en aandeel grondwater (LIA%).

In fig. 8 is de diepte uitgedrukt in % van de waterkolom, omdat de waterdiepte niet overal gelijk is. Hierdoor kan bekeken worden welk deel van de waterkolom uit grondwater bestaat. Uit deze grafiek blijkt dat op ~50% van de waterdiepte de scheidslijn grondwater-regenwatermix ligt. Het onderste deel van het opgestuwde water bestaat uit grondwater, terwijl bovenin grondwater met regenwater is vermengd (12-54% regenwater, afhankelijk van de totale diepte). Er heeft zich een regenwaterlens gevormd (zie ook Immerzeel e.a., 1996).

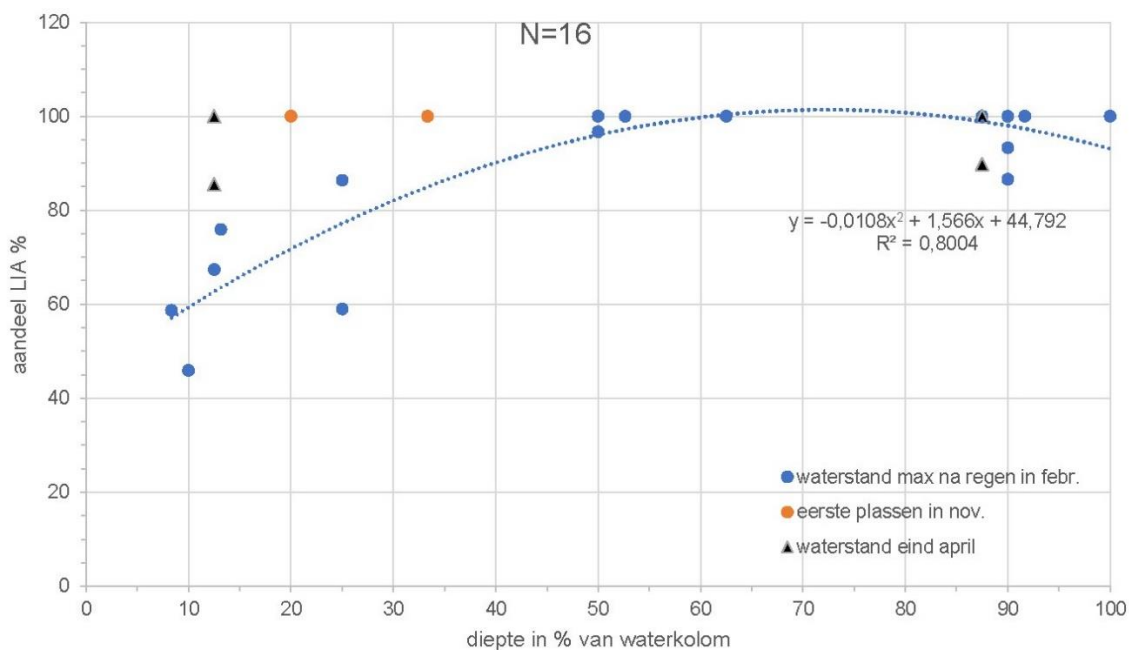


Fig. 8.

De relatie tussen de diepte van de waterkolom in % en het aandeel grondwater (LIA%) in februari 2021. De scheidslijn grondwater-regenwatermix ligt ongeveer op 50% van de diepte.

Interessant is dat de eerste plassen in november al uit 100% grondwater bestaan.

In april 2021 wordt ook bovenin 90-100% grondwater berekend; de waterkolom is dan gemengd of het regenwater is afgevoerd.

Veranderingen door het seizoen

Op 13 november 2020 bestaan de eerste plassen (nog ondiep) die verschijnen, voor 100% uit grondwater.

Op 17 december 2020 is de diepte van de waterkolom toegenomen, maar bestaat bovenin nog steeds uit 100% grondwater.

Op 4 februari 2021 heeft zich, door sterke regenval, een gelaagde waterkolom gevormd, met lithoclien grondwater tot ongeveer 50% van de waterkolom. Daarboven is het water een mix van grond- en regenwater (fig. 6).

Op 21 april 2021, na de natte periode en met alweer dalende waterstand, is het aandeel grondwater ook bovenin de waterkolom hoger door menging. Dan is het calciumgehalte in de bovenste laag ook hoger dan in februari; het is dus van onder naar boven gediffundeerd of vermengd.

Bodem pH en humus

In fig. 9 is de bodem-pH (pH_{water}) in 2020 weergegeven en is vergeleken met 2008 aanzienlijk gedaald. De humusvorm is niet veranderd in de 2 jaar met opstuwing, maar wel is er meestal een L en F horizont ontstaan of de reeds aanwezige L en F horizont is dikker geworden dan in 2008 (ophoping strooisel).

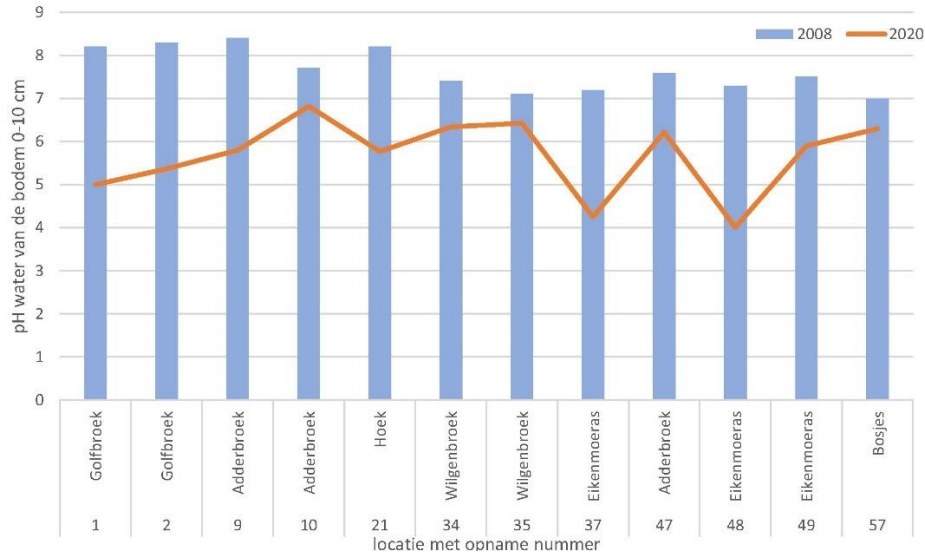


Fig.9.

Zuurgraad van de bovenste 10 cm van de bodem (pH_{water}) in 2008 en 2020.

Conclusie

De afname en het (mogelijk tijdelijk) verdwijnen van kwelsoorten wijst erop, dat basenrijke kwel is afgenomen. Abiotische metingen in de gestuwde waterkolom laten echter zien, dat de onderste helft uit lithoclien grondwater bestaat en de bovenste helft voor een groot deel uit regenwater. Er heeft zich een regenwaterlens gevormd, gelukkig niet onder maaiveld. De kolom stuwwater blijkt de kwel dus niet weg te drukken.

In de periode met grondwater onder maaiveld en sterke neerslag, blijkt de GWS (grondwaterstand) sterker te stijgen dan op basis van de neerslag hoeveelheid mag worden verwacht. Er wordt dus grondwater aangevoerd. In de periode met de GWS boven maaiveld wordt netto water afgevoerd. Voor de Zumpe blijkt onbeperkt opstuwten onwenselijk. Omdat de waterkolom enige tijd na een natte periode wordt vermengd, wordt het calciumgehalte dicht bij de bodem ook lager. Een lange inundatieduur lijkt de ontwikkeling van kwelsoorten te remmen. Regenwaterafvoer is wenselijk.

Discussie en aanbevelingen

De gebleken laagvorming in het water ontstaat door opstuwning van sterke regenval in het vroege voorjaar. De onderste helft van de opgestuwde waterkolom bestaat uit lithoclien grondwater (LIA) en de bovenste helft bevat een wisselend aandeel regenwater (ATW). Het blijkt dat de waterkolom de kwel niet (volledig?) wegdrukt; het basenrijke grondwater bereikt de wortelzone in de bovengrond wel. Na de regenrijke periode mengt zich het grond- en regenwater en kan in de bodem doordringen als het waterpeil zakt. Het met basen aangevulde bodemcomplex kan dan weer worden uitgespoeld. Mogelijk is dat de reden voor de gemeten lagere bodem-pH. Het zou daarom nuttig zijn het peil in het vroege voorjaar dusdanig in te stellen dat ca. 50% van de waterkolom kan afstromen tijdens sterke neerslag. Regenwater wordt dan afgevoerd.

Aan de afname van kwelsoorten kunnen enkele overwegingen worden verbonden:

- De baseraanvoer is niet afgenomen door het opgestuwde water. Maar basen kunnen wel worden afgevoerd door uitspoeling via regenwater.
- Mogelijk veroorzaakt de lange inundatieduur de afname van kwelsoorten. Van Bittere veldkers is bekend dat deze kortstondige overstroming goed verdraagt, maar langdurige dus niet.



Adderbroek met gedeeltelijk overstroomde pad op 22-3-2019. Links, achter de boomvoet, troebeling door kwel en op de voorgrond en rechts jonge Bittere veldkers. Inundatieduur is blijkbaar kort genoeg.

Verbeterde aanvoer/afvoer van grondwater

Meer grondwater zou kunnen worden aangevoerd als meer infiltratie plaatsvindt in de hoger gelegen dekzandgebieden (b.v. ten noordoosten van de Zumpe in de Slangenburg). Gezuiverd rioolwater zou in de Slangenburg in het bestaande sloten- en greppelstelsel gepompt kunnen worden. Deze methode is het WRIJ (Waterschap Rijn & IJssel) ook van plan in de regio Winterwijk. Enkele decennia geleden is met infiltratie in bossen in de omgeving van Freiburg (BRD) al een positieve ontwikkelingen bereikt: het resulteerde in een verbetering van de bosvegetatie en een toename van de houtproductie.

Minder sterke afvoer van kwelwater kan bereikt worden door afsluiting van watergangen of het verhogen van de ontwateringsbasis. De Zompesloot zou kunnen worden gedempt tot de gewenste hoogte, waarna het overtollige (regen)water een natuurlijke weg zoekt. Bij de uitvoering zou het eerste deel (tussen Adderbroek en Golfbroek) open moeten blijven, in verband met de waardevolle begroeiing met Waterviolier, Bittere veldkers en Paarbladig goudveil. Vanaf de eerste duiker bij de ingang van het KNNV deel kan gedempt worden met het langs de Zompesloot liggend materiaal (afgevlakte oeverwal in de Zompewei).

Door toepassing van dammetjes op verschillende locaties, kan de afstroom van overtollig regenwater nauwkeurig worden geregeld. De afstroom kan worden ingesteld op ~50% van de maximale waterkolom bij hoog water (zie maximale grondwaterstanden peilbuizen).

Het water aan maaiveld in de Zompewei bestaat in de laagste terreindelen voor slechts 42% uit lithoclien grondwater met een relatief laag gehalte calcium (49 mg/l). Op deze locaties blijken soorten voor te komen die de voorkeur geven aan zwak-basische omstandigheden (Ongelijkbladig fonteinkruid, Moeraskartelblad, Kraaltjes glanswier, Stijve moerasweegbree e.a.). In andere delen van de Zompewei ontbreken deze soorten; op deze delen zou de ontwikkeling van Elzenbroekbos kunnen worden toegestaan. De andere broekbossen worden daardoor verbonden en ze vormen dan een stevige broekbos cluster.

Literatuur

Giesen, Th.G., 2017. Een eeuw plantengroei in de Zumpe. *De Levende natuur* 118(2): 47-53.

Giesen & Geurts, 2002. De betekenis van chemische en fysische wateranalyses. Ulft. SBB Deventer.

Giesen & Geurts, bureau, 2009. Onderzoek naar effecten van hydrologische veranderingen in de Zumpe. Vegetatie, humusprofiel en grondwaterkwaliteit. G&G, Ulft. Provincie Gelderland.

Immerzeel, C.H., U. Vegter & P.P. Schot, 1996. Toepassing van een neerslaglenzenmodel bij hydro-ecologische herstelprojecten. Toepassing in de Zumpe. *H2O*, 29(10):293-296.

(zie: <https://www.zumpe.nl/literatuur/neerslaglenzen/>).

Jansen, A.J.M. & R. Versluis, 2020. Schriftelijke mededeling. LinkedIn.

Souer, M.A., 1988. Maion versie 2.0. Een computerprogramma in Fortran voor de primaire verwerking van fysisch-chemische gegevens van watermonsters. Intern rapport RIN 88/65, Leersum.

Wirdum, G. van, 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Dissertatie Amsterdam.

Bijlage1. Gemeten en berekende (Maion) waarden uit 1993, 1994, 2008, 2020 en 2021.

Intern nr	monster	datum	terrein code	monster diepte cm	water diepte cm	diepte kolom %	analyse							Maion berekeningen							Stuifzand type				
							pH	Ca mg/l	Cl mg/l	HCO3 mg/l	EC mS/cm	IR %	corr. met watertype				aandeel								
													rLi %	rAt %	rTh %	rMo %	LIA %	ATW %	TH %						
Z1	2-5	4-2-2021	GB	Golfbroek	5	13	6,9	88	38,0	110	65,3	80	81	-38	60	74	76	24	0,2	F1CaHCO3-					
Z2	2-20	4-2-2021	GB	Golfbroek	20	53	7,1	176	37,9	172	75,1	89	82	-39	42	59	100	0	0,1	F2CaHCO3-					
Z3	2-38	4-2-2021	GB	Golfbroek	38	38	100	6,7	170	68,0	225	108,1	82	75	-37	76	81	100	0	0,3	F2CaHCO3-				
Z4	8-5	4-2-2021	AB	Adderbroek	5	25	6,8	100	38,0	146	58,6	82	87	-41	42	61	86	14	0,2	F2CaHCO3-					
Z5	8-18	4-2-2021	AB	Adderbroek	18	20	90	6,9	108	40,0	122	57,2	83	83	-38	38	59	93	7	0,2	F1CaHCO3-				
Z6	21-5	4-2-2021	H	Hoek	5	8	6,9	68	24,0	88	42,9	83	86	-40	32	54	59	41	0,1	g1CaHCO3-					
Z7	21-30	4-2-2021	H	Hoek	30	50	6,7	112	46,0	181	69,9	81	87	-42	53	69	97	3	0,2	F2CaHCO3-					
Z8	21-55	4-2-2021	H	Hoek	55	60	92	6,5	186	72,8	250	118,2	82	73	-36	79	83	100	0	0,3	F3CaHCO3-				
Z9	34-5	4-2-2021	WBO	Wilgenbroek-o	5	10	6,8	54	52,0	119	64,0	65	78	-35	73	84	46	54	0,2	F1CaHCO3-					
Z10	34-25	4-2-2021	WBO	Wilgenbroek-o	25	50	6,7	134	63,6	203	90,7	79	80	-38	70	79	100	0	0,3	F2CaHCO3-					
Z11	34-45	4-2-2021	WBO	Wilgenbroek-o	45	50	90	6,7	128	64,4	349	102,1	78	84	-43	75	79	100	0	0,3	F3CaHCO3-				
Z12	47-5	4-2-2021	ABK	Adderbroek kwelsoorten	5	25	6,6	68	7,0	76	20,9	95	77	-37	-6	21	59	41	0,0	g1CaHCO3					
Z13	47-20	4-2-2021	ABK	Adderbroek kwelsoorten	18	20	90	6,7	100	26,0	211	50,5	87	95	-48	24	45	87	13	0,1	g2CaHCO3-				
Z14	47a-5	4-2-2021	ABPB	Adderbroek bij peilbuis 1943	5	13	7,1	78	25,7	159	54,9	84	93	-47	44	61	67	33	0,1	g2CaHCO3-					
Z15	47a-25	4-2-2021	ABPB	Adderbroek bij peilbuis 1943	25	63	6,8	116	35,2	194	70,7	85	89	-44	52	67	100	0	0,1	F2CaHCO3-					
Z16	47a-35	4-2-2021	ABPB	Adderbroek bij peilbuis 1943	35	40	88	6,7	146	57,4	312	96,5	82	86	-43	68	76	100	0	0,2	F3CaHCO3-				
Z22 PB 1943-1	24-12-2020	AB	peilbuis 1943 ondiep	100			7,2	86	32,0	458	98,0	83	86	-48	71	71	74	26	0,1	F3CaHCO3					
Z23 PB 1943-2	24-12-2020	AB	peilbuis 1943 diep	500			7,3	96	34,0	293	67,1	83	97	-51	46	60	83	17	0,1	F3CaHCO3					
Z17 PB 1943-1	4-2-2021	AB	peilbuis 1943 ondiep	100			7,3	62	37,8	427	83,2	74	88	-49	61	64	53	47	0,2	F3CaHCO3					
Z18 PB 1943-2	4-2-2021	AB	peilbuis 1943 diep	500			7,4	68	32,0	324	71,1	79	94	-51	55	63	59	41	0,1	F3CaHCO3					
Z37 PB 1943-1	9-4-2021	AB	peilbuis 1943 ondiep	100			7,3	164	42,0	437	84,9	87	97	-51	46	59	100	0	0,1	F3CaHCO3					
Z38 PB 1943-2	9-4-2021	AB	peilbuis 1943 diep	500			7,5	142	34,0	336	76,6	88	96	-50	45	59	100	0	0,1	F3CaHCO3-					
Z39 PB 1945-1	9-4-2021	WB	peilbuis 1945 ondiep	100			7,2	208	74,5	485	122,6	83	85	-44	72	78	100	0	0,3	F3CaHCO3-					
Z40 PB 1945-2	9-4-2021	WB	peilbuis 1945 diep	500			7,4	144	41,7	350	82,9	86	94	-49	52	64	100	0	0,2	F3CaHCO3-					
Z19 PB4a	6-6-1994	AB	peilbuis ondiep	100			7	140	24,0	320	73,5	91	96	-50	42	57	100	0	0,1	g3CaHCO3-					
Z20 PB4b	6-6-1994	AB	peilbuis diep	500			6,7	170	40,0	450	79,9	88	98	-51	38	54	100	0	0,1	F3CaHCO3-					
Z21 PB4b	28-7-2008	AB	peilbuis diep	500			6,7	115	26,3	424	75,6	89	98	-53	44	55	100	0	0,1	g3CaHCO3					
Z24	Zwei	4-2-2021	mv	Zompewei water aan mv	10		7,6	49	21,0	286	64,9	81	93	-52	55	60	42	58	0,1	g3CaHCO3					
Z25	ZSL	4-2-2021	GrB	Zompesloot Gr. Boterbloem	10		7,1	114	30,0	159	59,6	87	88	-42	38	57	99	1	0,1	g2CaHCO3-					
Z26	ZSL	6-6-1994	GrB	Zompesloot Gr. Boterbloem	10		7,7	140	19,0	350	66,4	93	98	-52	31	47	100	0	0,0	g3CaHCO3-					
Z27	ZSL	22-2-1994	GrB	Zompesloot Gr. Boterbloem	10		7,1	128	48,0	188	76,5	83	85	-41	56	71	100	0	0,2	F2CaHCO3-					
Z28	WB	13-12-1993	W35	Wilgenbroek (opn. 35)	10		7,2	43	34,0	55	40,3	69	79	-32	45	69	37	63	0,2	F0CaCl					
Z29	ABBV	13-12-1993	Bitt	Adderbroek Bittere veldkers	10		5,7	64	24,0	110	39,3	83	90	-43	24	48	55	45	0,1	g1CaHCO3-					
Z30	ABBV	22-2-1994	Bitt	Adderbroek Bittere veldkers	10		6,8	155	52,0	227	89,2	84	84	-41	62	73	100	0	0,2	F2CaHCO3-					
Z31	2-10	17-12-2020	GB	Golfbroek	10		6,7	134	60,0	256	102,2	80	78	-39	78	82	100	0	0,3	F3CaHCO3-					
Z32	9-10	17-12-2020	AB	Adderbroek (Bittere veldkers)	10		6,4	127	40,0	49	72,3	85	69	-30	56	69	100	0	0,2	F0CaCl					
Z33	21-10	17-12-2020	H	Hoek (opn. 21)	10		6,4	119	105,0	76	174,7	67	42	-21	98	87	100	0	0,5	F1CaCl					
Z34	47-10	17-12-2020	ABK	Adderbroek kwelsoorten	10		6,7	124	47,0	110	79,8	82	75	-35	65	76	100	0	0,2	F1CaHCO3-					
Z35	47a-10	24-12-2020	ABPB	Adderbroek bij PB40F1943	10		7,1	102	30,0	73	61,5	86	76	-35	50	66	88	12	0,1	g1CaHCO3-					
Z36	8-10	22-1-2021	AB	Adderbroek in bocht	10		6,9	100	29,8	105	68,3	86	79	-38	60	72	87	13	0,1	g1CaHCO3-					
Z41	1ste poel	13-11-2020	GB	eerste plas	5	25	20	7,9	160	56,0	427	86,5	84	96	-49	49	63	100	0	0,2	F3CaHCO3-				
Z42	1ste poel	13-11-2020	AB	eerste plas	5	15	33	7,6	120	42,0	317	67,3	84	97	-50	38	55	100	0	0,2	F3CaHCO3-				
Z44	21-5	21-4-2021	H	Hoek	5	13	7,6	99	28,0	261	56,0	86	98	-50	30	49	86	14	0,1	g3CaHCO3-					
Z45	21-35	21-4-2021	H	Hoek	35	40	88	6,7	150	44,0	397	84,3	86	96	-50	50	63	100	0	0,2	F3CaHCO3-				
Z46	34-5	21-4-2021	WB	Wilgenbroek	5	13	7,6	126	40,0	314	67,3	85	97	-49	37	54	100	0	0,2	F3CaHCO3-					
Z47	34-35	21-4-2021	WB	Wilgenbroek	35	40	88	7,5	104	40,0	275	66,2	82	96	-49	44	60	90	10	0,2	F3CaHCO3-				
Z48	47a-5	21-4-2021	AB	Adderbroek	5	13	7,5	132	42,0	325	71,4	85	96	-49	41	57	100	0	0,2	F3CaHCO3-					
Z49	47a-35	21-4-2021	AB	Adderbroek	35	40	88	7,3	152	42,0	391	81,5	87	96	-50	46	60	100	0	0,2	F3CaHCO3-				
gemiddelde waterkolom							7,0	116	42,4	207	73,54	82,8	85	-42	50,7	64,6	87,9	12	0,2						
gemiddeld peilbuizen							7,2	127	38,0	391	83,22	84,6	93,5	-50	52	62,2	88,1	12	0,1						

