

Grondwater in de Zegge; een drijvende kracht voor de aanwezige natuurwaarden

¹ Universiteit Antwerpen,
Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer
² Zoo Antwerpen, Centre for
Research and Conservation

Binnen het natuurgebied De Zegge wordt nog steeds een groot aantal (zeer) zeldzame plantensoorten aangetroffen. Grondwater is een belangrijke reden voor deze botanische rijkdom. Zowel het hoge peil als variatie in de samenstelling van het voedend grondwater spelen hierbij een belangrijke rol. Echter, er kan gevreesd worden dat deze rijkdom (deels) op termijn zal verdwijnen. De reden hiervoor is dat binnen een deel van De Zegge indicaties worden gevonden voor verdroging. De ligging van het gebied waar verdroging optreedt duidt aan dat het aangrenzende landbouwgebied hiervoor waarschijnlijk medeverantwoordelijk is. Een regelmatig voorgestelde oplossing tegen verdroging, inlaat van oppervlaktewater is geen optie aangezien dit sterk in kwaliteit afwijkt van het voedend grondwater. Er moet dan ook gestreefd worden om de originele grondwaterhuishouding zoveel mogelijk te handhaven.

Inleiding

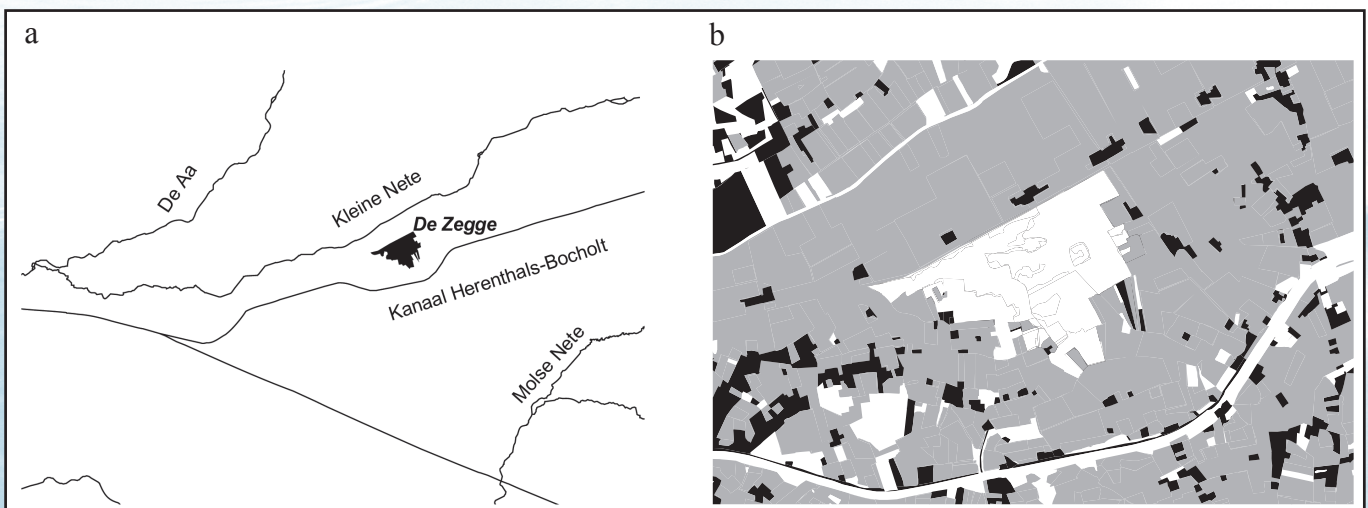
Het natuurreservaat De Zegge in de Antwerpse Kempen is een bijzonder waardevol relict van de natuurwaarden zoals die vroeger op grote schaal voorkwamen in de typische Kempische beekvalleien. Vooral de "natte natuur" is binnen dit gebied goed vertegenwoordigd. Echter, net zoals in veel andere natuurgebieden, staat het gebied heden ten dage onder sterke antropogene druk. Om het behoud van de hoge natuurwaarden te garanderen is het dan ook van belang om de mechanismen verantwoordelijk voor de biodiversiteit van het gebied goed te begrijpen. In dit artikel wordt dieper ingegaan op één van deze factoren, namelijk grondwater. Om het belang van grondwater voor de natuurwaarden te illustreren zal eerst de relatie tussen de natuurwaarden (van de vegetatie) in De Zegge en het grondwater besproken worden. Vervolgens gaan we in op de vraag of er verdroging is en indien zo wat de gevolgen ervan zijn op de natuurwaarden. Dit artikel is een selectieve samenvatting van het onderzoeksrapport Backx et al. (in prep) waarnaar we verwijzen voor meer details en een uitgebreide beschrijving van materiaal en methode.

Studiegebied en probleemstelling

De Zegge (ongeveer 108 ha, zie Verbruggen, 2003) ligt in de vallei van de Kleine Nete, op het grondgebied van de gemeente Geel (figuur 1). Tot in de jaren vijftig was De Zegge nog onderdeel van een groot aaneengesloten laagveenengebied, namelijk het Geels Gebroekt (± 500 ha). Dit veengebied lag ingeklemd tussen de Kleine Nete (de noordkant) en de hogere gronden richting Geel aan de zuidkant. Vanuit deze hogere gronden werd het Geels Gebroekt gevoed door een kwelstroom en er was nagenoeg permanent een hoge kweldruk aanwezig. Als gevolg hiervan stond het grondwaterpeil voor een groot deel van het jaar in de nabijheid (of zelfs hoger) dan het maaiveld. Verder vond op regelmatige basis overstroming vanuit de Kleine Nete plaats. Het gebied was dan ook erg nat en intensief landgebruik was nagenoeg onmogelijk. De belangrijkste activiteiten waren kleinschalig en extensief zoals het winnen van turf en het oogsten van riet. Ook de weinige landbouw werd slechts op een extensieve, kleinschalige manier uitgeoefend. Het zeer natte karakter, gecombineerd met kleinschalige, extensieve activiteiten, resulteerde in een zeer afwisse-

Figuur 1a: Ligging De Zegge (met enkele grote waterlopen)

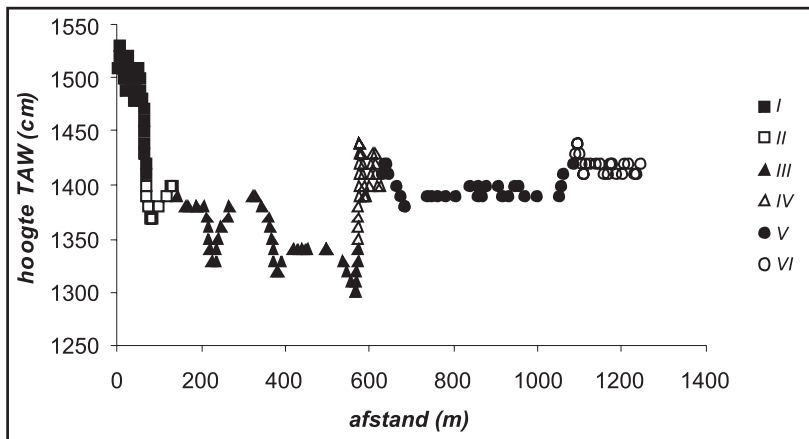
Figuur 1b: Landgebruik in de omgeving van De Zegge. Grijs: landbouw; Zwart: Bebouwing; Wit: natuur, water of bos.



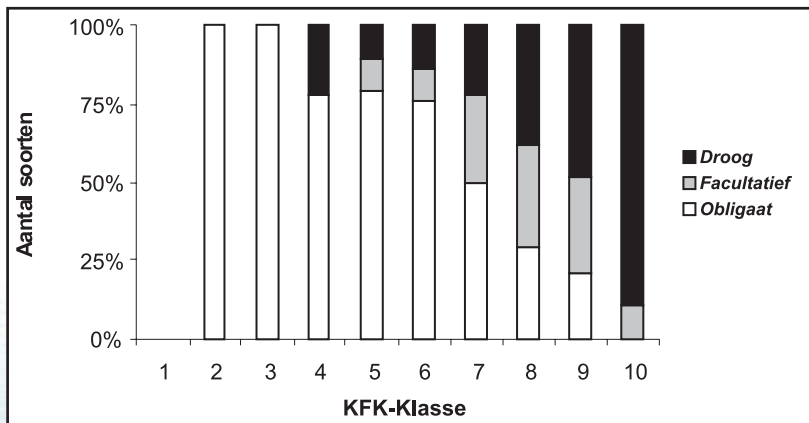
lend, kleinschalig landschap waarin de randvoorwaarden werden geschapen werden voor een groot aantal planten- en dierengemeenschappen (Vanhecke, 1981).

Echter, in de jaren 1950-1960 werd gestart met de ontginning van het Geels Gebroekt en deed grootschalige drainage haar intrede. Uiteindelijk werd het merendeel van het veengebied omgevormd tot intensieve landbouwgrond waarbij grootschalige weilanden en melkveebedrijven hun introductie deden. Slechts enkele kleinere gebie-

Figuur 2: Hoogtekaart (cm). I. Hoge duinen ten noorden van Kleine Nete; II. Kleine Nete; III. Landbouwgebied ten noorden van De Zegge; IV. Dijk (en weg) tussen De Zegge en landbouwgebied; V. De Zegge; VI. Landbouwgebied ten zuiden van De Zegge



Figuur 3: Relatie KFK en aandeel freatofyten van de aangetroffen soorten in De Zegge. Droog: grondwateronafhankelijk; Facultatief: matig afhankelijk van grondwater; Obligaat: Volledig afhankelijk van grondwater.



Tabel 1: Lijst van (zeer) zeldzame soorten in De Zegge.

Soort	Rode lijst	KFK	Soort	Rode lijst	KFK
Ronde zegge*	vb	1	Moerashertshooi	kw	3
Klimopklokje	vb	2	Draadrus	nb	3
Ondergedoken moerasscherm*	zz	2	Naaldwaterbies	nb	3
Moerasvaren	zz	2	Pilvaren	nb	3
Moeraswederik	zz	2	Slangewortel	nb	3
Rijstgras	zz	2	Loos blaasjeskruid	nb	3
Waterlepelkje	zz	2	Stijve ogentroost	kw	3
Grote boterbloem	zz	3	Waterdrieblad	kw	4
Gevlekte orchis	kw	3	Wateraardbei	nb	5

* Deze soorten zijn, door opgelegde restricties tijdens het karteren, niet zelf waargenomen maar komen wel voor in De Zegge. vb= met verdwijning bedreigd; zz=zeldzaam; nb = momenteel niet bedreigd; kw = kwetsbaar. KFK = kilometerhokfrequentie, voor code zie Van Landuyt et al., 2006

den ontsnapt aan deze ontginningsdrang. Dit waren het Olens Broek, de Mosselgoren en De Zegge (Vercammen, 1996). Het oprichten van een reservaat betekent niet automatisch dat aanwezige natuurwaarden zijn gevrijwaard van (verdere) aftakeling. Swings & Boeye (1998) koppelden de verruiging van de vegetatie binnen het Olens broek aan verdroging waarvan de oorzaak buiten de reservaatgrenzen gezocht moest worden.

Ook voor De Zegge kan gevreesd worden dat verdroging, door externe oorzaken, realiteit kan worden. Een belangrijke oorzaak is het omringende landgebruik aangezien dit bestaat vooral uit intensieve landbouw (figuur 1). Met name het landbouwgebied tussen de Kleine Nete en De Zegge is een bron van zorg. De belangrijkste reden hiervoor is het optreden van inklinking in de bodem (nadat drainage werd geïntroduceerd) in deze zone. Door deze inklinking is reeds een verschil in bodemhoogte van ongeveer één meter ontstaan tussen De Zegge en dit landbouwgebied (figuur 2). Door dit hoogteverschil kan worden verwacht dat (grond)water vanuit De Zegge naar het lager gelegen landbouwgebied stroomt en mogelijk verdroging zal optreden.

Relatie freatofyten-zeldzaamheid

Om een algemeen beeld te krijgen van de natuurwaarden werd in 2006 een vlakdekkende vegetatiekartering uitgevoerd in een deel van De Zegge (Backx et al., in prep). Als de totale soortenlijst van de hogere planten (214 soorten) wordt geanalyseerd op basis van de zeldzaamheid ("KFK" = Kilometer Hok Frequentie, zie verder Van Landuyt et al, 2006) en grondwaterafhankelijk (freatofyten, zie Londo, 1988) blijkt dat het aandeel van grondwaterafhankelijke soorten vooral hoog is bij de KFK-classes lager dan 6 (figuur 3). Dit betekent dus dat voor nagenoeg alle (zeer) zeldzame soorten het voorkomen sterk afhangt van een voldoende hoge grondwaterstand. De meest bijzondere van deze soorten staan weergegeven in tabel 1. Hierbij moet worden opgemerkt dat een deel van deze soorten het (heel) goed doen binnen De Zegge. Zo komt de grootste populatie van Vlaanderen en Nederland van het klimopklokje (*Wahlenbergia hederacea*) voor in De Zegge. Een ander voorbeeld is het waterlepelkje (*Ludwegia palustris*) dat zich, in tegenstelling tot de rest van Vlaanderen en Nederland, sterk heeft uitgebreid binnen De Zegge (zie o.a. Smet, 1976, 1977).

Relatie grondwatertype-vegetatie

In de vorige paragraaf werd geïndiceerd dat het kwantitatieve aspect van grondwater belangrijk is, maar naast deze factor is ook de kwaliteit van het grondwater van belang. Dit kan worden geïllustreerd met de verspreiding van aquatische vegetatietypen in De Zegge. Als eerste werd onderzocht in welke mate grondwater varieert van samenstelling binnen dit natuurgebied. In een

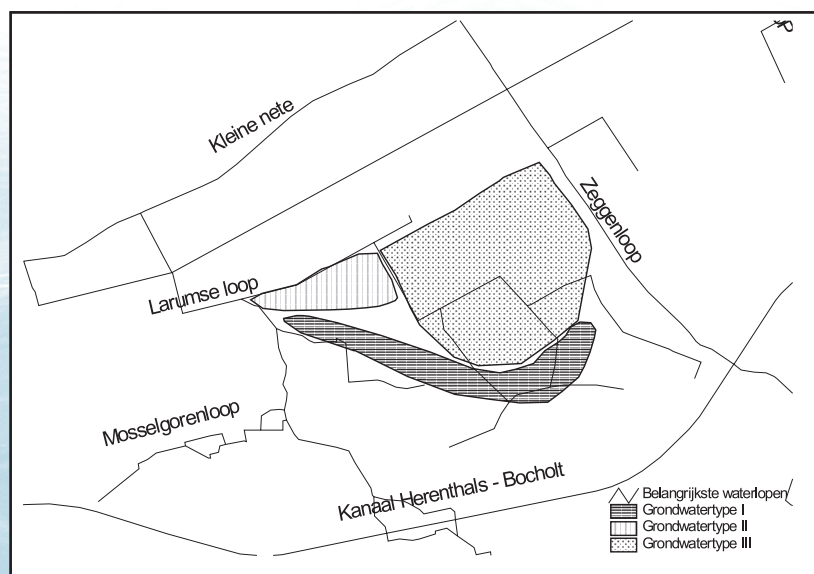
netwerk van 18 ondiepe peilbuizen in De Zegge werd in de zomer en de winter van 2006 grondwater bemonsterd en geanalyseerd op basis waterkwaliteitsparameters. Het gemiddelde per parameter per peilbuis werd, na standaardisatie, gebruikt voor een clusteranalyse (linkage: Ward; distance measure: relative euclidian distance). Vier verschillende typen grondwater werden onderscheiden, die onderling vooral verschillen in bufferende ionen en/of opgeloste nutriëntenconcentraties (tabel 2).

Op basis van de bufferende ionen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-) kan een splitsing worden gemaakt tussen twee grotere clusters waarbij zowel typen I en II als typen III en IV onderling het meest overeenkomen. Alle bovengenoemde bufferende ionen komen met een hogere concentratie voor in typen I en II terwijl ook de pH het hoogste is. Binnen deze twee clusters verschillen de aanwezige watertypen vooral door nutriëntenconcentraties. Als wordt gekeken naar typen I en II valt op dat bij type I hogere concentraties ammonium en kalium worden aangetroffen. Een mogelijke verklaring voor dit verschil kan worden gevonden als de ligging van de punten wordt bekeken (figuur 4). Het figuur maakt duidelijk dat type I vooral aan de zuidrand van De Zegge wordt aangetroffen. De meest

Tabel 2: Gemiddelde concentratie (mg l^{-1}), geleidbaarheid $\mu\text{S cm}^{-1}$ en pH voor de vier onderscheiden types grondwater in De Zegge. (N is aantal peilbuizen per groep).

Parameter	I	II	III	IV	p-waarde
N	4	2	10	2	
Nitraat	0.06 ^a	0.06 ^a	0.04 ^a	0.40 ^b	<0.001
Ammonium	0.46 ^a	0.06 ^b	0.14 ^b	0.41 ^a	0.01
Fosfaat	0.15	0.14	0.17	0.16	ns
Kalium	5.6 ^a	1.2 ^b	1.6 ^b	2.0 ^b	0.05
pH	6.4 ^a	6.3 ^a	5.9 ^{ab}	5.2 ^b	0.01
Bicarbonaat	64.5 ^a	120.5 ^b	49.4 ^c	20.8 ^c	0.05
Calcium	31.5 ^a	34.8 ^a	16.4 ^b	13.7 ^b	0.02
Magnesium	4.6 ^a	4.9 ^a	1.8 ^b	1.5 ^b	<0.001
Geleidbaarheid	287 ^a	275 ^a	146 ^b	172 ^{ab}	< 0.001
Sulfaat	35	17.5	24.3	21	ns
IJzer	12.1	17.9	20.7	9.1	ns

Figuur 4: Ligging van verschillende grondwatertypen in De Zegge.



voor de hand liggen redenen is dat hier verrijking optreedt van deze nutriënten vanuit de aangrenzende landbouwgronden. Deze vorm van verrijking is al vaker in de literatuur beschreven zoals bijvoorbeeld door Olde Venterink *et al.* (1999) die aanwijzingen vond dat kaliumuitspoeling uit landbouwgebieden via het grondwater inderdaad plaatsvond. Als wordt gekeken naar de verschillen tussen typen III en IV wordt duidelijk dat type IV een duidelijke hogere concentratie heeft aan zowel ammonium als nitraat (tabel 2). Beide punten in type IV liggen verspreid in het gebied waarin Type III voorkomt. Hierbij valt op dat beide punten in een elzenbos voorkomen. Elzenbomen fixeren stikstof uit de atmosfeer, wat kan leiden tot hogere concentraties in de bodem. Type III is het meest voorkomende grondwatertype en vormt een groot aaneengesloten vlak in het oostelijke deel van De Zegge. Uiteindelijk kan geconcludeerd worden dat De Zegge door twee typen grondwater wordt gevoed. De meest westelijk punt wordt gevoed door zacht, matig gebufferd grondwater (type II) terwijl het grootste deel van het gebied door licht zuur, zeer zwak gebufferd water wordt gevoed (type III); beide typen kennen een verrijkte variant.

Het verschil in concentraties aan bufferende stoffen tussen typen I en II enerzijds en typen III en IV anderzijds kan niet éénduidig worden afgeleid. Een mogelijk verklaringen kan zijn dat het kanaal van Bocholt-Herenthals een deel van de grondwaterstroom beïnvloedt doordat vanuit dit kanaal sterker gebufferd water de bodem inziigt. Een andere mogelijke factor kan zijn een verschil in transportduur van het grondwater. Wanneer grondwater door de geologische ondergrond wordt getransporteerd treedt verrijking op met ionen zoals Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- en de opgeloste concentratie in het grondwater stijgt naarmate de periode van transport langer is. Het grondwater dat in het westelijk deel van De Zegge aan de oppervlakte komt is dan waarschijnlijk ook ouder. Waarom juist hier dit oudere grondwater aan de oppervlakte komt, kan met de beschikbare kennis niet worden verklaard en een meer diepgaand hydrologisch onderzoek hiernaar is zeker gerechtvaardigd.

Het verschil in chemische samenstelling heeft echter wel gevolgen voor de vegetatie. Als wordt gekeken naar de verspreiding van enkele aquatische

Tabel 3: Verdeling van de vegetatietypen over grondwatertypen II en III (% van het totaal aantal vindplaatsen). Typering is op basis van dominante of prominente soorten (afgeleid van Backx *et al.*, in prep).

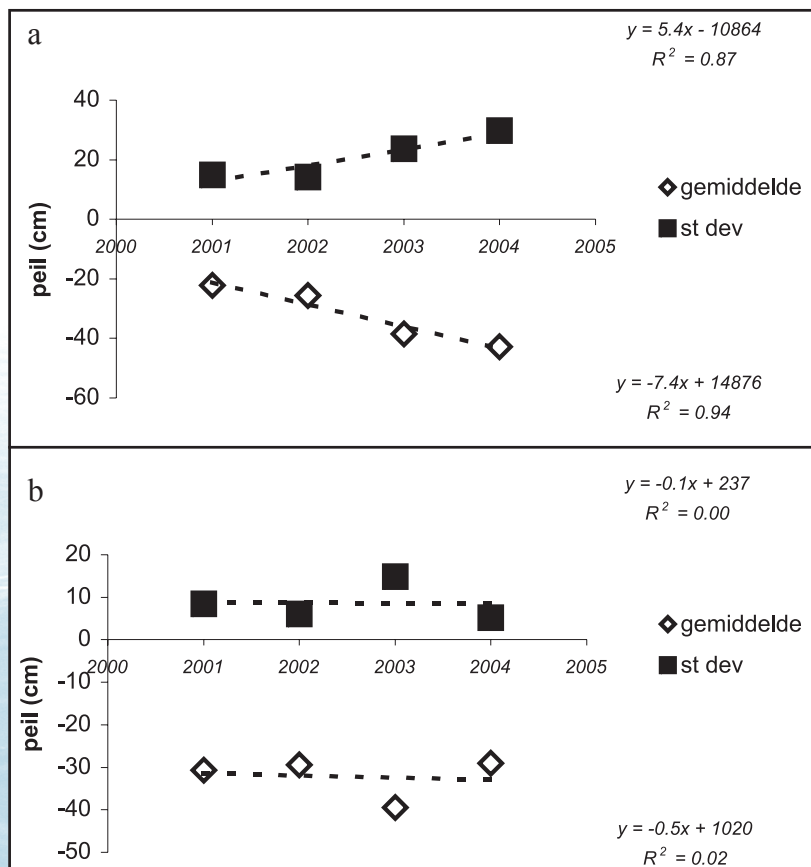
	II	III
Loos blaasjeskruid	20	80
Gele plomp	50	50
Holpijp	67	33
Moerashertshooi	100	0
Riet	62.5	37.5
Snavelzegge	11.8	88.2
Waterlepelkje	55.5	44.5

en oevervegetaties binnen De Zegge wordt duidelijk dat enkele vegetatietypen gerelateerd zijn aan het voedende grondwater. Loos blaasjeskruid (*Utricularia australis*), moerashertshooi (*Hypericum elodes*) en snavelzegge (*Carex rostrata*) hebben hun zwaartepunt in één van beide typen. Loos blaasjeskruid en snavelzegge worden vooral aangetroffen in het deel van De Zegge dat gevoed wordt met wat zuurder grondwater terwijl moerashertshooi exclusief wordt aangetroffen daar waar meer gebufferd grondwater het gebied voedt (tabel 3). Dit komt goed overeen met de beschrijving van standplaats van deze soorten in de literatuur (o.a. Weeda et al., 1988; 1994).

Grondwatertype en peil

Cruciaal voor het gebied is de lange termijn evolutie van het grondwaterpeil. Om hier inzicht in te krijgen werd een dataset (met peilstanden gebruikt) die liep van begin 2001 tot eind 2004. Ondanks dat de tijdsreeksen nog te kort zijn om definitieve conclusies te kunnen trekken kunnen ze wel worden gebruikt om een eerste inzicht te krijgen. Op basis van deze dataset kunnen de peilbuizen ruwweg in twee typen worden onderscheiden. Eén groep peilbuizen had een stabiel jaargemiddelde over de bestudeerde tijdsperiode; ook de peilschommelingen (gebaseerd op de standaarddeviatie) binnen een jaar bleven constant (figuur

Figuur 5a en b: Twee karakteristieke voorbeelden van peilverloop. Figuur a (boven) is een peilbuis karakteristiek voor verdroging. Weergegeven trends zijn significant ($p < 0.05$). Figuur b (onder) is karakteristiek voor een stabiel grondwaterpeil.



5b). Het peilregime is bij deze peilbuizen dus als constant te beschouwen. Bij een tweede groep peilbuizen werd een daling van het peil gevonden, evenals een toename in peilschommelingen (figuur 5a). Deze peilbuizen lijken dus aan verdroging onderhevig te zijn gedurende de meetperiode.

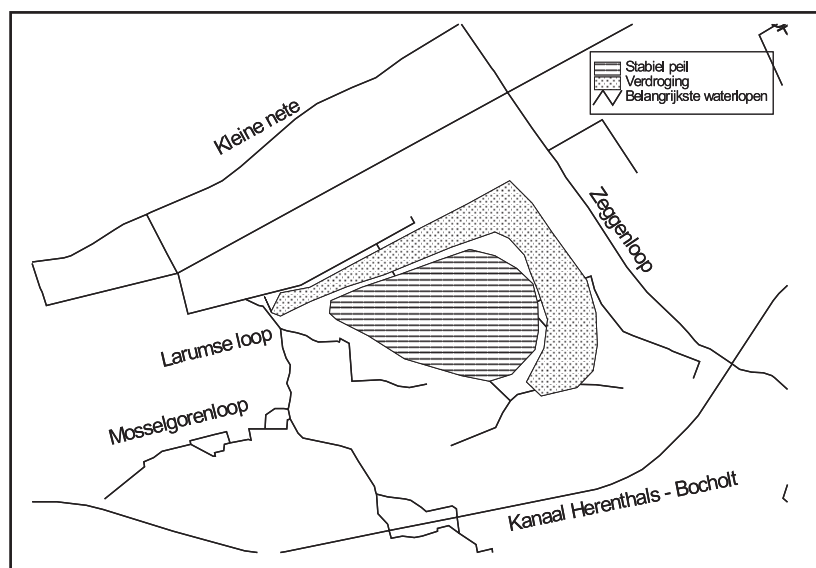
Naast deze directe metingen zijn er nog andere aanwijzingen dat binnen (een deel van) De Zegge sprake is van verdroging. Bijvoorbeeld, in de meest westelijke poelen in het gebied treedt de laatste jaren een sterke algenbloei op tijdens de zomerperiode die alleen dankzij ingrijpen min of meer in toom gehouden kan worden. Algenbloei is in het algemeen een verschijnsel van een toename in nutriënten. De poel in kwestie is geïsoleerd van de omringende grachten en een sterke input van geëutrofeerd water uit een van deze omringende grachten is niet waarschijnlijk (hoogstens kan een kortstondige overstroming plaatsvinden in de winterperiode, wanneer bij extreme neerslag de grachten het debiet niet aankunnen). De meest voor de hand liggende reden is dan ook een daling van het grondwaterpeil. Door een daling van het grondwaterpeil kan organisch materiaal in de omringende oevers sneller afbreken en een deel van de vrijgestelde nutriënten kunnen afstromen naar de plas met eutrofiëring als gevolg (Mitsch en Gosselink, 1993). Een andere aanwijzing voor een dalend peil is het dominante optreden van hennegras (*Calamagrostis canescens*) in een aantal percelen. Daar waar op vroegere kaarten nog grote zeggenvegetaties werden ingetekend wordt de vegetatie nu vooral gedomineerd door hennegras (waartussen zich o.a. blaaszegge (*Carex vesicaria*) handhaaft). Hennegras is een soort die zich sterk kan uitbreiden bij een lichte verdroging terwijl zeggenvegetaties vooral voorkomen onder permanent natte condities (Schaïnée et al., 1995; Weeda et al., 1994).

Wat betreft de oorzaak van de peildaling kan een aanwijzing worden gevonden uit de ruimtelijke verdeling van de twee gevonden peilregimes, aangezien deze een duidelijk patroon laten zien (figuur 6). De peilbuizen die verdroging indiceren worden in het randgebied van De Zegge aangetroffen terwijl de stabiele peilregimes meer centraal in De Zegge liggen. Dit duidt op beïnvloeding van de aangrenzende landbouwgronden. Opgemerkt moet worden dat er waarschijnlijk een tweede, aanvullende, reden is namelijk de warme zomers die optraden tijdens de meetperiode. In hoeverre beide factoren een rol spelen kan echter met de huidige dataset niet worden onttrafeld en om dit te kwantificeren is een langere tijdreeks nodig.

Conclusie

In De Zegge zijn zeer hoge natuurwaarden aanwezig die in belangrijke mate afhankelijk zijn van het grondwater. Er zijn echter indicaties dat in een deel van De Zegge een daling van het grondwaterpeil heeft opgetreden tussen 2001 en 2004. De

Figuur 6: Ruimtelijke verdeling van peilregimes.



ligging van die zone aan de noordkant van de Zegge wijst erop dat het aangrenzende, lager gelegen landbouwgebied hier een rol in kan spelen. Daar vindt een drainage plaats die inklinking tot gevolg heeft. Dit ontstane hoogte verschil is waarschijnlijk een belangrijke factor voor daling van het peil in het noordelijk deel van De Zegge. De warme zomers tijdens de meetperiode speelden hoogstwaarschijnlijk een aanvullende rol. Gezien de waarschijnlijke oorzaken voor het dalende peil in De Zegge moet gevreesd worden dat in de nabije toekomst het grondwaterpeil in De Zegge nog sterker onder druk zal komen te staan. Er zijn, zover bekend, geen plannen om de landbouwactiviteiten te verminderen in het voormalige Geels Gebroekt, waardoor verdere ontwatering (en inklinking) het grondwaterpeil in De Zegge in toenemende mate onder druk zullen blijven zetten. Ook kan verwacht worden dat (zeer) warme zomers een normaal verschijnsel worden de komende periode (IPCC, 2007).

Het wegvallen van een hoog grondwaterpeil in De Zegge zal leiden tot het wegvallen van een deel van de natuurwaarden, iets wat reeds is aangetoond in vergelijkbare gebieden (o.a. Swings en Boeye, 1998; Runhaar et al, 2000). Het aanbieden van gebiedsvreemd water ter compensatie van het grondwater is waarschijnlijk geen optie om de huidige natuurwaarden te handhaven. De meest voor de hand liggende bron voor compensatie, oppervlaktewater, is niet geschikt. In Backx et al., (in prep) is aangetoond dat het oppervlaktewater uit het omringende gebied (veel) rijker is aan nutriënten en bufferende ionen als gevolg van de landbouw en, ten zuiden van De Zegge, ook door insijpelen vanuit het kanaal van Bocholt-Herenthals. Als dit ter compensatie wordt aangeboden van het zuurdere, minder gebufferde en nutriëntenarme grondwater zal dit, naast de externe eutrofiëring, leiden tot een verandering in het standplaatsmilieu. Naast de aanvoer van nutriënten die reeds in het water zitten kunnen de extra bufferende stoffen leiden tot interne eutrofiëring. Dit effect is reeds aangetoond in een reeks

aan studies (o.a. Brouwer et al., 1996) Ook werd in deze studies aangetoond dat de oorspronkelijke vegetatie verdween en werd vervangen door basale, veel voorkomende soorten.

Geconcludeerd kan worden dat er gestreefd moet worden om een hoog grondwaterpeil zo goed mogelijk te handhaven binnen De Zegge aangezien er weinig opties zijn ter compensatie.

Literatuur

Backx, H., Vansteenkiste, S. en Meire, P. (In prep). Vegetatiekartering van De Zegge.

Backx, H., Staes, J., Vansteenkiste, S. en Meire, P. (In prep) Ecohydrologische studie in De Zegge.

Brouwer, E., Bobbink, R., Roelofs, J.G.M. en Verheggen, G.M. (1996) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma tweede fase. Katholieke Universiteit Nijmegen. 206pp

IPCC. 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. IPCC.

Londo, G. (1988). Nederlands freatofyten. Pudoc Wageningen. 108 pp.

Mitsch, W.J. en Gosselink, J.G. (1993). Wetlands, 2^e editie. Van Nostrand Reinhold, New York. 722 p.

Olde Venterink, H., Pieterse, N. en Van Der Vliet, R. (1999). Eutrofiëring van beekdalhooidanden en de bijdrage van vervuild grondwater. Landschap 16: 191-206.

Runhaar, J., Maas, C., Meuleman, A.F.M. en Zonneland, L.M.L. (2000). Herstel van natte ecosystemen. Handboek. NOV-rapport nummer 9-2. 124 pp

Schaminée, J.H.J., A.H. Stortelder en Weeda, E.J. (1995). De Vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerasen en natte heiden. 360 pp.

Smet, S. (1976). Een recente uitbreiding van het waterlepelkje (*Ludwegia palustis* (L.) Elliott) in het reservaat De Zegge (Geel, België). Dumortiera 5: 26-32.

Smet, S. (1977). Verdere uitbreiding van het waterlepelkje (*Ludwegia palustis* (L.) Elliott) in het reservaat De Zegge (Geel, België). Dumortiera 7-8: 22-24.

Swings, J. en Boeye, D. (1998). Ecohydrologische studie van Het Olens Broek. Water 101: 111-115.

Vanhecke, L. (1981). Landschappen in Vlaanderen vroeger en nu. Nationale Plantentuin van België, Meise. 140 p.

Van Landuyt, W., Hoste, I., Vanhecke, L.; Van Den Bremt, P., Vercruyse, W. en De Beer, D. (2006). Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel : België. 1007 pp.

Verbruggen, M. (2003). Natuurreservaat De Zegge. Jaarverslag (2003). Koninklijke Maatschappij Voor Dierkunde Van Antwerpen.

Vercammen, E. (1996). Het Olens broek. Verleden, heden en toekomst. Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Antwerpen. 8p.

Weeda, E., Westra, R., Westra, Ch., en Westra. T. (1988). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3. IVN, Amsterdam, 302 pp.

Weeda, E., Westra, R., Westra, Ch., en Westra. T. (1994). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 5. IVN, Amsterdam, 304 pp.

*H. Backx¹, S. Vansteenkiste², J. Staes¹,
B. Van Ballaer¹ en P. Meire¹*

*¹ Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep
Ecosysteembeheer
Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk
Tel. 03 820.2264.
Fax. 032 3 820.2271*

*² Zoo Antwerpen, Centre for Research and
Conservation
Koningin Astridplein 26, 2018 Antwerpen
Tel. 03-202.45.80
Fax. 03-202.45.47*