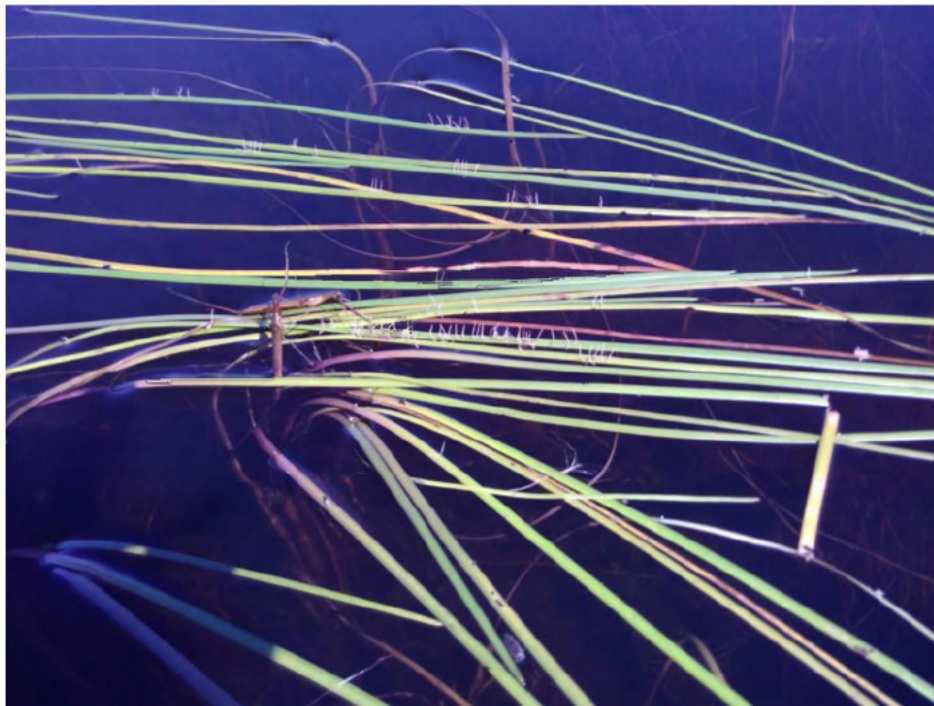


Buffering en grondwatervoeding van het Klein Huisven en enkele vennen op de Valkenhorst



B-WARE Research Centre
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

Opdrachtgever: Brabants Landschap
Rapportnummer: RP-19.084.21.32

Auteurs: [REDACTED] • Datum: 11 maart 2021

Foto voorpagina: Twee Staafwantsen (*Ranatra linearis*) op Drijvende egelskop (*Sparganium angustifolium*) in het Eijerven op 25 juni 2020, met afgezette eieren op de bladeren.

Titel rapport: Buffering en grondwatervoeding van het Klein Huisven en enkele vennen op de Valkenhorst

Opdrachtgever: Brabants Landschap

Auteurs: [REDACTED]

Rapportnummer: RP-19.084.21.32

Informatie:

Onderzoekcentrum B-WARE B.V.

Postbus 6558

6503 GB Nijmegen

[REDACTED]

[REDACTED]

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2021.

Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	4
1.1 Vennen op de Valkenhorst	4
1.2 Hydrologie en buffering van zeven vennen.....	4
2 Werkwijze.....	6
2.1 Veldwerk.....	6
2.2 Analyses.....	7
3 Gebiedsanalyse Valkenhorst en omgeving Klein Huisven	8
3.1 Omgeving Klein Huisven	8
3.2 Valkenhorst.....	10
3.2.1. Valkenhorst, centrale en westelijke vennen.....	12
3.2.2. Valkenhorst, oostelijke vennen.....	13
4 Resultaten & chemische analyse	15
4.1 Klein Huisven.....	17
4.2 Bierven.....	18
4.3 Centrale ven.....	21
4.4 Ven zuid	22
4.5 Eijerven.....	23
4.6 Brilven.....	25
4.7 Bijlsven.....	26
5 Conclusies/aanbevelingen.....	27
5.1 Klein Huisven.....	27
5.2 Hydrologie Valkenhorst.....	28
5.3 Valkenhorst, zure vennen.....	29
5.3.1 Centraal ven	29
5.3.2 Ven Zuid	29
5.3.3 Eijerven	30
5.3.4 Brilven.....	30
5.4 Valkenhorst, zeer zwak gebufferde vennen	30
5.4.1 Bierven.....	30
5.4.2. Bijlsven.....	31
Literatuur.....	32
Bijlagen.....	33

1 Inleiding

1.1 Vennen op de Valkenhorst

In de streek rondom Valkenswaard liggen talrijke vennen, zoals de Malpievennen, de Vlasrootvennen, de Huisvennen en het Greveschutven. De vennen en het omliggende heidelandschap hebben een grote natuurwaarde, en een groot deel valt tegenwoordig binnen het Natura2000 gebied Leenderbos, Grootte Heide & de Plateaux. Dit geldt ook voor het natuurgebied de Valkenhorst, dat begrensd wordt door de Tongelreep in het westen, de snelweg Eindhoven-Maastricht (A2) in het oosten en de weg Valkenswaard-Leende in het zuiden. In de lage delen grenzend aan het dal van de Tongelreep bevindt zich een voormalig visvijvercomplex, en het Greveschutven. Meer naar het oosten bevindt zich een dekzandrug waarvan de hoogste delen de Spinsterberg worden genoemd. Ondanks de aanzienlijk hogere ligging, is ook op deze rug verspreid een aantal vennen te vinden. Het Brabants Landschap heeft de laatste jaren veel moeite gedaan om dit deel van de Valkenhorst, dat voornamelijk bestond uit naalddhoutbeplantingen, weer een meer divers karakter te geven. Vooral rond de verspreid liggende vennetjes is bos terug gezet en heeft heide zich weer uitgebreid. Ook heeft het beheer, in combinatie met de sterk terug gelopen verzuring, geleid tot terugkeer van bijzondere venplanten, met name Drijvende egelskop (*Sparganium angustifolium*). De vennen hebben zich ontwikkeld tot het habitatype zwak gebufferd ven (H3130) of zuur ven (H3160).

1.2 Hydrologie en buffering van zeven vennen

In het kader van de PAS wil Brabants Landschap laten onderzoeken of de huidige watersamenstelling gunstig is voor de instandhouding van deze habitattypen. Ook wil Brabants Landschap weten wat de landschapsecologische positie van deze vennen is. Op basis van deze kennis wil het Landschap graag een advies of deze vennen bekalkt moeten worden, waar dit dient te gebeuren en met welke hoeveelheden kalk of steenmeel.

Alle of vrijwel alle te onderzoeken vennen zijn volgens het beheerplan vermoedelijk deel van lokale schijngrondwaterspiegels op dunne leemlaagjes. Voor de landschapsecologische positie zijn twee hydrologische vragen van groot belang.

Ten eerste, is er invloed van het diepere, grotere grondwatersysteem op deze schijngrondwaterspiegels?

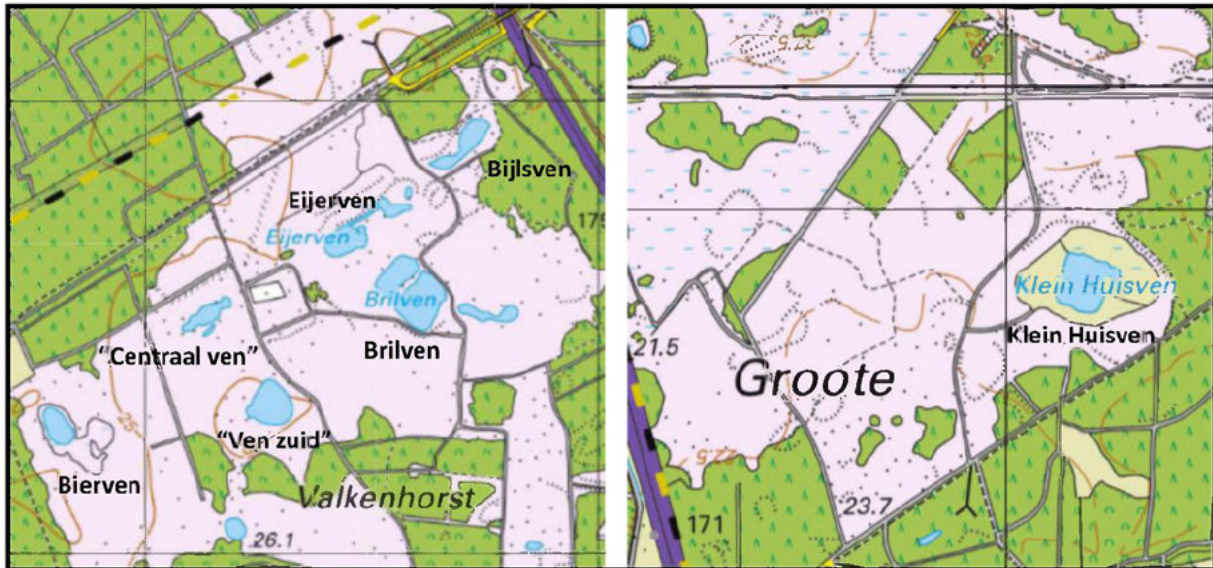
En ten tweede, wat is de omvang van de slechtdoorlatende laag?

Deze is vaak aanzienlijk groter dan de venomtrek, daar waar het maaiveld hoger ligt dan de waterspiegel van het ven kan sprake zijn van hydrologische voeding richting het ven.

De eerste vraag is moeilijk te beantwoorden zonder diepgaand hydrologisch onderzoek. Wel kan worden aangegeven bij welke vennen de stijghoogte van het grondwater binnen een meter van de slecht doorlatende venbodem komt of kwam. In dat geval na er sprake zijn (geweest) van vertraagde wegzijging door een al natte ondergrond. Ook de tweede vraag is meestal niet eenvoudig te beantwoorden en vergt een aantal bodemboringen per ven. Een eenvoudig alternatief is om tijdens natte perioden de oppervlakkige grondwaterstromen in kaart te brengen aan de hand van de vegetatie, waterstromen en grondwaterstanden. Er ontstaat dan een beeld van het voornaamste hydrologische voedingsgebied, zonder dat de exacte omtrek hiervan vaststaat.

De vraag heeft betrekking op de vennen die weergegeven zijn in figuur 1. De naamgeving van de vennen op de Valkenhorst is nog in ontwikkeling. Het Eijerven en het Brilven zijn al lang bestaande

namen, alleen zijn de namen rond 1950 omgewisseld; daarvoor heette het Eijerven Brilven en het Brilven Eijerven. Hier wordt de huidige naamgeving aangehouden. Het Brilven is door een rechte wal vrijwel gescheiden in een noordelijk en een zuidelijk deel. Het Bierven staat niet als zodanig op de topografische kaarten, maar deze naam is overgenomen uit het beheerplan (Maas, 2020). De naam lijkt een verwijzing naar de nabijgelegen Heezer Hut, een historische herberg. Het Bijlsven is recent vernoemd naar de beheerder van het gebied: Mari de Bijl. In het midden blijven dan nog twee naamloze vennen over die in dit document de werknamen “Centraal ven” en “Ven zuid” dragen. Verder is aan het project een ven toegevoegd dat op de enkele kilometers noordelijker gelegen Groote heide is gelegen; het Klein Huisven.



Figuur 1: Ligging en naam van de onderzochte vennen. Links de Valkenhorst, west van de A2, rechts het ongeveer 5 kilometer noordelijker gelegen Klein Huisven, oost van de A2. De namen “Centraal ven” en “Ven zuid” zijn voorlopige namen voor momenteel nog naamloze vennen.

2 Werkwijze

2.1 Veldwerk

Op de Groote Heide ligt één ven (het Klein Huisven) dat onderzocht is. Op de Valkenhorst en bij het Heezerbosch liggen daarnaast bij elkaar zes vennen of venachtige laagten die meegenomen zijn in het onderzoek (figuur 1 en 2). Het Brilven valt in drogere zomers uiteen in 2 delen die via het oppervlaktewater niet meer met elkaar in verbinding staan. Gezamenlijk gaat het in dit onderzoek dus om 8 vennen/vendelen. Alle vennen zijn zowel in de zomer als in de winter bezocht; op 12 februari en 25 juni 2020. Hierbij werd rondom elk ven gelopen om een indruk te krijgen van het ecohydrologisch functioneren, waarbij in de winter vooral gelet is op toestroom van water of kwelverschijnselen als ijzervliesjes.

- Rondom elk ven zijn enkele boringen met een guts uitgevoerd worden om de grondwaterstand en grondwaterstandsfluctuatie (gleyverschijnselen) in te schatten. In de zomer is vooral gelet op elementen in de vegetatie die kunnen duiden op de instroom van (zeer) lokaal grondwater, zoals de aanwezigheid van Draad- en Snavelzegge, Veldrus, goed ontwikkelde natte heide of grotere velden met Veelstengelige waterbies.
- Op beide momenten is een oppervlaktewatermonster genomen. Hieraan zijn de pH, EGV, extinctie bij 380 nm (maat voor humuszuren), de alkaliniteit (mate van buffering) en de concentraties CO_2 , HCO_3 , NO_3 , NH_4 , PO_4 , Al, Ca, Cl, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Si, P en Zn bepaald.
- In de winter is het ondiepe grondwater bemonsterd met behulp van een keramische cup die op circa 20 cm diepte in de bodem van de oever is geplaatst. Hiervoor zijn zo veel mogelijk de locaties uitgezocht waar mogelijk toestroom van grondwater plaatsvindt. Het maaiveld van deze locaties bevond zich 10-30 cm boven de waterspiegel. Dit was om en nabij de hoogwaterlijn.
- De buffering van vennen kan, naast door toestromend grondwater of aanrijking door lokale leemlagen, ook verhoogd worden door de aanwezigheid van een niet droogvallende sliblaag met goed afbreekbaar materiaal. De aanwezigheid van een dergelijke sliblaag kan ook als gevolg hebben dat er eutrofiering van het ven optreedt. Voor zover een dergelijke sliblaag aanwezig was, is deze in de zomer verzameld om hier poriewater uit te verzamelen en om aan de vaste fractie de gehalten van verweerbaar Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, S, Si, P en Zn te bepalen. Met enige regelmaat droogvallende sliblagen zijn niet bemonsterd, omdat deze geen stabiele bijdrage leveren aan de buffercapaciteit. In de praktijk bleken deze ook nauwelijks aanwezig, mede doordat in de droge zomers van 2018 t/m 2020 alle sliblagen die wel eens droogvallen al enkele keren flink waren uitgedroogd. Er is slib verzameld in de diepere delen van de vennen, dat wil zeggen op 50-80 cm beneden de waterspiegel.

De droogte is een bepalende factor geweest bij het uitvoeren van het veldwerk. Het Klein Huisven lag de afgelopen jaren het grootste deel van de tijd grotendeels of geheel droog. De vennen op de Valkenhorst hebben wel voortdurend water gehouden. De grondwaterstanden rondom de vennen zakten overal beneden het venpeil, waardoor er geen toestroom van grondwater kon plaatsvinden. De winter-bemonstering is daarom eerst verplaatst van de winter 2018/2019 naar de winter 2019/2020 en vervolgens is tot februari 2020 gewacht met de bemonstering. Op dat tijdstip was er wel enig herstel van de (grond-)waterstanden, maar toestroming van grondwater richting de vennen vond nog nauwelijks plaats. Dit aspect kon daarom onvoldoende worden onderzocht.

2.2 Analyses

Drooggewicht en organisch stofgehalte van het slib

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem. Alleen in kalkrijke bodems en bodems met een hoog lutumgehalte kunnen afwijkingen ontstaan.

Destructie van het slib

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruëerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

Standaardmetingen oppervlakte-, grondwater en bodemvocht

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO_2 en HCO_3^-) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol l^{-1} zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De extinctie (450 nm) van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Biotek plaatreader. De monsters voor de auto-analyzer werden bewaard bij een temperatuur van 20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

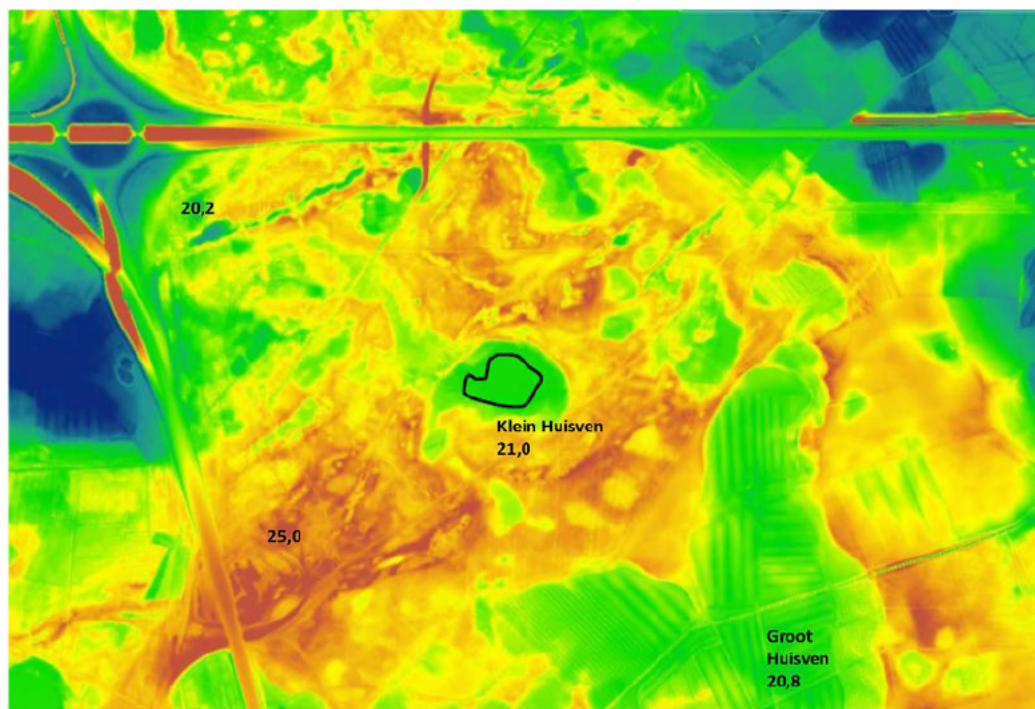
Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn), alsmede de zware metalen, werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific). De concentraties nitraat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) en fosfaat (PO_4^{3-}) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl^-) werd colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na^+) en kalium (K^+) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

3 Gebiedsanalyse Valkenhorst en omgeving Klein Huisven

3.1 Omgeving Klein Huisven

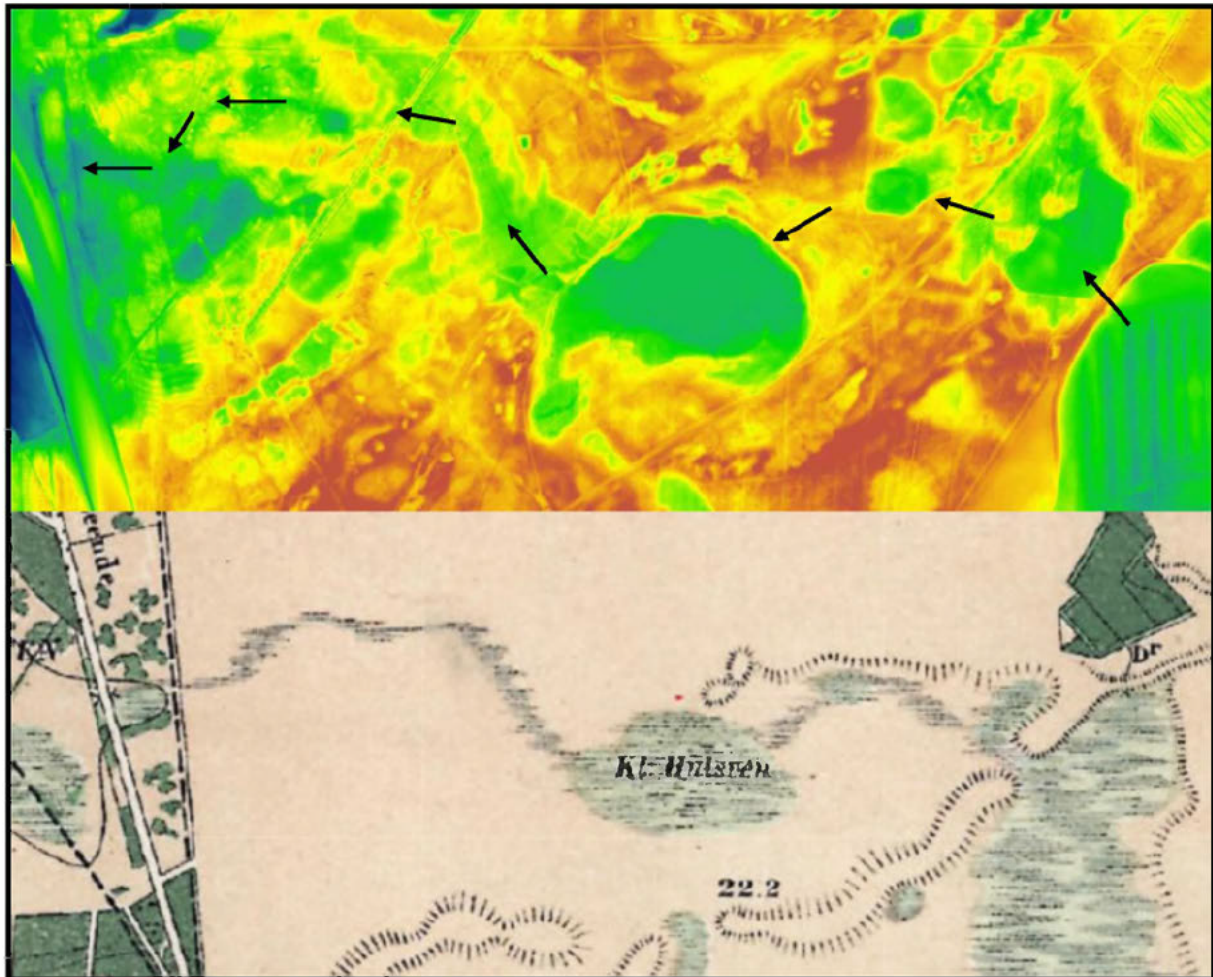
De waterhuishouding op de Groote heide is sterk gewijzigd door de ontginning van het Groot Huisven rond 1930. Het ven is momenteel in landbouwkundig gebruik, waarbij het waterpeil lager staat dan 20,8 meter +NAP (figuur 2). Het voormalig Groot Huisven watert nu af naar het oosten (Meelakkers), waar het grondwaterpeil nog een meter lager staat. Ook ten noorden van de A67 en ten westen van de A2 zijn ontwaterde laagten aanwezig met een grondwaterpeil van ongeveer 19 meter +NAP (figuur 2).



Figuur 2: Hoogtekaart van de Groote heide en het Klein Huisven (www.ahn.nl). Ter indicatie zijn de geschatte waterpeilen weergegeven van de sloten in het voormalig Groot Huisven, het Klein Huisven en een vennetje nabij de kruising A2/A67. Voor het Klein Huisven is ook de huidige venomtrek weergegeven met een zwarte lijn.

Het Groot Huisven was oorspronkelijk een afvoerloos ven. Op de historische kaarten is tussen 1900 en de ontginning (rond 1930) een afvoer te zien in westelijke richting, via het Klein Huisven naar de Goorloop en Moerputten (figuur 3). Van deze afvoer zijn hier en daar nog greppelrestanten aanwezig. Op grond van de hoogtekaart wordt geschat dat de aanvoer vanuit het Groot Huisven op ongeveer 21,9 meter + NAP lag. De afvoer richting de Moerputten ligt op ongeveer 21,5 meter + NAP. Die afvoer is ongeveer 4 decimeter hoger dan het huidige waterpeil in het ven. Er heeft dus een zeer aanzienlijke verdroging plaatsgevonden in het gebied, die ook zichtbaar is in het kleiner worden van de venomtrek op de historische kaarten. Ook op de hoogtekaart is duidelijk de voormalige venoever te zien (overgang van geel naar groen), die ver buiten de huidige venomtrek ligt (figuur 2 en 3). Deze verdroging is niet zozeer

het gevolg van het stoppen van de waterdoorvoer vanuit het Groot Huisven; voordat deze afvoer in gebruik werd genomen was al een minstens even groot ven zichtbaar op de historische kaarten. De verdroging is eerder het gevolg van het dalen van de grondwaterstanden, vooral als gevolg van de ontginning van het Groot Huisven. Het Klein Huisven en het Heezerven vallen echter met regelmaat droog als gevolg van verdroging door de ontwatering van het gebied (Hunink & Faasen, 2019).



Figuur 3: Hoogtekaart van het Klein Huisven en omgeving (www.ahn.nl), met daarop aangegeven de vroegere loop van waterdoorvoer uit het Groot Huisven (rechtsonder) naar de Moerputten (links). Er onder is de topografische kaart van rond 1925 weergegeven, waar de waterdoorvoer op aangegeven staat. (www.topotijdreis.nl)

De huidige grondwatertoestroom naar het Klein Huisven is vermoedelijk vrij beperkt. Aan de noordoever is een peilbuis aanwezig met het maaiveld op 21,13 meter en een filter op 1,65-2,65 meter diepte. Het grondwaterpeil fluctueert hier tussen 19,0 en 21,0 meter + NAP. Alleen in 2017 stijgt het peil kortstondig naar 21,15 meter + NAP (www.dinoloket.nl). Alleen aan de zuidwestkant is de stijghoogte van het grondwater waarschijnlijk hoger dan in het ven, waardoor de (voormalige) zuidwestelijke uitloper in natte perioden met lokaal, weinig gebufferd grondwater gevoed kan worden. Maar er wordt ook door het ontwaterde Groot Huisven en door de Moerputten aan dit grondwater getrokken. Voor het overige beperkt de hydrologische voeding zich waarschijnlijk tot oppervlakkige afstroom van de zeer vlakke oevers en tijdens natte perioden toestroom van zeer oppervlakkig grondwater van een zone van hooguit honderd meter rondom het ven.

3.2 Valkenhorst

De vennetjes op de Valkenhorst worden al vanaf de eerste min of meer nauwkeurige kartering (1850) consequent op de kaarten weergegeven. Dat is opmerkelijk, omdat het deels om erg kleine vennetjes gaat. Ook valt op dat de omtrek in die periode weinig veranderd. Tot 1950 zijn de vennetjes gelegen in een open heidelandschap. Rond 1950 treden grote veranderingen op. De heide wordt in rap tempo bebost en er wordt een greppelstelsel aangelegd ten behoeve van de bebossing. Tegelijkertijd wordt een weg aangelegd, ongeveer op het huidige tracé van de A2. Net ten oosten hiervan, in het gehucht Boschhoven worden diverse wateren gegraven, waarschijnlijk door de aanwezige leemlaag heen. Vanaf 1990 vindt weer een geleidelijke terugkeer naar het heidelandschap plaats en raken de greppelstelsels in onbruik of worden afgedamd.

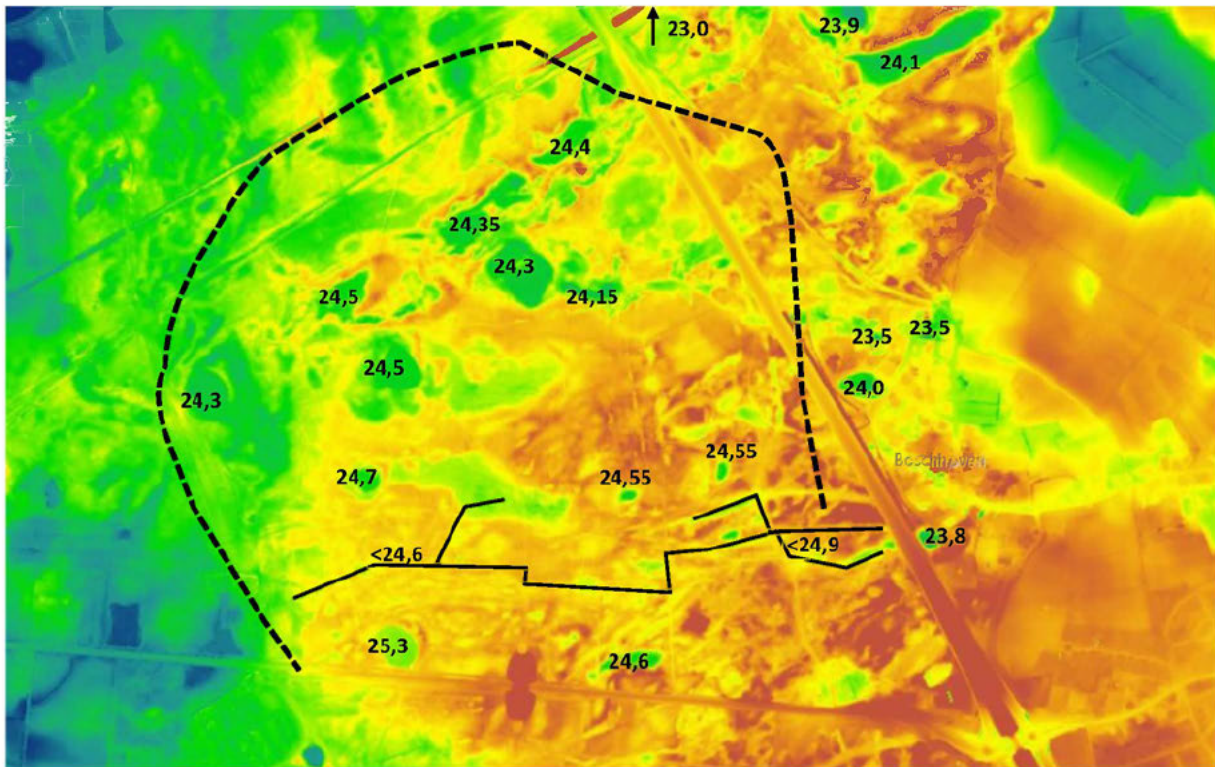
Op basis van de hoogtekaart (www.ahn.nl, AHN3) kan vrij nauwkeurig de hoogteligging van de vennetjes worden vastgesteld. Daar volgt een duidelijk patroon uit (figuur 4). Ondanks dat het maaiveld in de Valkenhorst van west naar oost (Spinsterberg) enkele meters oploopt, liggen de vennetjes ongeveer op een zelfde peil dat varieert van ongeveer 24,3 tot 24,6 meter +NAP. Dit resulteert er in dat de vennetjes richting het zuidoosten steeds dieper in het landschap komen te liggen. Alleen de in de zomer droogvallende laagte net ten oosten van het Brilven, aan de andere kant van het pad, ligt met 24,15 +NAP nog iets lager. Het oost-west verlopende greppelstelsel in de bossen in de zuidhelft van de Valkenhorst ligt een fractie hoger in het terrein dan de vennen: 24,6 tot 24,9 meter +NAP. Het hoogst gelegen is het Ronde Vlaasven, met ongeveer 25,3 meter +NAP. Dat is ruim een halve meter hoger dan de droge bodem van het greppelstelsel dat op nog geen 200 meter ten noorden van het ven ligt.

Het laagst liggen enkele gegraven watertjes in het gehucht Boschhoven, op minder dan een kilometer afstand van het Brilven en min of meer bovenop de zandrug tussen de dalen van de Tongelreep en de Groote Aa. De bodem van deze beken ligt hier op ongeveer 21 meter NAP, en het waterpeil van de gegraven watertjes op 22,8 tot 23,8 meter + NAP. Door de ligging centraal op de rug, kan er vanuit worden gegaan dat dit ongeveer de maximale stijghoogte van het grondwater is. Ook de grondwatermodellen laten zien dat de GHG hier overal minstens 2 meter onder de gemiddelde maaiveldhoogte ligt (Maas, 2020). Hiermee is het duidelijk dat er geen invloed van het regionale grondwatersysteem is in de vennen. Hooguit bevindt het water zich in sommige gevallen niet ver onder de venbodem, waardoor de inzijging van lokaal water wordt vertraagd.

Een peilbuis nabij ven Zuid, met een filter 1,35-1,85 meter onder maaiveld, laat stijghoogten zien die fluctueren tussen 23 en 24,5 meter +NAP, met de kanttekening dat er geen data van de recente droge jaren zijn. In de natste perioden komt de stijghoogte dus ongeveer overeen met het venpeil, maar daarbuiten zakt het grondwater vaak diep weg. Aangezien de vennen zelf wel goed water houden, is het waarschijnlijk dat er sprake is van een water ondoorlatende venbodem. Aanvulling vindt dan plaats door neerslag en in de natste perioden vanuit het grondwatersysteem onder de Valkenhorst.

De ongeveer gelijke venpeilen in de reeks van het Bierven tot en met het Bijlsven duiden er waarschijnlijk op dat er geen sprake is van vennetjes die elk een afzonderlijk en zeer klein intrekgebied hebben. Het is veel waarschijnlijker dat er sprake is van één groter, lokaal grondwatersysteem waarop deze vennetjes zijn aangesloten. Dit systeem rust op een waterkerende laag, waarschijnlijk een leemlaag. Opmerkelijk is dat het om een robuust hydrologisch systeem gaat; grootschalige bosaanplant, het aanleggen van een greppelsysteem en vele ontwateringen in en rond Boschhoven hebben ogenschijnlijk geen enkele invloed gehad op de grootte van de zeer ondiepe vennen. Ook hebben de vennen in de afgelopen drie droge zomers allen vrij goed water

gehouden. Rond Boschhoven hebben onder meer het Hezerven en het vennetje dat tegenwoordig in de bebouwde kom ligt juist wel sterk van de verdroging aan deze kant te lijden.



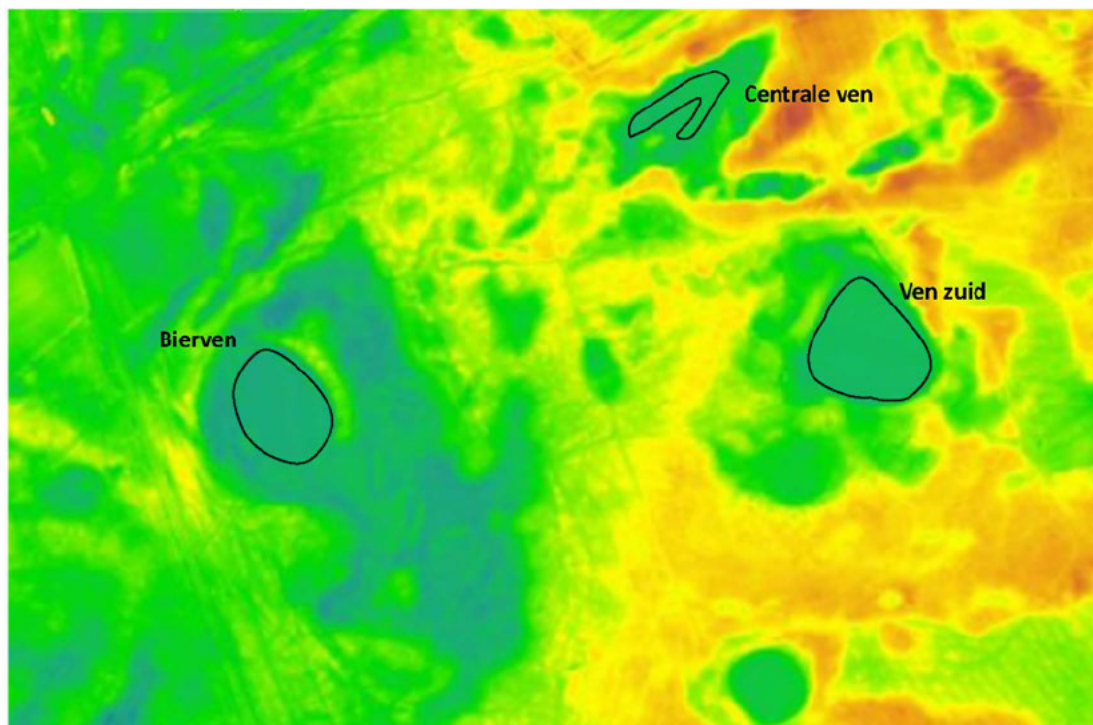
Figuur 4: Hoogtekaart van de Valkenhorst (www.ahn.nl), met daarop ingetekend de waterstanden op de laagste plekken zoals die konden worden geschat op basis van de hoogtekaart. De A2 (van rechtsonder naar middenboven) en de N396 (onder) zijn zichtbaar als lijnvormige elementen. De stippellijn geeft bij benadering de omtrek weer van het gebied waarbinnen de grondwaterstand op dat moment 24,3 meter + NAP of hoger was.

Een uitzondering onder de vennen lijkt het Ronde Vlaasven. Dit heeft een waterstand van ongeveer 25,3 meter +NAP, wat bijna een meter hoger is dan de andere vennen of Valkenhorst. Hier lijkt wel sprake van zeer lokale stagnatie van water op een slecht doorlatende laag.

De meeste vennen lijken dus in contact te staan met een hydrologisch systeem dat rust op een leemlaag. Deze leemlaag is ook op verschillende plaatsen in het gebied aangetroffen tijdens boringen (Possen 2019, Maas, 2020). Mogelijk treden er lokale waterstromen op over deze leemlaag. De Spinsterberg, en meer in het bijzonder de kruising van de A2 met de weg Valkenswaard-Leende (N396), vormt min of meer het hoogste punt in de omgeving. Als er afstroming van grondwater over de leemlaag plaatsvindt, is dit dus slechts lokaal. Opvallend is de waterstand in de rond 1965 gegraven vijver op particulier terrein aan de zuidkant van Boschhoven. Met een geschatte stand van 23,8 meter + NAP zit deze een halve meter onder het peil van de meeste vennen, terwijl de vijver nabij het hoogste punt in het landschap ligt. Waarschijnlijk is deze vijver door de leemlaag heen gegraven, en vormt nu een lek in dit hydrologische systeem.

3.2.1. Valkenhorst, centrale en westelijke vennen

Het Bierven ligt aan de rand van de zandrug die zich op de horizontaal verlopende leemlaag heeft gevormd (figuur 5). Hier kan worden verwacht dat er enige doorstroom van grondwater plaatsvindt; voeding vanuit het oosten en lek naar het westen. Het ven maakt onderdeel uit van een laagte die nog ver naar het zuiden doorloopt. Aan de zuidwestzijde van het ven is vaag nog een greppel herkenbaar die ooit water afvoerde uit het ven. Deze greppel is niet zichtbaar op de topografische kaarten, ook niet in het verleden. Gezien de hoogtekkaart, lijkt het alsof het ven ontstaan is door de laagte wat verder uit te diepen en het vrijkomende materiaal aan de oostkant van het ontstane ven te deponeren, maar dit kan ook door uitstuiving hebben plaatsgevonden in een verder verleden. Op de topografische kaart van rond 1955 (nota bene met de naam Eijerven) is ook een pad naar het ven, en een aansluitende wal te zien. Vanaf 1975 is het ven vrijwel volledig omringd door bos, maar het oppervlak is minstens net zo groot als het huidige oppervlak. Enkele jaren geleden is het omringende bos verwijderd, zodat het ven nu in het heidelandschap ligt.



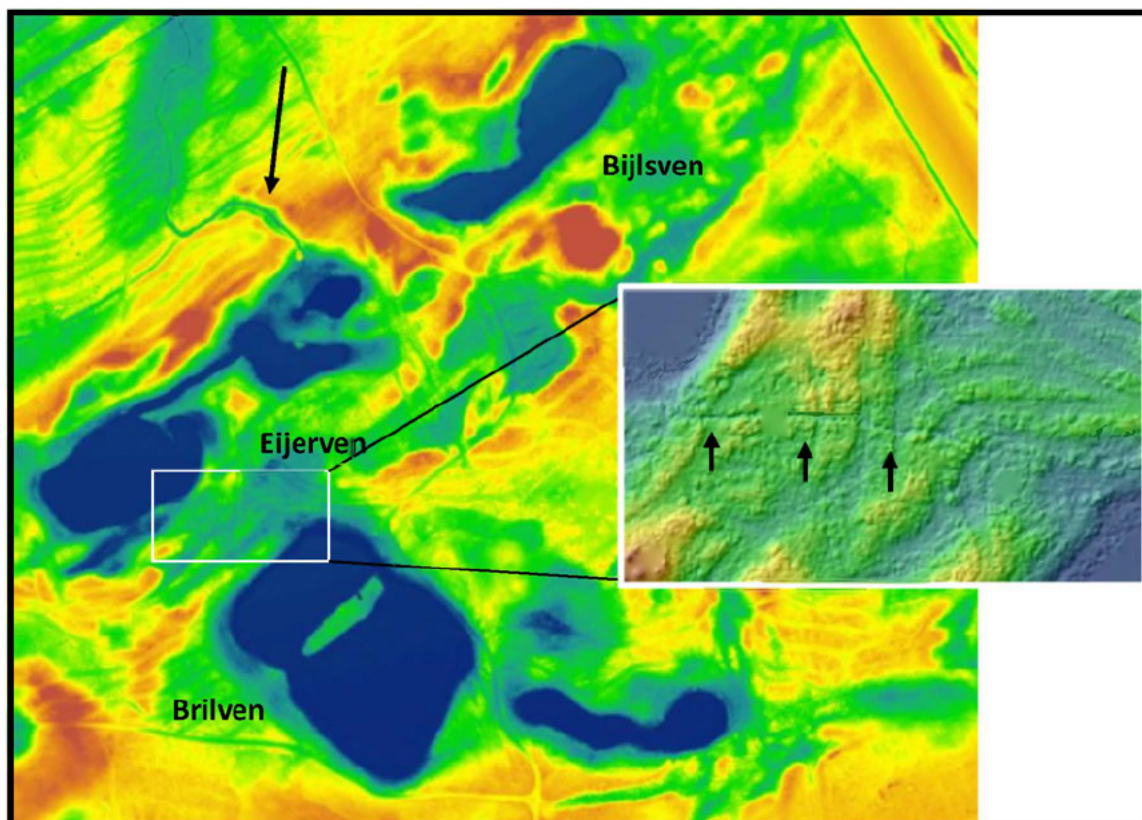
Figuur 5: Omtrek van drie van de onderzochte vennen, geprojecteerd op de hoogtekkaart (www.ahn.nl).

Het Centrale ven ligt in een geïsoleerde laagte, die aan de zuidkant een uitloper kent richting het oosten (figuur 5). Deze uitloper is door het noord-zuid pad afgesneden. Er zijn geen tekenen dat het ven ooit ontwaterd is. Wel heeft dit ven ook vanaf 1975 in het bos gelegen, zonder dat dit tot een verminderde venomtrek heeft geleid. Nu maakt het weer deel uit van het heidelandschap.

Het Ven zuid maakt onderdeel uit van een laagte, die aan de zuidkant verder doorloopt (figuur x). Op de laagte na, heeft ook hier sinds 1975 bos gestaan. Ook hier zijn geen aanwijzingen voor ontwatering. Wel is de hierlangs lopende weg van een greppel voorzien in de laagste delen.

3.2.2. Valkenhorst, oostelijke vennen

Het Eijerven bestaat uit een ongeveer rond ven, met aan de noordoostzijde een grote uitloper die ooit verder uitgegraven is om een klein vennetje aan de noordoostkant met het ven te verbinden. Opmerkelijk is verder dat al vanaf 1901 een afvoer op de kaart getekend staat aan de noordkant van het Eijerven. Deze afvoer is op de hoogtekaart makkelijk terug te vinden als een doorsnijding van een zandrug (figuur 6, pijl). De huidige bodemhoogte van de greppel is ongeveer 25,1 meter +NAP. Dat is dus een aantal decimeters boven het huidige waterpeil en ook boven de huidige hoogwaterlijn. Mogelijk is de bodem van de greppel door afkalving en plantengroei wel hoger te komen liggen. De greppel loopt ook nog door in de laagte ten noorden van het ven en is niet meer zichtbaar in het laagste deel dat op 24,2 meter + NAP ligt, dus iets onder het huidige peil van het Eijerven van naar schatting 24,35 meter + NAP.



Figuur 6: Omtrek van drie van de onderzochte vennen, geprojecteerd op de hoogtekaart (www.ahn.nl). Ten oosten van het Brilven is nog een laagte zichtbaar die vrijwel geen water bevat. In de inzet een uitvergroting van de hoogte tussen het Brilven en het Eijerven, met dan zichtbare greppelrestanten.

Ook tussen het Eijerven en het Brilven ligt een op de hoogtekaart nog vaag zichtbaar restant van een greppel (figuur 6, inzet). Ten oosten van het Brilven lijken ook greppelrestanten aanwezig te zijn die een verbinding met de oostelijke laagte vormden, maar deze zijn grotendeels onder het huidige pad verdwenen. Het lijkt er dus op dat men een poging gewaagd heeft om dit vennencomplex flink te ontwateren, mogelijk met het idee om hier bos aan te kunnen planten. Waarschijnlijk doordat het gebied nat gebleven is, is dit ook het enige deel waar tijdens het hoogtepunt van de bebossing (rond 1980) nog een heidegebiedje bewaard is gebleven.

Het Brilven wordt door een wal in twee delen gedeeld. De wal lijkt van natuurlijke oorsprong en is ook al zichtbaar op de historische kaart van 1900. Bij lage waterstanden vallen de verbindingen droog, als laatste de zuidwestelijke verbinding, en is er dus sprake van twee vennen.

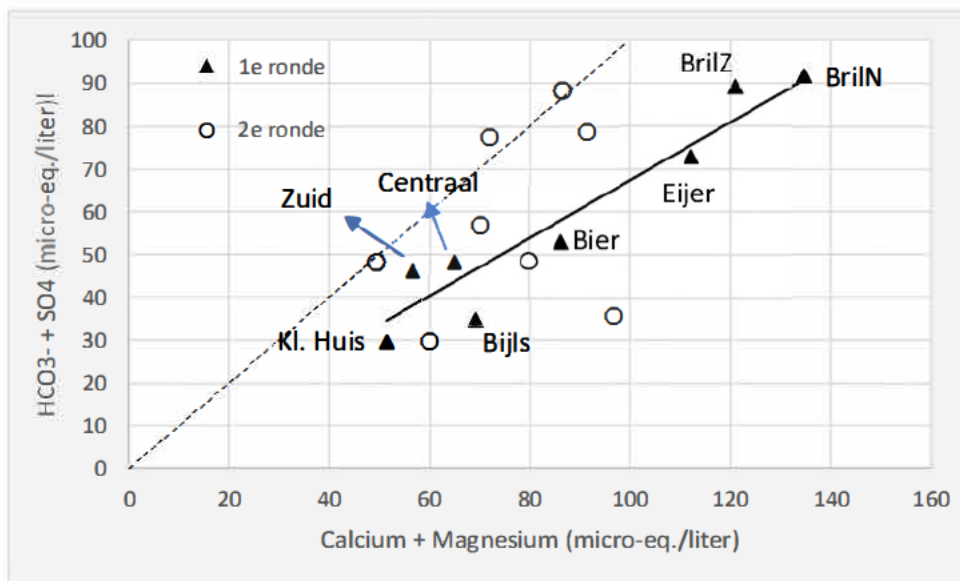
Het Bijlsven is omringd door hoge ruggen, waar men zo te zien geen poging gewaagd heeft om hier een greppel doorheen te graven. Naar het noorden en oosten gaan de stijghoogten van het grondwater snel naar beneden. Nog geen kilometer naar het noorden ligt het Witven, met een geschat waterpeil van 23,0 meter + NAP (figuur 4, pijl rechtsboven). En een kilometer naar het oosten ligt het huidige Heezerven (geschat peil 24,1 meter + NAP), met daarachter het diepe gat van het ontgonnen Heezerven. Het Bijlsven lijkt dus evenals het Bierven aan de rand van het gebied met constante, hoge grondwaterstanden te liggen. Ook hier zou dus enige doorstroming kunnen plaatsvinden: grondwatervoeding aan de westzijde en inzijging aan de oostzijde.

Net na het jaar 2000 heeft een opschoon-operatie plaatsgevonden, afgaande op de blinkend kale stroken op de luchtfoto van 2005 (Google earth). Hierbij zijn op zijn minst de oevers van het Eijerven, Brilven en Bijlsven opgeschoond. De andere vennen zijn pas rond 2015 vrijgezet.

4 Resultaten & chemische analyse

Een belangrijke vraag om in dit onderzoek te beantwoorden, is de buffering van de verschillende vennen. Hebben we hier te maken met zure vennen of gebufferde vennen? Er zijn diverse indicatoren voor de mate van buffering. Vaak wordt als eerste naar de zuurgraad (pH) gekeken, maar juist deze parameter is vaak onderhevig aan allerlei variaties, waaronder ook dagelijkse variaties. Meer constante maten, zijn de concentraties bicarbonaat (HCO_3^-) en basische kationen (calcium en magnesium). Maar ook deze concentraties worden mede door andere processen gestuurd. Zo kan er bicarbonaat worden gevormd bij reductieprocessen in de waterbodem, en kan er calcium uit de bodem en het organisch materiaal worden gemobiliseerd door droogval, waarbij zowel verzuring als versterkte afbraak van organisch materiaal een rol kunnen spelen.

Indien basische kationen in de waterlaag alleen het gevolg zijn van toestromend van gebufferd water (met calcium- en magnesiumbicarbonaat), en het oplossen van calcium en magnesium na verzuring, zou er een goede correlatie moeten zijn tussen deze basische kationen en de som van bicarbonaat en sulfaat. Dit onder de aanname dat het sulfaat in de waterlaag dan het gevolg is van pyrietoxidatie en dus zwavelzuurvorming na droogval, plus vrijkomen na afbraak van organisch materiaal. In theorie kan pyrietoxidatie ook buiten het ven plaatsvinden, maar aangezien er waarschijnlijk geen venige lagen in de mogelijke inrijgebieden zijn aangetroffen, is die kans niet zo groot. Voor de eerste meetronde, in februari, blijkt er inderdaad een goede correlatie te zijn (figuur 7). Wel zijn er naar verhouding wat meer basische kationen aanwezig. In juni blijft er van deze correlatie weinig meer over, en lijken andere processen een grotere rol te gaan spelen. Bijvoorbeeld kation-uitwisseling met de waterbodem of met veenmossen, en reductieprocessen in de waterbodem.



Figuur 7: Correlatie tussen de concentratie basische kationen op de x-as en de som van bicarbonaat + sulfaat (gemeten als totaal zwavel) in het oppervlaktewater van de vennen, op twee tijdstippen. Concentraties weergegeven in micro-equivalenten; waarbij de bivalente ionen sulfaat, calcium en magnesium dus dubbel zijn meegeteld. De eerste ronde was op 12 februari en de tweede ronde op 25 juni 2020. De stippellijn geeft een 1:1 verhouding tussen beiden aan, de doorgetrokken lijn is de berekende correlatie voor de ronde in februari.

Vervolgens is voor de wintersituatie gekeken naar de afzonderlijke bijdragen van bicarbonaat (buffering) en sulfaat (pyrietoxidatie) aan de calciumconcentratie. Er blijkt dan nauwelijks bicarbonaat aanwezig te zijn (tabel 2). Met andere woorden, de basische kationen die in de winter gemeten worden, zijn grotendeels het gevolg van pyrietoxidatie na droogval in de zomer daarvoor. Ook kan zwavel en calcium zijn vrijgekomen uit de afbraak van organisch materiaal. Op het niveau van de afzonderlijke vennen valt dan het Brilven op met relatief hoge sulfaatconcentraties; hier is het grootste oppervlak droogvallende oever en er ligt een laagte aan de zuidoostkant van het pad waar door droogval sulfaat kan zijn gevormd. Het enige ven met nog meer droogvallende oever is het Klein Huisven, maar daar zit juist vrijwel geen sulfaat in. Echter, dit ven is al zo vaak drooggevalen dat alle pyriet hier inmiddels is verdwenen. Overigens moeten de sulfaatconcentraties ook in perspectief worden gezien; in de zwavelrijke jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw waren concentraties van meer dan 1000 micromol/liter helemaal niet ongevoel na droogval. Daarom heeft de droogval ook niet meer tot sterke verzuring van de onderzochte vennen geleid.

Tabel 2: Concentratie sulfaat en bicarbonaat in de waterlaag in februari in de 7 onderzochte vennen, en gemiddelde pH en buffercapaciteit over beide tijdstippen. NB. De concentraties bicarbonaat vallen rond detectielimiet en zijn waarschijnlijk iets hoger.

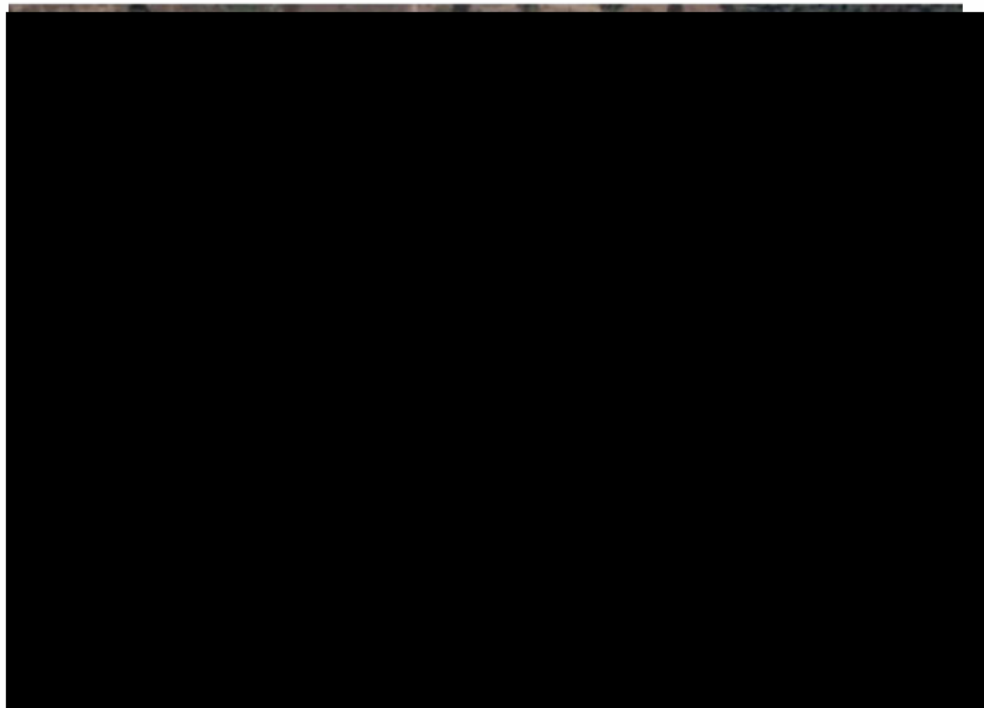
	Kl.Huis	Bier	Centraal	Zuid	Bril-N	Bril-Z	Bijls	Eijer
Winter:								
SO ₄ (µmol/l)	13,8	23,1	23,7	21,9	45,5	44,2	16,5	36,2
HCO ₃ (µmol/l)	2,2	6,8	0,8	2,3	0,7	0,7	1,9	0,5
Beide ronden:								
pH	5,6	5,0	4,6	4,7	4,6	4,5	5,1	4,6
alk (µeq./l)	70	90	45	46	33	34	62	34

In de winter is de Ionic Ratio van nagenoeg alle vennen, op de het Zuidelijke ven en het Bijlsven na, veel hoger, doordat zij in de winter een hogere calciumconcentratie in het oppervlaktewater hebben. Een hogere ratio wordt gezien als een teken van grondwaterinvloed. Dit kan inderdaad een effect zijn van instromend grondwater, maar kan ook het effect zijn van de al genoemde processen waarbij calcium vrijkomt, zoals afbraak van organische stof of door het vrijkomen van calcium van het adsorptiecomplex door verzuring.

Daarmee zijn we terug bij de buffering (tabel 2). De concentratie bicarbonaat is uiterst gering en ligt vaak rond de detectielimiet. Dit is in het algemeen niet alleen het geval in zure vennen, maar soms ook in zeer zwak gebufferde vennen. Dus is gekeken naar de zuurgraad en de buffercapaciteit, en wel het gemiddelde over beide tijdstippen. Er zijn dan drie vennen met gemiddeld een pH van 5 of meer: het Klein Huisven, het Bierven en het Bijlsven. Deze hebben tevens de hoogste buffercapaciteit, die iets boven de grens van 50 micromol per liter zit. Daarmee is nog niet de waarde van 100 micromol/liter gebruikt, die als grens tussen zure en zeer zwak gebufferde vennen wordt gehanteerd (Arts, 2000). Maar door de sterk afgenomen verzuring is duidelijk geworden dat deze grens waarschijnlijk lager ligt. Deze drie vennen vertonen dus deels chemische karakteristieken van een zeer zwak gebufferd ven. De overige vennen zijn zuur, met de kanttekening dat soms wat calcium vrijkomt uit de waterbodem.

4.1 Klein Huisven

Op 12 februari 2020 zijn op twee locaties monsters verzameld van het porievocht in de oever, en is een watermonster genomen (figuur 8). De venomtrek was toen vergelijkbaar met de omtrek zoals in figuur 4. Op 25 juni is ook een watermonster verzameld, maar toen was het venoppervlak meer dan gehalveerd en de maximale waterdiepte slechts 25 centimeter. Alleen in het midden was een kleine, tot 40 cm diepe kuil aanwezig.



In februari, toen het ven na een lange periode van droogval weer gevuld was, was er sprake van vrijwel ongebufferd water (tabel 1). Hierin was vrijwel geen stikstof aanwezig, maar wel vrij veel fosfaat. Verder was het water zeer ionenarm, en dus regenwater-achtig. Wel was het water troebel en was enig ijzer aanwezig. Dit wijst op de binding van ijzer, en waarschijnlijk ook fosfor, aan humusdeeltjes.

In juni is het water ongeveer 2 decimeter gezakt, maar ook veel helderder geworden. De tevens afgenomen ijzer- en fosfaatconcentraties wijzen op het verdwijnen van de humuscomplexen en daaraan gebonden stoffen. Verder valt op dat het water nu zeer zwak gebufferd is, wat blijkt uit een toename van pH, bicarbonaat en calcium. De sterke stijging van natrium en chloride wijst op indamping van de waterlaag. Ook nu is de stikstof- en zwavelconcentratie zeer laag.

De buffering is het gevolg van contact met de bodem. In het porievocht wordt een aanzienlijke buffering gemeten, met ongeveer 5x zo veel bicarbonaat en calcium als in de waterlaag. Wel is enig ammonium aanwezig, maar met ongeveer 20 micromol per liter is deze concentratie nog steeds laag. Opvallend is dat er nauwelijks ijzer is opgelost in het bodemvocht. Waarschijnlijk wordt reductie van ijzer voorkomen door de doorluchting die is opgetreden in de opeenvolgende droge zomers. Deze reductie kan pas op gang komen als er voldoende organisch materiaal onder zuurstofloze condities wordt afgebroken, maar de makkelijk afbreekbare fractie is in de droge perioden al afgebroken.

Tabel 1: Belangrijkste resultaten van twee watermonsters en 2 porievochtmonsters (12-2-2020, locaties zie figuur 7) die genomen zijn bij het Klein Huisven.

Omschrijving		EGV	CO2	HCO3	NO3	NH4	PO4	P	Al	Ca	Mg	Na	Cl	K	S	Fe
	pH	(µs/cm)	Concentraties in micromol per liter													
Water 12-2-20	5,16	22	48	2	0,9	4	1,04	1,4	19	11	15	71	35	23	14	3,4
Water 25-06-20	6,09	62	66	33	0,7	1	0,43	0,5	9	23	22	112	195	10	23	0,9
Zuidoever, porievocht	5,81	51	719	193	6,1	18	0,46	1,0	20	81	46	126	66	27	44	1,2
Noordoever, porievocht	5,86	57	765	232	4,2	23	0,36	1,3	21	91	51	167	76	17	51	0,5

De toplaag van de voormalige oever is aan de noordzijde in de bovenste centimeters wat uitgeloozd, een proces dat na de verdroging op gang gekomen moet zijn. Daaronder is een laag rood zand aanwezig die op de overige locaties van boringen en ceramische cups ook aanwezig is. Deze laag is waarschijnlijk ontstaan als venbodem in de nog niet verdroogde situatie. Daaronder is minstens enkele decimeters dikke laag geel zand aanwezig, maar op zowel de noord- als de zuidoever is op ongeveer een halve meter diepte een leemlaag aangetroffen. Aan de zuidoever is op de rode laag een 15 centimeter dikke veenlaag aanwezig. Mogelijk heeft zich hier veen kunnen ontwikkelen en handhaven door de toestroom van grondwater uit het zuidwesten, over de leemlaag. Het porievocht in de oever is met 193, respectievelijk 232 micromol bicarbonaat/liter duidelijk zwak gebufferd. Het lijkt er dus sterk op dat er nog enige buffering optreedt vanuit de leemlaag.

De zeer vlakke oever en het daarmee grote oppervlak droogvallende oever draagt sterk bij aan het voedselarm houden van het ven. In het ven is in februari vooral Knolrus (*Juncus bulbosus*) aangetroffen en wat Mannagras (*Glyceria fluitans*) en Gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*). In juni werd in het midden ook wat Waterpostelein (*Lythrum portula*) aangetroffen, en enkele exemplaren Haaksterrenkroos (*Callitriche brutia*). Beide soorten duiden op enige buffering, net als de salamanderlarven die hier en daar gezien werden. Verder waren ook Veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*) en de watervorm van Waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) aanwezig. In de waterlaag is vooral in de winter wat meer fosfaat aangetroffen dan normaal is voor een voedselarm ven: 1,0 en 0,5 micromol, terwijl minder dan 0,2 micromol wenselijk is. De stikstofconcentraties zijn wel laag (tabel 1).

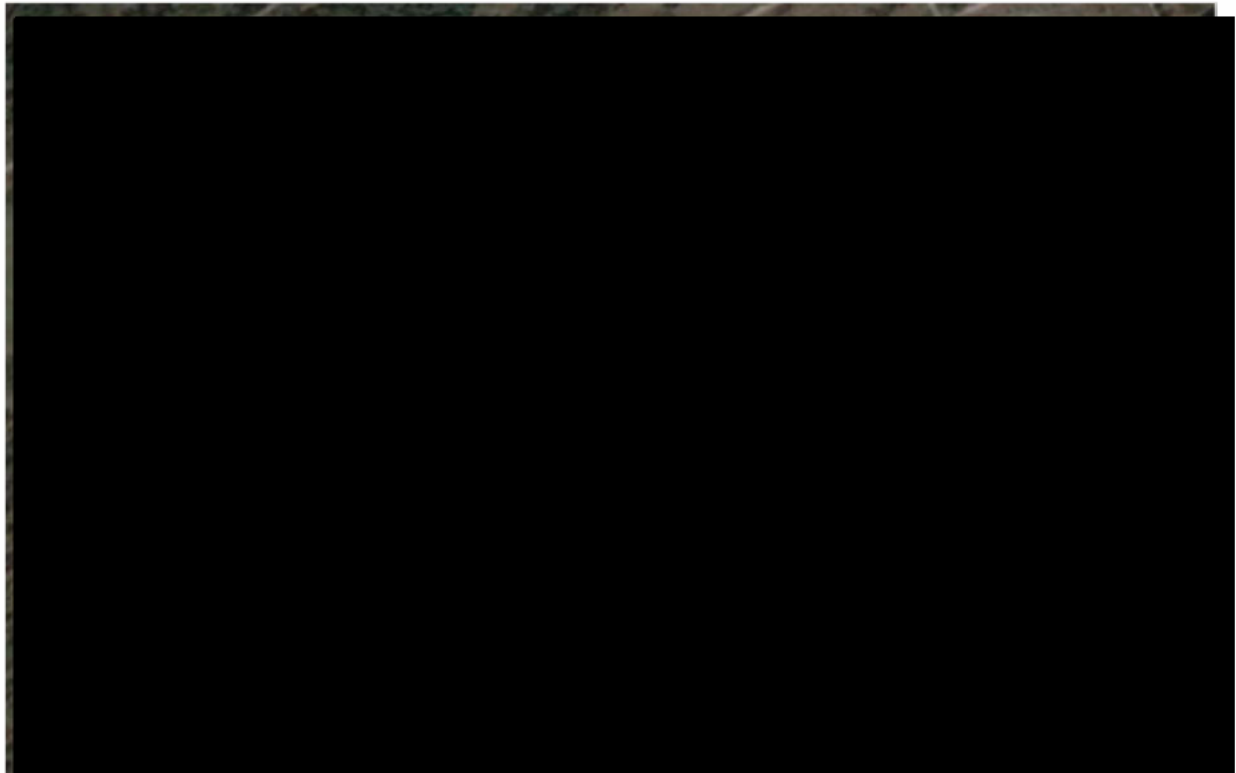
Op de oever was dankzij de enkele jaren geleden uitgevoerde herstelmaatregelen een pionievorm van de natte heide aanwezig, met veel Bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*) en Kleine zonnedaauw (*Drosera intermedia*), en op een enkele plek Moeraswolfsklauw (*Lycopodiella inundata*). Aan de oostkant is 1 klein exemplaartje van Moerashertshooi (*Hypericum elodes*) gevonden. Opvallend is de verspreiding van Draad- en Snavelzegge (*Carex lasiocarpa, rostrata*), deze zijn alleen aan de zuidwestzijde aangetroffen. Dit is ook de zijde waar mogelijk wat grondwatervoeding optreedt in natte perioden.

4.2 Bierven

De buffering in het Bierven is mogelijk het gevolg van het zijdelings toestromen van grondwater vanuit het oosten. Opvallend is dat aan de oostrand van de laagte waarin het Bierven gelegen is, een vrij grote groeiplaats van Draadzegge aanwezig is (figuur 9), een teken dat hier inderdaad grondwater toestroomt. De kwaliteit hiervan is gemeten (tabel 3); het grondwater is rijk aan kooldioxide (1531 micromol/liter), zeer zwak gebufferd (50 micromol bicarbonaat/liter) en het is de enige plek waar wat ijzer in het grondwater aanwezig was (8,3 micromol/liter). De hoge

concentratie kooldioxide kan ook het goed ontwikkelde veenmosdek verklaren dat hier aanwezig is tussen de Draadzegge. Verder is Draadzegge ook hier en daar te vinden in de oeverzone van het ven; een teken dat hier ook grondwater toestroomt, of juist wegzijgt uit het ven.

Onder en langs het Bierven zijn geen leemlagen aangetroffen in de bovenste 80 centimeter. De venbodem bestaat uit een 20 cm dikke zandbodem die versmeerd is door inspoeling van organisch stof. Deze rust op een laag ijzerhoudend zand, en daaronder is nog een veenlaag aangeboord. In het ven is een monster van de venbodem verzameld. Deze bevatte slechts 9% organisch materiaal, en was daarmee eerder zandig dan slibbig. Waarschijnlijk ligt in het centrum van het ven slibrijker materiaal, maar dit kon niet met een waadbroek worden bereikt. Wanneer de samenstelling wordt vergeleken met de bodemsamenstelling in drie andere vennen, valt op dat er een zeer sterke correlatie tussen een aantal gehalten (figuur 10). Dit geldt voor het gehalte organisch materiaal en de gehalten verweerbaar aluminium, ijzer, zwavel, silicium en chloride. Dit betekent dat in de genomen monsters een wisselend gehalte slib aanwezig is, dat bestaat uit organisch stof en lutumdeeltjes, maar dat dit slib over de vier bemonsterde vennen voor de genoemde parameters een constante samenstelling heeft. Belangrijk is dat ruim 2x zo veel zwavel als ijzer aanwezig is. Dit kan betekenen dat alle ijzer bezet is met zwavel. Echter, veel zwavel is ook vastgelegd in het organisch materiaal en de locaties met veel organisch stof bevatten ook veel zwavel. Waarschijnlijk is er nog wel wat ijzer over dat niet bezet is met zwavel, getuige ook het gemeten ijzer in het bodemvocht. Toch is zeker niet uit te sluiten dat er lokaal vrij sulfide aanwezig blijft omdat er geen ijzer meer aanwezig is om dit te binden. Dit kan de groei van waterplanten belemmeren. Omdat er geen droogval plaatsvindt en weinig of geen lek naar de ondergrond, zal dit zwavel niet snel uit de vennen verdwijnen.

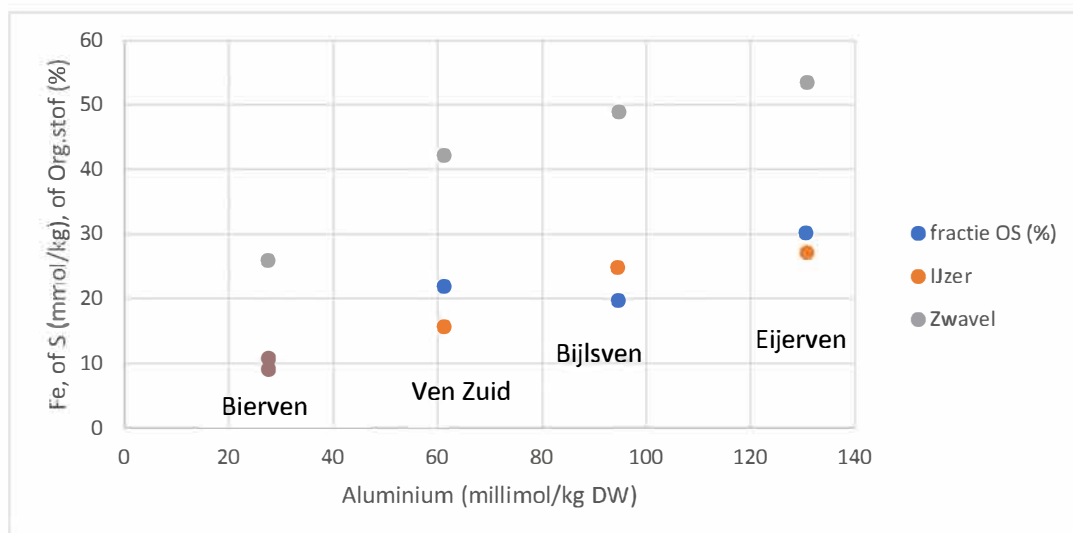


[Redacted text block]

Tabel 3: Samenstelling van het porievocht in de oever van de vennen (1-2 decimeter boven de waterlijn, op 5-15 cm diepte), en van het porievocht dat uit het slib getrokken is.

	Zuur- graad pH	CO ₂	HCO ₃	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Na	P	S	Si
	Concentraties in micromol/liter															
Oever(12 feb):																
Kl. Huisven Z	5,81	719	193	6	18	0,46	20	81	66	1,2	27	46	126	1,02	44	40
Kl. Huisven N	5,86	765	232	4	23	0,36	21	91	76	0,5	17	51	167	1,30	51	73
Biervén	4,90	1531	50	1	4	1,43	31	19	12	8,3	33	20	67	2,94	36	35
Centraal ven	5,73	627	138	7	25	0,44	12	87	123	1,0	21	47	90	1,25	39	65
Ven Zuid	4,93	913	32	64	8	0,65	40	41	45	2,4	54	29	127	2,40	57	55
Brilven Z	5,07	533	26	3	5	0,67	21	25	24	0,7	29	21	91	1,74	49	24
Bijlsven	4,99	1046	42	1	3	0,44	13	27	20	0,6	26	23	61	0,52	43	22
Eijervén	5,00	680	28	1	10	0,82	24	35	33	3,9	29	26	111	1,76	41	43
Slib(25 juni):																
Biervén	6,03	1227	539	1	236	13	3	73	212	28	33	38	155	24	17	194
Ven Zuid	5,43	1094	122	1	73	1,09	6	47	206	27	17	22	89	2,55	28	174
Bijlsven	5,46	707	84	1	41	0,80	16	32	187	28	43	30	148	1,29	20	164
Eijervén	5,65	513	95	1	63	1,62	11	32	173	25	34	24	189	2,71	16	100

Verder is het slib met een fosforgehalte van 4,8 millimol/kg vrij fosfaatarm. Wel kan dit fosfaat makkelijk vrijkomen, omdat er weinig vrij ijzer meer is om fosfaat te binden. Dit blijkt ook uit het porievocht; hierin is 24 micromol fosfor aangetroffen en 28 micromol ijzer in het Biervén (tabel 3). De verhouding van Fe en P in de sliblaag van het Biervén is ongeveer 1, waardoor er vrij veel nalevering van fosfaat uit de bodem aan de waterlaag plaats kan vinden.



Figuur 10: Samenstelling van het slib in 4 vennen op de Valkenhorst. Het gehalte aluminium is uitgezet tegen de gehalten ijzer (Fe), zwavel (S) en organisch materiaal (Org stof).

Het water was in juni 2020 troebel en vrijwel vegetatieloos met hier en daar Witte waterlelie. De vendiepte was minstens 80 cm, het midden was te diep voor een waadbroek. Het waterpeil was niet meer dan enkele decimeters onder het gemiddeld hoogwaterpeil. Rondom was een brede gordel

Pitrus (*Juncus effusus*) aanwezig, die aan de waterzijde overging in een smalle gordel Snavelzegge. Hiertussen was hier en daar ook Draadzegge aanwezig, en aan de oostkant ook wat Riet (*Phragmites australis*). Ook is wat Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) gevonden in de oeverzone. Er komen dus vrij veel soorten voor die op enige grondwaterinvloed duiden. Verder in de pitrusgordel veel Waterveenmos, een plekje Gewimperd veenmos (*Sphagnum fimbriatum*) en Veenmosgrauwkop (*Lyophyllum palustre*). Onder de huidige condities, met een brede helofytengordel en tamelijk diep water met een organische bodem, ontwikkelt het ven zich meer richting een hoogveenven dan richting een zwak gebufferd ven. Het is niet uitgesloten dat zich geleidelijk ook drijftillen gaan ontwikkelen. Overigens zijn veel hoogveenvennen zwak gebufferd omdat ze nooit droogvallen en er dan door anaerobe afbraak enige buffercapaciteit wordt gegenereerd in de waterbodem. Dit lijkt in het Bierven ook het geval.

4.3 Centrale ven

Het naamloze ven tussen het Eijerven en het Bierven, hier voorlopig het Centrale ven genoemd, is het kleinste van de onderzochte vennen en ligt in een tamelijk diepe depressie. Het ven zelf was in juni 2020 slechts ongeveer 50 cm diep, en slechts enkele decimeters onder de gemiddelde hoogwaterlijn. Het ven heeft dus een vrij stabiel waterpeil.

Het water in het Centrale ven is zuur, met een gemiddelde pH van 4,6 en nauwelijks buffercapaciteit en bicarbonaat (tabel 2). Er is vrijwel geen stikstof gemeten. Opvallend is het verschil in fosforgehalte tussen winter en zomer; 0,2 respectievelijk 1,5 micromol/liter (tabel 4). Dit gaat gepaard met een toegenomen ijzergehalte en troebeler water, wat wijst op het oplossen van humus-ijzer-fosfaat complexen. Ook het gehalte kooldioxide neemt sterk toe, wat wijst op een toegenomen afbraak. In het ondiepe, warme water warmt de waterbodem sterk op, waardoor afbraak op gang komt en humuszuren met ijzer en fosfor kunnen oplossen. Het fosfor is vermoedelijk een erfenis uit het beboste verleden; waardoor via blad- en naaldinwaai tamelijk veel fosfor is aangevoerd.

Tabel 4: Voedselrijkdom van de waterlaag in 2020 in de 7 onderzochte vennen.

Omschrijving	Datum	turb.	NO3 μmol/l	NH4 μmol/l	PO4 μmol/l	Cl μmol	K μmol/l	P μmol/l
Klein Huisven	12-02-20	29,9	0,9	4,4	1,04	35	22,9	1,43
	25-06-20	6	0,7	1,3	0,43	195	9,6	0,46
Bierven	12-02-20	44,5	3,4	10,0	1,32	101	29,0	1,70
	25-06-20	62,5	1,3	1,3	0,70	212	11,8	2,60
Centraal ven	12-02-20	4,2	2,4	2,9	0,43	67	20,6	0,19
	25-06-20	7,5	0,6	0,8	0,66	213	6,5	1,48
Ven Zuid	12-02-20	10,2	8,9	42,3	0,69	85	17,3	0,46
	25-06-20	9,1	0,7	0,7		212	5,0	0,86
Brilven noord	12-02-20	17,4	41,4	2,8	0,60	98	20,6	0,39
	25-06-20	5,3	0,7	0,4	0,07	196	22,0	0,31
Brilven zuid	12-02-20	12	46,6	5,8	0,43	82	15,2	0,30
	25-06-20	15,1	0,6	0,7	0,09	191	38,5	0,82
Bijlsven	12-02-20	4,6	1,0	2,0	0,42	112	19,7	0,14
	25-06-20	5,2	0,6	0,2	0,24	188	33,9	0,39
Eijerven	12-02-20	14,8	56,3	8,8	0,43	94	18,5	0,45
	25-06-20	13,7	0,9	0,8	0,51	196	27,9	0,79

Het porievocht op de zuidoever is in februari zwak gebufferd (138 micromol bicarbonaat/liter) (tabel 3). Deze buffering bereikt het ven kennelijk niet. Ook bevat het porievocht nauwelijks ijzer, een teken dat de bodem nog steeds tamelijk geoxideerd is door de droogval in 2018 en 2019. De samenstelling van het porievocht geeft ook geen aanleiding om te vermoeden dat hier sprake is van de toestroom van grondwater. In de bodem is nergens een leemlaag aangetroffen in de bovenste 80 cm. Wel is onder het ven en dieper in de oever de ijzerhoudende inspoelingslaag aanwezig die op heel veel plekken is aangetroffen.

De oeverzone in de diepe depressie is tamelijk vlak. De hogere oever wordt gedomineerd door Waterveenmos en Veelstengelige waterbies. In het diepere deel staan vooral wat meer eutrafente soorten: Gewone waterbies (*Eleocharis palustris*), Witte waterlelie (*Nymphaea alba*) en Mannagras (*Glyceria fluitans*). Ook dit geeft aan dat in het midden wat accumulatie van fosforhoudend, organisch materiaal heeft plaatsgevonden. Toch was er niet duidelijk sprake van een sliblaag. Gezien de voedselarme waterlaag en het vrijzetten van het ven, mag worden verwacht dat de ontwikkeling verder in de richting van een hoogveenven zal gaan. Er zijn geen plantensoorten aangetroffen die duiden op gebufferd water. Overige waarnemingen zijn: groene kikker (*Pelophylax esculentus* synklepton), een jonge Bruine- of Heikikker, en Veenmosgrauwkop.

4.4 Ven zuid

Het naamloze ven ten zuiden van het Centrale ven, hier voorlopig het Ven Zuid genoemd, is momenteel nog een wat te voedselrijk ven. Dit wordt niet meteen duidelijk uit de gemeten waterkwaliteit (tabel 4). In de winter wordt een tamelijk hoog ammoniumgehalte gemeten, en de fosfaatgehalten zijn hoger dan de 0,2 micromol/liter die wenselijk is voor voedselarme vennen. Echter, dit geldt ook voor veel van de andere vennen. Verder is het ven zuur, met een gemiddelde pH van 4,6, nauwelijks bicarbonaat en een buffercapaciteit die beneden de 50 micromol/liter blijft (tabel 2).

Ook het porievocht in de winter op de zuidoever is vrijwel zuur, met een pH van 4,9 en slechts 32 micromol bicarbonaat (tabel 3). Het is wel matig fosfaatrijk (2,4 micromol/liter), vrij nitraatrijk (64 micromol/liter) en ijzerarm (2,4 micromol/liter). Ook hier lijken de gevolgen van de droogte nog zichtbaar in het domineren van geoxideerde verbindingen als nitraat en sulfaat, en het ontbreken van ijzer. De bodem van het ven bestaat uit een 25 cm dikke, versmeerde, rode zandlaag. Dit rode zand is ook buiten het ven in de diepere oever aan te treffen. Er zijn geen leemlagen aangetroffen in de bovenste 80 cm.

De bodem van het ven is over het hele oppervlak tamelijk slibbig. Er was al geconstateerd dat de slibfractie rijk is aan zwavel en dat dit zwavel veel ijzer bezet houdt waardoor ijzer nog maar weinig fosfaat kan binden. De verhouding van Fe en P in het poriewater van de sliblaag was boven de 10, waardoor de waterbodem waarschijnlijk weinig zal naleveren aan de waterlaag. Echter belangrijker, helofyten en wortelende waterplanten kunnen dit fosfaat direct uit de bodem opnemen.

Op de oever zijn geen plantensoorten aangetroffen die duiden op de toestroom van grondwater. De hoge oever bestaat uit een brede gordel Pitrus met veel Waterveenmos en plaatselijk Veelstengelige waterbies. Op het waterveenmos is veenmosgrauwkop aangetroffen. Aan de waterkant zet de helofyten-gordel zich voort in een smalle gordel Gewone waterbies en op het overigens vegetatieloze, ongeveer 40 cm diepe water drijft veel Witte waterlelie. De uitbundig groei van deze

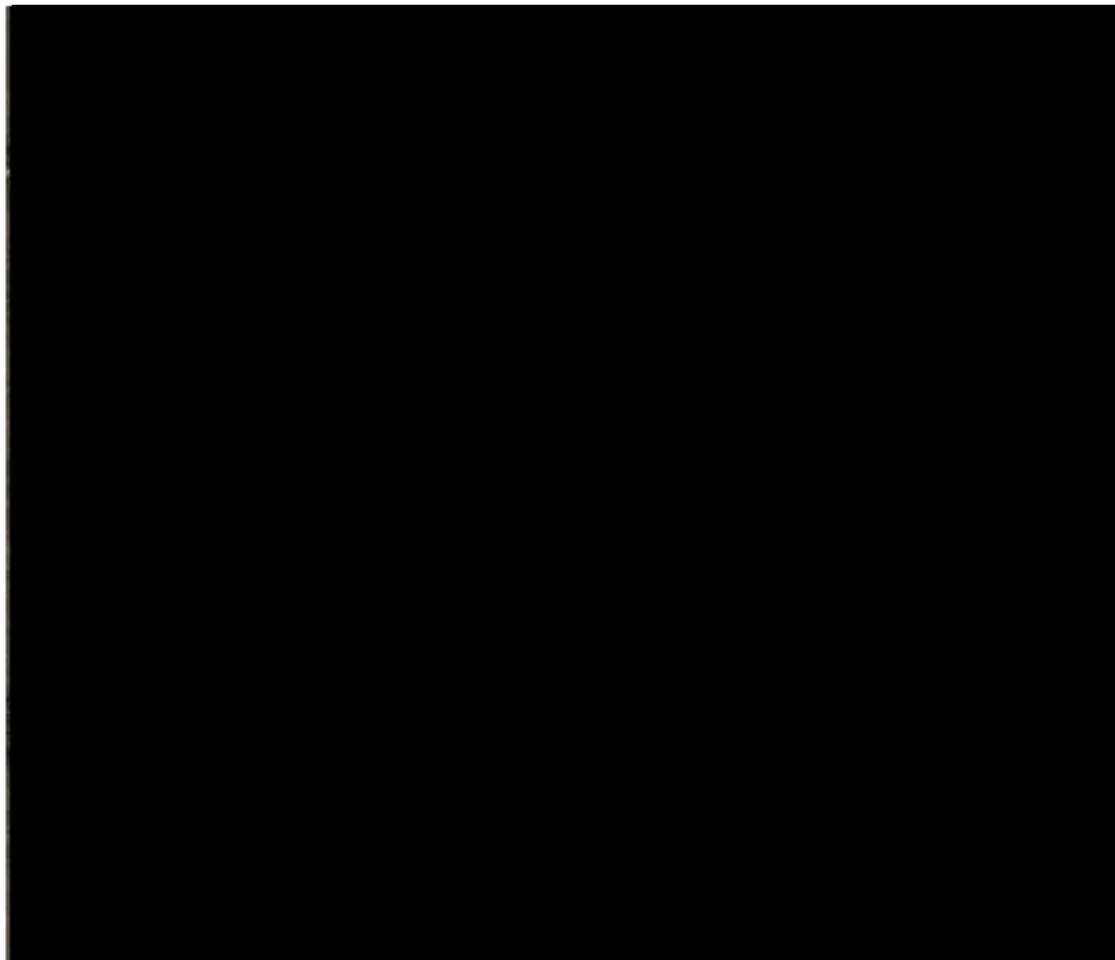
eutrafente plantensoorten wordt mogelijk gemaakt door de relatief hoge fosfaatbeschikbaarheid in de waterbodem. Overige waarnemingen zijn Groene kikker (-complex), Schrijvertje (*Gyrinus spec.*) en Dodaars (*Tachybaptus ruficollis*).

4.5 Eijerven

Het Eijerven bestond tijdens het veldbezoek uit twee delen. Het westelijke deel was verreweg het grootst en ongeveer 60 cm diep. Deels was de bodem sterk vertrapt door de grazers in het gebied. In het westelijke deel zijn alle metingen verricht. De verbindingssloot lag tijdens beide meet-tijdstippen droog. Het kleine oostelijke deel was veel minder diep. Het ven heeft een zure waterlaag met een gemiddelde pH van 4,6, nauwelijks bicarbonaat en een buffercapaciteit die veel minder is dan de drempel van 50 micro-equivalent per liter. Ook is het ven tamelijk fosfaat-arm (0,5 en 0,8 micromol/liter) en meestal ook stikstofarm (tabel 4). Verder is de concentratie kooldioxide gemiddeld maar 50 micromol/liter, veel lager dan de kritisch geachte grens van 100 micromol per liter waarboven waterplanten genoeg kooldioxide uit het water kunnen opnemen. Dit geldt ook voor de andere vennen, met uitzondering van het Bierven.

Ook het porievocht in de oever is nagenoeg zuur (tabel 3). Er zit weinig stikstof in opgelost, maar alleen in de vorm van ammonium. Samen met maar weinig opgelost ijzer wijst dit op iets reductieve omstandigheden. In het slib zijn de omstandigheden duidelijk gereduceerd; hier zit tamelijk veel ammonium in, maar ook redelijk wat ijzer (tabel 3). De bodem zelf bevat op de bemonsterde plek een hoge slibfractie, die tot uiting komt in een hoog gehalte aluminium en organisch stof, en daaraan gerelateerde factoren (figuur 10).

Het bodemprofiel komt sterk overeen met dat van de andere vennen ten westen en zuiden van het Eijerven; een ijzerhoudende inspoelingslaag die in het ven bedekt is met wat organisch materiaal en op de oevers met een laagje uitgeloozd zand dat dikker wordt naarmate je hoger boven het ven komt.



[Redacted text block consisting of four horizontal lines]

In de samenstelling van bodem en water zijn dus weinig aanwijzingen voor een gebufferde situatie, met de zwak verhoogde gehalten kalium, calcium en magnesium in het slib als mogelijke uitzondering. Ook de vegetatie bestaat overwegend uit zuurminnende soorten; rondom is een gordel met Bruine snavelbies en Kleine zonnedauw aanwezig op de hogere oever, en van Veelstengelige waterbies en Waterveenmos op de lage over. Maar er is wel een vrij grote populatie Drijvende egelskop aanwezig (figuur 11), op de overgang van de lage oever en het diepe, vegetatieloze water. Deze soort heeft als jonge, onder water groeiende plant veel kooldioxide in de waterlaag nodig om het oppervlak te kunnen bereiken (Lucassen e.a., 2009). Daar kan dan worden overgeschakeld op opname uit de lucht. Op beide meet-tijdstippen was de concentratie in de waterlaag echter laag. Mogelijk is deze alleen hoog na langdurig natte perioden, als er meer toestroom van grondwater plaatsvindt. Op de oever zijn verder echter geen soorten aangetroffen die duidelijk op grondwatertoestroom duiden.

Overige waarnemingen zijn Tolzwam (*Coltricia perennis*) bij een den aan de oostkant, twee jonge rugstreeppadjes (*Bufo calamita*), Groene kikker (-complex), Staafwants (*Ranatra linearis*) met eieren in Drijvende egelskop (zie voorkant rapport) en Phegeavlinder (*Amata phegea*).

4.6 Brilven

Ook in het Brilven is de waterlaag zuur, met een gemiddelde pH van 4,5, nauwelijks bicarbonaat en een buffercapaciteit van ruim onder de 50 micro-equivalent per liter. De waterkwaliteit in beide delen van het ven verschilt maar marginaal, en wordt hier niet apart besproken. In nattere tijden staan Noord en Zuid met elkaar in verbinding en zijn de verschillen waarschijnlijk nog kleiner. In de zomer is de concentratie orthofosfaat minder dan 0,1 micromol per liter, en is ook nauwelijks meetbaar stikstof aanwezig (tabel 4). Het ven is dus voedselarm. Een andere opvallend element is de, ten opzichte van andere vennen, relatief hoge concentratie calcium en sulfaat (figuur 7). Dit ondanks het feit dat het ven recent is opgeschoond en opgehoopt zwavel dus al grotendeels was verwijderd. Kennelijk bevinden zich nog restanten in de diepere, zelden droogvallende delen. Deze zijn gemobiliseerd door zuurstofaanvoer die gestimuleerd is door droogval of door de vrij grote windwerking op dit ven.



Figuur 12: Resten van een jonge Roerdomp (*Botaurus stellaris*) op de wal tussen beide delen van het Brilven.

Op de bodem is alleen in de diepere delen een dunne sliblaag aangetroffen. De voedselarme condities worden mede bevorderd door het grote oppervlak droogvallende oever. Het porievocht in de oever bevat wel veel kooldioxide, maar nog nauwelijks ijzer of ammonium. Ook hier lijken de bij natte bodems horende gereduceerde omstandigheden nog niet te zijn teruggekeerd. De bodem bevat in de bovenste 80 cm geen leemlagen, wel is overal de rode inspoelingslaag aanwezig.

Het Brilven heeft zich na de hersteloperatie even na het jaar 2000 het traagste ontwikkeld en kent nog altijd een vrij ijle vegetatie op de oever en in het water. Rondom is op de hoogste delen veel Bruine snavelbies aanwezig, met daar onder Veelstengelige waterbies, Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en Waterveenmos. In het water volgt dan een smalle zone met Knolrus en plaatselijk Gewone waterbies, of niet bloeiende Drijvende egelskop. Het centrale deel is in juni 40-50 cm diep, troebel en vegetatieloos. Er zijn geen plantensoorten aangetroffen die wijzen op de toestroom van grondwater.

Overige waarnemingen zijn Vuurlibel (*Crocothemis erythraea*), Staafwants, Schrijvertje, Groene kikker (-complex) en een dode, juveniele roerdomp (figuur 12).

De laagte ten oosten van het pad bevatte ten tijde van de monsterrondes niet of nauwelijks water en is niet bemonsterd. Op de luchtfoto van april 2020 (Google earth) is wel een met water gevulde laagte zichtbaar, na de natte maand maart.

4.7 Bijlsven

Het Bijlsven is met ongeveer 90 cm relatief diep, ook in de smalle westpunt. De waterlaag van het ven valt net binnen het zeer zwak gebufferde bereik, met een gemiddelde pH van 5,1 en een buffercapaciteit iets boven de 50 micro-equivalent per liter (tabel 2). Bovendien is het ven helder en bevat het zeer weinig sulfaat. Dat laatste vooral omdat de oevers vrij steil zijn en het waterpeil vrij stabiel. Hierdoor is er nauwelijks droogvallend oppervlak in het ven. Ook is er niet veel windwerking; het ven ligt beschut tussen duinen en bomen.

Ook is het ven voedselarm; er is nauwelijks meetbaar stikstof aanwezig en de concentratie orthofosfaat zit met 0,2-0,4 micromol per liter net boven de drempel voor voedselarme vennen (tabel 4). In de zomer wordt de grens van 100 micromol kooldioxide per liter bijna bereikt, waarmee deze beduidend hoger is dan de tegelijkertijd opgeschoonde Brilvennen en het Eijerven.

In het porievocht in de oever is ruim 1000 micromol kooldioxide aangetroffen, dus er lijkt kooldioxide te worden aangevoerd met het grondwater. Dit grondwater is verder arm aan fosfaat en stikstof, maar ook aan ijzer. Maar dat laatste is mogelijk het gevolg van de langdurige droogte. Zelfs in het porievocht van het slib wordt maar 1,3 micromol fosfor gemeten, terwijl 28 micromol ijzer aanwezig is (tabel 3). Er is een monster verzameld aan de oostzijde, in een veld Gewone waterbies. De sliblaag, of eigenlijk meer een venige bodem, levert dus geen fosfaat na aan de waterlaag.

Het bodemprofiel is aanmerkelijk gecompliceerder dan bij de overige vennen. Op twee van de drie plaatsen is een dubbele laag organisch materiaal in de bodem aangetroffen, een laag rond de 40 cm diepte en een laag op ongeveer 80 cm diepte. Dit duidt op een complexe wordingsgeschiedenis, waarbij perioden met veenvorming en instuivend zand elkaar hebben afgewisseld. De westpunt van het ven ligt ook ingesloten tussen enkele meters hoge, inmiddels vastgelegde stuifduinen. Opmerkelijk is dat de stuifduinen wel op topografische kaarten van voor 1950 te vinden zijn, maar het ven niet.

De oever van het Bijlsven is vrij steil en smal, en deels overhangen met bomen waardoor er weinig ruimte is voor oevergewassen. Er is een zeer smalle gordel met Veelstengelige waterbies, Waterveenmos en Geoord veenmos (*Sphagnum denticulatum*) aanwezig. Niettemin komen er ook enkele soorten voor die duiden op toestromend grondwater. Aan de zuidwestkant staat vrij veel Snavelzegge, in het gezelschap van Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*). En in de oostpunt is wat Veldrus (*Juncus acutiflorus*) aanwezig. Die laatste duidt hier waarschijnlijk eerder op wegzijging van venwater, wat ook een grondwaterstroming is. Maar meest opvallend is de uitbundige groei van Drijvende egelskop in vooral de zuidelijke delen van het ven.

Verdere vermeldenswaardige waarnemingen zijn Veenmosgrauwkop, Staafwants, Groene Kikker en enkele exemplaren Moerashertshooi (*Hypericum elodes*).

5 Conclusies en aanbevelingen

In deze conclusies worden per ven de belangrijkste vragen beantwoord die in de inleiding zijn genoemd. Kort samengevat:

- Is de huidige watersamenstelling gunstig voor de instandhouding van het habitatype waarvoor het ven is aangewezen?
- Wat is de landschapsecologische positie van de vennen? In het bijzonder, is er invloed van dieper grondwater op de schijngrondwaterspiegels?
- Is aanbrengen van steenmeel/kalk nodig?

Per ven zullen deze vragen hieronder worden beantwoord.

5.1 Klein Huisven

Het Klein Huisven is aangewezen als habitatype zuur ven (H3160). In grote lijnen komt dit overeen met de vegetatie: natte, zure heide op de oever (inclusief pionievorm met snavelbies en zonnedaauw, en door Pijpenstro vergraste varianten), en een dominantie van Knolrus en lokaal Waterveenmos in het water. Ook de rompgemeenschap met Veelstengelige waterbies en de Draadzegge-vegetaties kunnen tot dit habitatype worden gerekend volgens de profieldocumenten van Natura 2000 ([https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen profielen/Profiel habitatt ype 3160.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen%20profielen/Profiel%20habitattype%203160.pdf)). Toch zijn er ook soorten die duiden op een zeer zwakke buffering in het ven, met name Waterpostelein, Haaksterrenkroos en Moerashertshooi.

De metingen aan de waterkwaliteit bevestigen deze positie op de grens van zuur en zeer zwak gebufferd. De zuurgraad is met een pH van 5 tot 6 in het gebufferde bereik, en er is ook enig bicarbonaat in het water aanwezig. De bodem is nog wat beter gebufferd, waarschijnlijk door het vrijkomen van buffering uit de leemlagen die op enkele decimeters diepte in de venbodem zijn aangetroffen.

Het ven is voldoende voedselarm, mede dankzij het grote oppervlak droogvallende bodem. Alleen de fosfaatconcentratie is aan de hoge kant, waarschijnlijk bevindt zich onvoldoende ijzer in de bodem om uit afbraak vrijkomend fosfaat geheel te binden.

De huidige waterkwaliteit is dus in principe geschikt om een habitatype zuur ven in stand te houden. Een grote rem op een goede ontwikkeling van dit habitatype vormt de grote peilfluctuatie, in combinatie met de vlakke oevers. Hierdoor droogt een groot deel van de oevers jaarlijks uit, ook in normale zomers, en kan er vrijwel geen veenvorming optreden. Dit is in het verleden wel zo geweest want er zijn nog steeds lokaal veenbodems aanwezig. Vermoedelijk kan de verdroging en peilfluctuatie alleen voldoende worden verminderd als de ontwaterende werking van het voormalig Groot Huisven wordt opgeheven.

Het ven kent geen voeding uit diepere grondwatersystemen, iets wat ook slechts zelden het geval is in zure vennen. Verder vindt er vermoedelijk vanuit het zuidwesten, enige voeding plaats met lokaal, tamelijk zuur grondwater. Het is nog niet duidelijk waarop de schijngrondwaterspiegel van het Klein Huisven rust. Dit kan de bodem van het voormalige ven zijn, dat ongeveer 2-3x zo groot was als het huidige ven. Maar ook de leemlagen zullen hieraan een bijdrage leveren. In ieder geval kent de venbodem een tamelijk grote lek wat leidt tot de wisselende waterstanden.

De vraag kan gesteld worden of hier het juiste habitatype is gekozen voor het ven. De perspectieven voor verdere ontwikkeling van een zuur (hoogveen-)ven zijn ongunstig vanwege de wisselende waterstanden. Voor een gebufferd ven met een waterlaag die relatief rijk is aan kooldioxide (in Natura2000 termen een zwak gebufferd ven, H3130), is de buffering wat zwak maar vooral de beschikbaarheid van kooldioxide erg laag. De hydrologie en bodem- en waterchemie sluiten nog het

beste aan op die van een gebufferd, koolstof gelimiteerd ven; in Natura2000 termen een zeer zwak gebufferd ven (H3110). Hiervan zijn echter geen vertegenwoordigers waargenomen; Oeverkruid (*Littorella uniflora*) zou de meest voor de hand liggende zijn.

De toekomstige ontwikkeling is met name afhankelijk van de hydrologie. Indien weer voldoende hoge en stabiele waterpeilen kunnen worden gerealiseerd, ligt verdere spontane ontwikkeling van een zuur ven voor de hand. Blijven de huidige wisselende waterstanden aanwezig, dan is ontwikkeling richting een zeer zwak gebufferd ven te verwachten. In dat geval is het gunstig om de tamelijk minerale oevers, grofweg het gebied tussen de huidige en de voormalige hoogwaterlijn, licht te bekalken (1-2 ton/ha). De minder zure omstandigheden zullen de groei van Veenmossen en Knolrus onderdrukken, waardoor er meer plaats komt voor Waterpostelein, en mogelijk ook soorten als Oeverkruid en Gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*).

5.2 Hydrologie Valkenhorst

De vennen op het hoge deel van de Valkenhorst kennen opmerkelijk stabiele waterstanden. Dit is mede het gevolg van de aanwezigheid van een leemlaag, die is onder andere aangetroffen rond het Ronde Vlaasven op ongeveer drie meter diepte (van Asmuth e.a., 2011). Omdat deze leemlaag op enige diepte ligt, is deze over een groot oppervlak intact gebleven. Dit zorgt ervoor dat op een groot deel van de hoge delen van de Valkenhorst de waterpeilen rond de 24,5 meter + NAP schommelen. De grondwaterstanden in dit systeem laten wel een aanzienlijke schommeling zien. Aanvullend moet er onder de vennen een slecht doorlatende laag aanwezig zijn, waardoor in droge tijden de waterstand slechts langzaam zakt. Deze laag is ook onder de meeste vennen aangetroffen: een versmeerde, organische laag op een met ijzer verkitte zandbodem.

Het grondwatersysteem lijkt met name aan de oostrand wel wat aangetast. Met name rond Bosschoven zijn oude vennen ontwaterd, en zijn nieuwe wateren gegraven met een veel lager waterpeil. Mogelijk is hierbij door de leemlaag heen gegraven. Naar het noorden en westen lijkt het grondwaterpeil pas te dalen als de maaiveldhoogte daalt beneden de 24,5 meter + NAP. In ieder geval in het noordelijk deel leidt dit tot een grondwaterstroom richting het Greveschutven (van Kleef e.a., 2017).

Een aandachtspunt is het gegraven, ronde watertje aan de zuidwestkant van Bosschoven, tegen de snelweg. Het waterpeil van deze plas is met 23,8 meter + NAP ruim een halve meter lager dan de grondwaterstand op de Valkenhorst aan de andere kant van de snelweg. Mogelijk zit hier een aanzienlijk lek in het grondwatersysteem onder de Valkenhorst.

Een deel van de onderzochte vennen ligt vrij centraal in het beschreven grondwatersysteem; het Centraal ven, Ven Zuid, het Eijerven en de Brilvennen. Hier zijn dan ook weinig aanwijzingen gevonden voor toestroom van grondwater. Dit zijn dan ook typische zure vennen. Dankzij de tamelijk stabiele waterstanden liggen hier ook potenties voor de ontwikkeling van hoogveen-achtige vegetaties. Het Bierven en het Bijlsven liggen aan de westrand, respectievelijk oostrand van het grondwatersysteem. De vennen kennen vermoedelijk zijdelingse lek aan de kant waar de grondwaterstand lager wordt. Dit water wordt vervolgens aangevuld aan de andere kant. De beste indicatie hiervoor is de aanwezigheid van Draadzegge (beide vennen), Snavelzegge (beide vennen) en Veldrus (Bijlsven). De aanvoer van grondwater leidt niet noodzakelijkerwijze tot een betere buffering, want dit grondwater kan verzuurd zijn. Echter, in beide vennen is wel enige buffering aangetroffen. Het is dus waarschijnlijk dat het hier om van oorsprong zeer zwak gebufferde vennen gaat. Of, in natura2000 termen, om zwak gebufferde vennen met een hoge beschikbaarheid van kooldioxide (H3130).

5.3 Valkenhorst, zure vennen

5.3.1 Centraal ven

Dit naamloze ven staat op de kaart als habitattype zwak gebufferd ven (H3130). Echter, in de vegetatie en in de bodem- en watersamenstelling zijn daar geen aanwijzingen voor gevonden. Dat kan ook het gevolg zijn van de droogte tijdens de meetperiode; het ven is niet opgeschoond en in natte tijden kunnen reductieprocessen in de sliblaag tot een behoorlijke buffering en fosfaatmobilisatie leiden. Het abundante optreden van Witte waterlelie en Gewone waterbies wijzen op een dergelijke fosfaatmobilisatie. Niettemin is een dergelijke wijze van buffering een veel voorkomend proces in hoogveenvennen. Verder is niet uit te sluiten dat er in nattere tijden wat meer grondwatervoeding plaatsvindt. Maar waarschijnlijk is dit grondwater dan van zeer lokale oorsprong en nagenoeg zuur. Tijdens de laatste vegetatiekartering zijn ook geen plantensoorten aangetroffen die op buffering of grondwatertoestroom wijzen (Maas, 2020). Het lijkt al met al beter om dit ven als een zuur ven te beschouwen. Dit betekent dat het hier niet nodig is om de oevers of directe omgeving te bekalken of van steenmeel te voorzien.

In de ondiepe delen van het ven vindt al een forse veenmosontwikkeling plaats. Deze veenmosverlanding kan zich in de nabije toekomst voortzetten. Het is waarschijnlijk dat de eutrafente soorten uiteindelijk overgroeid zullen raken met veenmos of hoogveen-achtige vegetaties.

5.3.2 Ven Zuid

Het naamloze ven aan de zuidkant van de heide die ontstaan is door het terugzetten van bos wordt gedomineerd door een eutrafente vegetatie (Pitrus, Gewone waterbies, Witte waterlelie) en de bodem van het in juni 2020 40 cm diepe water is vrij egaal bedekt met een niet al te dikke sliblaag. De randen zijn aangewezen als habitattype zwak gebufferd ven (H3130), het midden als zuur ven (H3160). Op de vegetatiekaart staat voor het midden van het ven een dominantie van Waterveenmos aangegeven (Maas, 2020). Echter, tijdens het veldbezoek is deze alleen veel in de randzone aangetroffen. In het ven zijn geen indicatoren voor toestromend grondwater aangetroffen. In het beheerplan wordt wel een plekje Draadzegge vermeld voor de zuidoever, ook de plek waar enige toestroom van grondwater mag worden verwacht.

De waterlaag is zuur, maar tamelijk fosfaatarm. Het slib levert niet veel fosfaat na aan de waterlaag, maar belemmert wel de groei van wortelende waterplanten. Alleen soorten die in staat zijn om veel zuurstof in de bodem te pompen kunnen in dit slib wortelen. In dat opzicht lijkt het ven sterk op de twee andere niet opgeschoonde vennen; het Bierven en het Centrale ven.

De waterkwaliteit geeft aan dat het om een zuur ven gaat, en ook groeien er vrijwel uitsluitend plantensoorten die hierin thuishoren. Het lijkt dus beter om het hele ven als een zuur ven te beschouwen. Vervolgens zou het mooi zijn als in het ven verlanding op gang komt middels helofyten (Veenpluis, Draadzegge, Snavelzegge), of via veenmospakketten. De helofytenverlanding wordt momenteel geremd door de aanwezigheid van een sliblaag. Maar met de huidige lage zwaveldepositie mag verwacht worden dat deze nog geleidelijk wat zwavelarmer wordt en dat er geleidelijk toch een helofytenverlanding op gang komt. Veenmospakketten zijn afhankelijk van voldoende kooldioxide in het water. Momenteel is de concentratie met 50 micromol per liter een factor 2 te laag voor veenmosgroei. Maar wellicht is dat anders in nattere jaren gezien de aangetroffen veenmosdominantie tijdens de laatste vegetatiekartering. De verwachting is dus dat zo lang het ven in een open heidegebied ligt, er een geleidelijke verlanding met helofyten en veenmossen kan gaan optreden waarbij het oligotrofe karakter in de loop der tijd kan toenemen. Toedienen van kalk of steenmeel is hierbij niet nodig.

Een mogelijke maatregel die de ontwikkeling naar oligotrafente verlandingsvegetatie kan versnellen is het (deels) maaien van de pitruszone in droge perioden. Er is nu al vrij veel afwisseling met plekken waar veel veenmos of Veelstengelige waterbies aanwezig is, en de verwachting is dat deze sneller de overhand krijgen als Pitrus een aantal keer wordt gemaaid.

5.3.3 Eijerven

Het Eijerven staat als zuur ven (H3160) op de habitattypen-kaart. De oevers zijn rond 2015 geplagd en mogelijk is een deel van de sliblaag verwijderd. Momenteel is weer een gezonde populatie Drijvende egelskop in het ven aanwezig, een soort die tijdens het hoogtepunt van de verzuring uit heel Zuid-Nederland verdwenen was. De soort hoort ook thuis in zure vennen, maar wel in niet al te zure vennen met voldoende kooldioxide in de waterlaag. Enige toestroom van lokaal, zuur of zeer zwak gebufferd grondwater is dus wel wenselijk. Er zijn geen plantensoorten aangetroffen die wijzen op toestroom van grondwater. Wel is een goed ontwikkelde natte heide aanwezig met plaatselijk veel Klokjesgentiaan (Maas, 2020). De vrij dunne sliblaag is niet ongunstig voor Drijvende egelskop; in ieder geval aan de randen is de soort in staat hier in of onder te wortelen, en er komt enig kooldioxide uit vrij dat jonge, nog ondergedoken planten nodig hebben voor hun groei.

Gezien de gunstige vegetatie-ontwikkeling is er geen noodzaak om de sterk uitgeloogde bodem rondom het ven snel weer van bufferstoffen te voorzien. Toch zit het Eijerven op de rand van wat Drijvende egelskop en Klokjesgentiaan aankunnen qua verzuring. Zo nadert de aluminium/calcium ratio in het porievocht in de oever de kritieke ratio van 1:1. Het is daarom beter om boven de hoogwaterlijn rondom het ven de buffering te herstellen met kalk of steenmeel. Van kalk weten we inmiddels dat op bodems met veel organisch materiaal de afbraak hiervan kan worden aangejaagd. Toediening van steenmeel verkeert nog in een experimentele fase en het effect op buffering van naastgelegen vennen is nog niet onderzocht. Wellicht kan op de geplagde, nog vrij minerale bodems het best met een geringe kalkgift (1-2 ton/ha) worden gewerkt, en op andere meer organische bodems die verder van het ven liggen kan desgewenst steenmeel worden toegediend.

5.3.4 Brilven

De situatie in het Brilven lijkt veel op die in het Eijerven. Ook dit ven is zuur en zijn hier rond 2015 de oevers geplagd. Ook hier is een goed ontwikkelde natte heide aanwezig op de oever, met veel Klokjesgentiaan. Drijvende egelskop is echter wel veel schaarser, en is niet bloeiend aangetroffen. Waarschijnlijk kent dit schotelvormige ven meer windwerking en daardoor verlies van kooldioxide. Ook hier wordt aanbevolen om de delen boven de hoogwaterlijn te voorzien van enige kalk of wat steenmeel.

5.4 Valkenhorst, zeer zwak gebufferde vennen

5.4.1 Bierven

Het Bierven staat nu op de kaart als habitatype zuur ven (H3130). Tijdens de laatste vegetatiekartering zijn hier ook geen plantensoorten aangetroffen die duiden op toestroom van grondwater, of op gebufferd water (Maas, 2020). Echter, in 2020 is op diverse plekken Draadzegge aangetroffen, en een gordel van snavelzegge, wat wijst op enige grondwaterinvloed. Ook is op twee plaatsen Drijvend fonteinkruid gevonden, een soort met een voorkeur voor niet te zuur water. Verdere aanwijzingen voor buffering zijn de iets hogere pH, een spoortje bicarbonaat in de waterlaag en de

landschapsecologische ligging die wijst op enige doorstroming met grondwater. Het lijkt dan ook beter om het ven te beschouwen als een zeer zwak gebufferd ven. Wel is de kenmerkende vegetatie van zeer zwak gebufferde vennen slecht ontwikkeld, vooral omdat de helofyten vrij ver het water in groeien en een ondiepe oeverzone daarom ontbreekt. Het diepe water, in combinatie met de aanwezige slibbodem, maakt groei van wortelende waterplanten lastig.

De belangrijkste natuurwaarden die zich momenteel ontwikkelen zijn daarom meer kenmerkend voor een hoogveenven, wat in Natura2000 termen onder de zure vennen (H3160) valt. In de waterlaag zijn naast Drijvend fonteinkruid en Witte waterlelie ook Klein blaasjeskruid en Duizendknoopfonteinkruid te verwachten. Deze halen voldoende kooldioxide uit de lucht om hun wortelmilieu te kunnen beluchten en daarmee toxiciteit van ammonium en vooral sulfide te voorkomen. Klein blaasjeskruid heeft nauwelijks wortels.

Waarschijnlijk gaan de zwavelgehalten in het slib niet snel afnemen, omdat in het diepe en tamelijk beschutte water nauwelijks aanvoer van zuurstof naar de bodem plaatsvindt. Wel kan in het zuurstofloze slib methaanvorming plaatsvinden en is vorming van drijftillen niet uitgesloten.

Een mogelijke maatregel die de ontwikkeling naar oligotrafente verlandingsvegetatie kan versnellen is het (deels) maaien van de pitruszone in droge perioden. Er is nu al vrij veel afwisseling met plekken waar veel veenmossen of zeggen aanwezig zijn, en de verwachting is dat deze sneller de overhand krijgen als Pitrus een aantal keer wordt gemaaid.

Het Bierven maakt onderdeel uit van een laagte die zich nog ver naar het zuiden en oosten uitstrekt. Het kan een goede maatregel zijn om de laagte van steenmeel of een lage dosis kalk te voorzien, vooral op de delen met weinig vegetatie. Het is waarschijnlijk dat de kansen voor soortenrijke heide toenemen, en ook het zwak gebufferde aspect van het Bierven kan toenemen zonder dat dit ten koste gaat van de ontwikkeling van de verlandingsvegetatie. Onderzoek op onder meer de Kampina en de Strabrechtse heide laat zien dat velden natte Pijpenstro na toediening van kalk of steenmeel rijk kunnen worden aan bijzondere graslandpaddenstoelen (Wallis de Vries e.a., 2018).

5.4.2. Bijlsven

Het Bijlsven is wel het beste voorbeeld van de positieve ontwikkelingen in de vegetatie die zich de laatste jaren op dit deel van de Valkenhorst hebben voltrokken. Van een ven dat voor 1950 niet eens op de topografische kaart stond, via een door bos omgeven water, heeft het zich ontwikkeld tot wellicht de rijkste groeiplaats van Drijvende egelskop in Zuid Nederland. Deze soort heeft altijd al in de wat mineraalrijkere varianten van zure vennen gestaan. Naast de egelskop, duidt ook het voorkomen van Snavelzegge en Veldrus op enige grondwatervoeding. Gezien de landschapsecologische ligging in het grondwatersysteem lijkt enige voeding op te treden aan de westkant en enige lek aan de oostkant.

Het is voor het ven niet onmiddellijk nodig om de buffering te versterken, de pH is rond de 5. Wel kan het verstandig zijn om het vermoedelijke inzijsgebied aan de westkant van enig steenmeel (organische bodems) of kalk (minerale bodems) te voorzien. De calciumconcentratie in zowel het water als het porievocht in de oever is zeer laag; vermoedelijk is het intrekgebied wel sterk uitgeloozd. Herstel van de mineralenvoorraad op het stuifduin kan zo een extra garantie vormen dat het ven niet te sterk gaat verzuren. Waarschijnlijk lenen de duintjes aan de westkant zich hier het beste voor; op het pad zou zelfs steenmeel of kalk kunnen worden ingewerkt.

Literatuur

Arts, G.H.P., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren, Deel 13, vennen. Achtergronddocument bij het Handboek Natuurdoeltypen Nederland.

Asmuth, J. van, A. Grootjans & S. van der Schaaf, 2011. Herstel van biodiversiteit en landschaps-ecologische relaties in het natte zandlandschap. Eindrapport deel 2: Over de dynamiek van peilen en fluxen in vennen en veentjes. Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur.

Hunink, S & T. Faassen, 2019. Beheerplan Beheerplan Gijzenrooise Zegge, Groote Heide en Heezerven 2019-2028

Kleef, H. van., A.J.M. Jansen, W. Bleuten, E. Brouwer, B.P. van de Riet, J. Bouwman, O. Bleyenga, J. Kuper, N. de Kort, M. Fliervoet, 2017. Op weg naar herstel van een iconisch ven; het Greveschutven. Stichting Bargerveen

Lucassen, E.C.H.E.T. ; Spierenburg, P. ; Fraaije, R.G.A.; Smolders, A.J.P. ; Roelofs, J.G.M., 2009. Alkalinity generation and sediment CO₂ uptake influence establishment of *Sparganium angustifolium* in softwater lakes. *Freshwater Biology* 54 (11) blz 2300-2314

Maas, V., 2020. Beheerplan Valkenhorst & Moerputten 2020-2029. Brabants Landschap.

Possen, B.J.H.M., 2019. Systeemanalyse voor het beekdal van de Tongelreep. HaskoningDHV Eindhoven.

Wallis de Vries, M., K. Huskens, J. Vogels, R. Versluijs, M. Geertsma, J. Kuper, R. Loeb, E. Brouwer & R. Bobbink, 2018. Alternatieven voor plaggen van natte heide. Effecten op middellange termijn. OBN-rapport 2018/OBN221-NZ

Bijlagen

Bijlage A: Beschrijvingen van de boorprofielen die op 12 februari en op 25 juni 2020 zijn gemaakt.

Diepte (cm mv)	Profiel	Diepte (cm mv)	Profiel
H1 (idem H2)	Dopheide-zone Z-oever(N-oever)	Z3	NO-oever, in 30 cm water
0 5 cm	Zwart, organisch zand	0 25 cm	Organische, versmeerde bodem
5 10 cm	Roodbruin zand (ijzer)	25 40 cm	Rood zand
10 60 cm	Fijn, geel zand	Br1	Zuidoever, Struik- en Dophei
H3	Noordoever, ZO van peilbuis	0 12 cm	Uitgeloogd zand
0 40 cm	Overgang bruin naar gelig zand	12 40 cm	Roodbruin, weinig verkit zand
40 60 cm	Sterk lemig, hard zand	40 70 cm	Geleidelijke overgang grof, gelig zand
60 70 cm	Water verzadigd zand	Br2	Brilven-N, ZO-oever, boven GHW
H4	Zuidoever, boven hoogwaterlijn	0 5 cm	Uitgeloogd zand
0 15 cm	Veen	5 50 cm	Overgang slap donkerbruin zand
15 30 cm	Zwartrood zand	50 75 cm	Zwartbruin+rood zand
30 60 cm	Overgang naar roodbruin zand	Br3	BrilvenN, NW-oever, boven GHW
60 70 cm	Geel, zwak lemig zand	0 10 cm	Zwartrood zand
70 80 cm	Geel, lemig, hard zand	10 30 cm	Overgang
Bi1	Overgang Draadzegge/Pijpenstro	30 40 cm	Matig rood, fijn zand
0 10 cm	Zwart, versmeerd zand	40 60 cm	Bruin zand
10 20 cm	Geel zand	Br4	Brilven-Z, NO-oever, dopheizone
20 45 cm	Roodbruin zand (ijzer)	0 5 cm	Zwartgrijs, iets uitgeloogd zand
45 95 cm	Geleidelijke overgang grof, gelig zand	5 30 cm	Zwartbruin zand
Bi2	NO-oever, pitruszone	30 55 cm	Rood, hard zand
0 3 cm	Zwarte humus	55 70 cm	Geel zand
3 25 cm	Grijsbruin zand, vaaggrond	Bij1	ZW-oever, 30 cm boven waterlijn
25 60 cm	Zwartbruine inspoellaag	0 10 cm	Uitgeloogd zand
Bi3	Westkant, in 50 cm water	10 30 cm	Geelbruin zand
0 20 cm	Versmeerde, organische laag	30 70 cm	Grof, grijs zand (gereduceerd)
20 30 cm	Rood zand	Bij2	Westpunt
30 40 cm	Venige laag	0 10 cm	Duinvaaggrond
Bi4	Westoever, pitruszone	10 20 cm	Overgang
0 5 cm	Uitgeloogd, grijzig zand	20 30 cm	Organisch, zwart zand
5 10 cm	Roodzwart zand	30 40 cm	Grijsbruin zand
10 20 cm	Overgang	40 50 cm	Versmeerde, organische laag
20 60 cm	Roodbruin zand (ijzer)	50 60 cm	Grijsbruin zand
C1	Pijpenstro-oever zuidkant	60 75 cm	Roodbruin zand (ijzer)
0 20 cm	Uitgeloogd zand	75 90 cm	Versmeerde, organische laag
20 45 cm	Roodbruin zand (ijzer)	Bij3	ZO-oever
45 60 cm	Geleidelijke overgang grof, gelig zand	0 20 cm	Grijsbruin zand
C2	Westoever, bovenkant veenmoszone	20 50 cm	Zwartgrijs, organisch zand
0 5 cm	Zwartrood zand	50 60 cm	Zwarte, versmeerde laag
5 50 cm	Geleidelijke overgang gelig zand	60 70 cm	Zwartgrijs zand
50 80 cm	Geelbruin zand	70 95 cm	Versmeerde, organische laag
C3	30 cm onder water	E1	Dopheide-zone, 40 cm boven water
0 30 cm	Zwartrood, licht versmeerd zand	0 20 cm	Uitgeloogd zand
C4	NO-oever, boven veenmoszone	20 70 cm	Roodbruin zand, dieper iets geliger
0 3 cm	Organisch materiaal	E2	Rug 20m zuid van ven
3 10 cm	Grof, grijzig, iets uitgeloogd zand	0 10 cm	Uitgeloogd zand
10 25 cm	Geleidelijke overgang	10 55 cm	Geelwit zand
25 70 cm	Bruinrood zand	55 65 cm	Oranjegeel zand
Z1	Zuidkant, ruim boven pitrusgordel	E3	NW-oever, pionievorm natte heide
0 10 cm	Uitgeloogd zand	0 5 cm	Zwartrood, sterk organisch zand
10 20 cm	Roodbruin zand (ijzer)	5 30 cm	Hard, rood zand
20 60 cm	Geleidelijke overgang grof, gelig zand	30 70 cm	Geelbruin zand
60 70 cm	Geelbruin, fijn zand	E4	NO-oever, pionievorm natte heide
Z2	NO-oever, boven pitruszone	0 10 cm	Uitgeloogd, grijzig zand
0 2 cm	Humus	10 65 cm	Roodbruin zand
2 5 cm	Uitgeloogd zand		
5 10 cm	Roodbruin, niet verkit zand		
10 20 cm	Overgang		
20 60 cm	Geelbruin zand		
60 80 cm	Geelbruin, lemig zand		

