Advies voor herstel van de beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven

Auteur: Berthilda van den Berg
In opdracht van: Natuurmonumenten
Datum: 12 juni 2015

Colofon

Opdrachtgever
Natuurmonumenten
Regiokantoor Oost-Veluwe
Vrijenbergweg 24b
7371 AA Loenen
T: 055-5052924

Contactpersoon
De heer. W. Niemeyer
E: w.niemeyer@natuurmonumenten.nl

Begeleider
Mevrouw E. ter Stege
E: e.terstege@natuurmonumenten.nl

Opleiding
Hogeschool van Hall-Larenstein
Larensteinselaan 26A
6882 CT Velp
T: 026-3695695

Begeleider
De heer D. van Dorp
E: dick.vandorp@wur.nl

Auteur
Berthilda van den Berg
Julianastraat 12
6732 AV Harskamp
T: 06-27366607
E: bberg021193@gmail.com

Opdracht
Praktijkonderzoek

Onderdeel van
4e jaar major realisatie tuin- en landschapsarchitectuur

Vormgeving
Berthilda van den Berg

Afbeeldingen
Berthilda van den Berg, tenzij anders vermeld

Datum
12 juni 2015

Foto omslag
Ven op de Reeenberg te Loenen

© 2015, Berthilda van den Berg

Advies voor herstel van de beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven

Auteur: Berthilda van den Berg
In opdracht van: Natuurmonumenten
Datum: 12 juni 2015

Voorwoord

Dit rapport is onderdeel van het praktijkonderzoek ten behoeve van het afstuderen voor de major realisatie tuin- en landschapsarchitectuur. Deze major is onderdeel van de opleiding tuin- en landschapsarchitectuur op hogeschool van Hall-Larenstein te Velp.

Dit adviesrapport is geschreven in opdracht van de heer W. Niemeyer van Natuurmonumenten. In dit rapport wordt een advies gegeven voor herstel van de beschadigde waterstagnerende bodemlagen van de 'zure' vennen op de Reeënberg te Loenen. Dit adviesrapport is geschreven voor Natuurmonumenten en andere geïnteresseerden om meer te weten te komen over het herstel van beschadigde bodemlagen van het 'zure' ven.

Afgelopen half jaar heb ik met veel plezier aan dit onderzoek gewerkt, en heb ik veel steun gehad van docenten en deskundigen. Hierbij wil ik de heer W. Niemeyer bedanken voor de inleiding in het onderzoek en mevrouw E. ter Stege voor de begeleiding tijdens het onderzoeksproces. Graag wil ik de heer D. van Dorp hartelijk bedanken voor de goede begeleiding vanuit hogeschool van Hall-Larenstein. Daarnaast wil de experts uit het vakgebied bedanken voor het beschikbaar stellen van hun kennis en informatie over het onderwerp, met name de heer L. Dekker, mevrouw C. Geujen, de heer H. van Dam, de heer T. Jongmans en de heer E. Brouwers. Ook wil ik de heer S. Broers bedanken voor de deskundige begeleiding tijdens het verrichten van de grondboringen.

Berthilda van den Berg
Harskamp, 12 juni 2015

Fig. 0.1 Ik bij één van de vennen

Samenvatting

Aanleiding voor dit onderzoek zijn de beschadigde vennen op de Reeënberg te Loenen. Deze vennen zijn in 1995 afgegraven, waarbij de waterstagnerende laag is beschadigd. Vereniging Natuurmonumenten zoekt een oplossing om de waterstagnerende bodemlaag van deze vennen op een natuurlijke manier te herstellen zodat karakteristieke vegetatie van het 'zure' ven weer terug zal komen. Naar aanleiding van deze probleemstelling is de volgende hoofdvraag opgesteld: in hoeverre kunnen beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven hersteld worden zodat karakteristieke flora weer terug zal komen?

Eerst is er een literatuuronderzoek verricht naar de soorten waterstagnerende bodemlagen die onder het 'zure' ven voorkomen, en hoe deze op natuurlijke wijze kan worden nagebootst. Hierbij zijn verscheidene deskundigen geraadpleegd. Daarna is er een casus opgesteld voor de beschadigde vennen op de Reeënberg te Loenen. Er is een grondonderzoek verricht om vast te stellen wat de waterstagnerende bodemlaag was, waarna er een advies is opgesteld voor herstel van deze beschadigde vennen.

Er zijn een zevental verschillende waterstagnerende lagen die voor kunnen komen onder vennen:
- leemlagen;
- ijzerbanden;
- 'kazige' B-horizonten;
- overstoven veenlagen;
- waterhardlagen;
- organische lagen;
- gecomprimeerde humeuze zandlagen.

Het ontstaan van deze waterstagnerende lagen kan niet altijd worden nagebootst of versneld. De ontwikkeling van ijzerbanden is een eeuwenlang proces, voordat deze ijzerbanden dik genoeg zijn om water te laten stagneren. Het ontstaan van een podzolgrond gaat sneller, een podzol kan in vijftig jaar worden gevormd, mits de omstandigheden optimaal zijn. De 'kazige' B-horizont doet er langer over om verkit te raken. Dit proces kost ook honderden jaren. Deze processen zijn moeilijk te bootsen. Naar versnelling van deze processen moet nader onderzoek gedaan worden. Daarna kan worden vastgesteld of deze waterstagnerende bodemlagen daadwerkelijk nagebootst kunnen worden.

Een overstoven veenlaag kan worden nagebootst door waar ooit veen heeft gevormd te laten overstuiven door stuifzand. Door de toplaag te plaggen, kan het zand opnieuw tot stuiven gebracht worden. Wanneer het veen is overstoven wordt het veen samengeperst en vormt er een compacte veenlaag die zeer ondoorlatend is.

Een organische laag kan bijdragen aan de waterstagnering van een ven. Er kan organisch materiaal worden aangebracht in het ven, waardoor de sliblaag van het ven aangevuld zal worden. Een andere manier is om een sliblaag van een ander ven aan te brengen in het beschadigde ven. Een sliblaag draagt echter wel bij aan de eutrofiëring van een ven.

Gecomprimeerde humeuze zandlagen kunnen erg waterstagnerend werken. Door een strooisellaag te laten overstuiven door stuifzand kan deze laag ontstaan. Dit kan door het gebied er omheen af te plaggen, zodat het gaat stuiven. Een andere manier is om stuifzand uit een stuifzandgebied aan te brengen in een ven. Wanneer deze laag dik genoeg is zal deze de onderliggende strooisellaag comprimeren. Deze laag kan waterstagnerend werken. Voordat deze maatregel toegepast wordt, zal onderzocht moeten worden of deze laag ook daadwerkelijk waterstagnerend zal worden.

Een eenvoudige manier om weer water te houden in een ven is om een leemlaag aan te brengen. Deze methode is vaker toegepast en werkt goed waterstagnerend. Door een dikke laag aan te brengen en deze af te dichten met de bestaande bovenlaag zal een waterstagnerende laag gecreëerd kunnen worden. Er zal wel een kalkarme leem toegepast moeten worden zodat het ven niet gebufferd wordt.

Daarnaast is het belangrijk om te kijken of bij deze herstelmaatregelen karakteristieke flora terug zal komen dat past bij het 'zure' ven. Bij het toepassen van een organische laag zal het ven eutrofiëren. Hierdoor zou het kunnen dat er geen karakteristieke flora terug zal komen. Wanneer de zaadbank van een ven volledig is verwijderd, zal karakteristieke flora niet terug komen. Een oplossing is om een zaadbank van een bestaand, kwalitatief goed ven aan te brengen in het beschadigde ven. Dit kan door zand van het bestaande ven aan te brengen in het beschadigde ven. Hierdoor zullen zaden kans krijgen om zich te hervestigen.

Bij het herstellen van een beschadigde waterstagnerende bodemlaag moet vooraf onderzoek worden gedaan. Hierbij kan worden vastgesteld wat voor waterstagnerende bodemlaag is beschadigd. Daarna kan een plan worden opgesteld voor het herstellen van de waterstagnerende bodemlaag.

Summary

The reason for this study are the damaged fens at the 'Reeënberg' near to Loenen. These fens are excavated in 1995, whereby the stagnant bottom layer is damaged. Natuurmonumenten is looking for a solution to recover the stagnant bottom layer of the fens in a natural way so characteristic vegetation of the 'sour' fen weather will come back. In response to this problem the following main question was drawn up: how can damaged stagnant bottom layers of the 'sour' fen to be restored so characteristic flora will come back?

First there was conducted a literature search. It has been studied what types of stagnant bottom layer occur under the acid fen, and how these can be mimicked. Here several experts were consulted. Then there is established a case for the damaged fens at the Reeënberg. There is a ground studies to determine what was the stagnant bottom layer, after which there is an opinion intended for repair of these damaged fens.

There are seven different stagnant bottom layers that can occur among fens:
- loam;
- ironpan;
- 'filthy' B-horizons;
- stewing over peat;
- water hard layers;
- organic layers;
- compressed humous sand layers.

The emergence of these stagnant bottom layers can not always be imitated or accelerated. The development of ironpans is a centuries-long process before these ironpans are thick enough to allow water to stagnate. The emergence of a podsol is faster, a podsol can be formed in fifty years, provided that the conditions are optimal. The 'filthy' B-horizon in this soil takes longer to get compacted. This process also takes hundreds of years. These processes are difficult to replicate. To speed up these processes requires further research. It can then be determined whether these stagnant bottom layers can be effectively simulated.

A stewing over peat can be mimicked wear once formd peat. This peat can be stewing over by sods off the top layer. This sand will gush again. When the peat is about stewing, the peat is compressed to a compact layer which is highly impermeable.

An organic layer may contribute to the water stagnation of a fen. The may be of organic material provided in the fen, whereby the mud layer will be supplemented by the fen. Another way is to apply a mud layer from another fen in the damaged fen. However, it contributes to eutrophication of the fen.

Compressed humous sand layers are very stagnant water. By leaving a litter of dusting by drifting sand can cause this layer. When the area aroud it is scraped, it will spurt again. Another way is to make drifting sand from another shifting sands. When this layer is thick enough, it will compress the litter layer. This layer can be water-impermeable. Before that measure become applicable, it must be examined whether this layer will actually be impermeable.

A simple way to keep water back into the fen is to apply a loam layer. This method is more commonly used and works well water impermeable. By applying a thick layer and to seal it with the existing top layer, an impermeable layer will be created. The will be a calcareous clay to be applied so that the fen is not buffered.

It is important which returns characteristic flora in these measures that suit the 'sour' fen. In the application of an organic layer will enrich the fen. This would be that there are no specific flowers will come back. When the seed bank of a fen has been completely removed, characteristic flora will not come back. One solution is to introduce a seed bank of an existing, high-quality fen in the damaged fen. This can be done by applying sand from the existing fen in the damaged fen. This will get seeds chance to resettle.

Before restoring an damaged water stagnant layer, the must be investigated. It can be determined what the kind of water stagnant layer it is. Thereafter, a plan may be arranged for recovering the water stagnant bottom layer.

Inhoudsopgave

Voorwoord 5
Samenvatting 6

Hoofdstuk 1 Inleiding 11
1.1 Probleemstelling 11
1.2 Doelstelling 12
1.3 Resultaatsbeschrijving 12
1.4 Onderzoeksmethodiek 12
1.5 Leeswijzer 13

Hoofdstuk 2 Zure vennen 15
2.1 Ontstaan zure vennen 15
2.2 Ecologische en hydrologische kenmerken van zure vennen 15
2.3 Problematiek rondom zure vennen 16
2.4 Bron- en effectgerichte maatregelen tegen atmosferische depositie 17
2.5 Conclusie 17

Hoofdstuk 3 Waterstagnerende bodemlagen 19
3.1 Het ontstaan van een waterstagnerende bodemlaag onder het zure ven 19
3.2 Leemlagen 19
3.3 IJzerbanden 19
3.4 ‘Kazige’ B-horizont 20
3.5 Overstoven veenlagen 21
3.6 Waterhardlagen 21
3.7 Organische lagen 21
3.8 Gecomprimeerde humeuze zandlagen 22
3.9 Conclusie 22

Hoofdstuk 4 Herstel van beschadigde waterstagnerende bodemlagen 25
4.1 De kwetsbaarheid van waterstagnerende bodemlagen 25
4.2 Kunstmatig herstel van waterstagnerende bodemlagen 25
4.3 Natuurlijk herstel van beschadigde waterstagnerende bodemlagen 26
4.4 Waterstagnerende bodemlagen in relatie tot karakteristieke flora van zure vennen 28
4.5 Conclusie 28

Hoofdstuk 5 Het herstellen van de beschadigde water-stagnerende bodemlagen van vennencomplex ‘Klein Zwitserland’ op de Reeenberg te Loenen 31
5.1 Casusgebied: vennencomplex ‘Klein Zwitserland’ op de Reeënberg te Loenen 31
5.2 Probleemstelling 31
5.3 Abiotisch milieu van het vennencomplex 31
5.4 Biotisch milieu van het vennencomplex 32
5.5 Streefbeeld 33
5.6 Vooronderzoek 33
5.7 Conclusie 36
5.8 Aanbevelingen 36

Hoofdstuk 6 Conclusie en aanbevelingen 39
6.1 Conclusie 39
6.2 Aanbevelingen 39

Verklarende woordenlijst 41
Bronvermelding 42

Bijlage 1 Indicatorsoorten ‘zure ven’ 44
Bijlage 2 Historische kaarten 1830 tot 2015 45
Bijlage 3 Geologie en geomorfologie 46
Bijlage 4 Bodemkaart 46
Bijlage 5 AHN-kaart 47
Bijlage 6 Streefbeeld vennencomplex ‘Klein Zwitserland’ 48
Bijlage 7 Flora-inventarisatie 49
Bijlage 8 Onderzoeksplan grondboring 50
Bijlage 9 Vergunning grondboringen 51
Bijlage 10 Profielopbouw grondboringen 52
Bijlage 11 Foto’s grondonderzoek 53
Bijlage 12 Verslagen interviews deskundigen 54

Hoofdstuk 1

Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de probleemstelling waarmee Natuurmonumenten te maken heeft. Hierbij wordt ook ingegaan op de doelstelling van dit onderzoek en het resultaat dat voor ogen staat.

Foto: ven op de Reeenberg

1.1 Probleemstelling

Natuurmonumenten beheert meer dan 100.000 ha natuur. Het landgoed Reeënberg is sinds 1984 eigendom van Vereniging Natuurmonumenten. Het natuurgebied is gelegen aan de oostrand van de stuwwal ten zuiden van Apeldoorn. Het maakt deel uit van de oostelijke stuwwal van de Veluwe. De Reeënberg is 162 ha groot en bestaat uit bosgebied met enkele restanten heide en vennen. Op één van de heidevelden is het vennencomplex 'Klein Zwitserland' te vinden (zie fig. 1.1). Dit vennencomplex bestaat uit 'zure' vennen die uitsluitend door regenwater gevoed worden (Kleinsmit, A., 2001).

'Vennen zijn meertjes of plassen op voedselarme zandgronden' (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998). Vaak zijn het stilstaande wateren en vertonen ze een fluctuerende waterstand. Een ven ontstaat niet in enkele jaren. Door jarenlange afzetting van organische lagen of het vormen van ijzeroerbanken kan een waterstagnerende bodem van een ven ontstaan. Zonder deze waterstagnerende bodem valt het ven droog. Vennen worden (meestal) gevoed door regenwater. In drogere periodes vallen deze vennen droog. Dit periodiek droogvallen bevordert de afbraak van organisch materiaal. Er treedt dan mineralisatie op wat kan leiden tot eutrofiëring van de standplaats. Door atmosferische depositie zijn de oorspronkelijke (voedselarme) venbodems bedekt geraakt met een laag organisch materiaal. Hierdoor treedt verzuring en eutrofiëring op. Door verzuring en eutrofiëring verdwijnen karakteristieke flora. Om eutrofiëring en verzuring tegen te gaan werden vennen uitgebaggerd om dit organisch materiaal te verwijderen, zodat er weer een voedselarme situatie ontstaat. Deze maatregel wordt eens in de zoveel jaren uitgevoerd om het ven voedselarm te houden.

Fig. 1.1 Ligging 'Klein Zwitserland' (Aerodata International Surveys, 2015)

Door verzuring en eutrofiëring zijn de ondiepe vennen van 'Klein Zwitserland' dicht gegroeid. In 1995 zijn de vennen uitgegraven. De bedoeling was dat deze weer water zouden gaan houden om zo de verzuring en eutrofiëring op te lossen. Door deze maatregel is de waterstagnerende bodemlaag grotendeels verwijderd, waardoor de vennen sindsdien leeglopen en verdrogen. Specifieke zeldzame flora en fauna behorend bij het 'zure' ven zijn hier bijna verdwenen (Niemeyer, W., 2015).

Door de maatregelen is de venbodem beschadigd. Natuurmonumenten zoekt een oplossing om deze venbodems weer te herstellen zodat ze weer water gaan houden en zeldzame flora weer terug zal komen. De gevolgen van de uitgraving zijn als volgt:
- beschadiging van de 2 tot 10 cm dikke organische laag;
- vergraving van de mogelijk verschillende ijzerbanden, die ontstaan zijn door jarenlange processen (Niemeyer, W., 2015).

In 2003 zijn in één van de vennen herstelmaatregelen verricht door het aanbrengen van een kunstmatige mat met bentoniet. Bentoniet is een fijne fractie uit vulkanisch gesteente. Over deze bentonietmat is een laag zand aangebracht. Uit onderzoeken blijkt dat de PH waarde hoger is dan in ondiepe Veluwse heidevennen gebruikelijk is, er zijn vermoedelijk veel organische zuren aanwezig. De hoge PH waarde wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de bentonietmat, die een PH waarde heeft van 7 - 8 (Aquasense, 2004). Ook de flora heeft niet het gewenste beeld dat Natuurmonumenten voor ogen heeft. Na 2 jaar kwamen slechts pitrus en andere algemene soorten van voedselrijk water voor (Natuurmonumenten, 2007).

De bodem van bentoniet is geen geschikte bodem voor flora die behoord bij het type 'zure' vennen. De vraag is of de waterstagnerende laag in de overige beschadigde vennen hersteld kunnen worden zodat kenmerkende flora die hoort bij het 'zure' ven weer terug zal komen. Hierbij wordt onderzocht welke waterstagnerende laag zich onder de vennen bevond, en hoe deze beschadigde en/of verwijderde waterstagnerende bodemlaag weer hersteld kan worden.

Hoofdvraag

In hoeverre kunnen beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven hersteld worden zodat karakteristieke flora weer terug zal komen?

Deelvragen

1) Welke waterstagnerende bodemlagen worden van nature aangetroffen onder zure vennen?
2) Hoe ontstaan deze waterstagnerende bodemlagen?
3) Is het mogelijk om deze natuurlijke processen van vorming van waterstagnerende bodemlagen na te bootsen of te versnellen?
4) Op welke manier kunnen de beschadigde waterstagnerende bodemlagen van de zure vennen op 'Klein Zwitserland' worden hersteld?

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is om een advies te geven aan Natuurmonumenten voor het herstel van de beschadigde waterstagnerende bodemlagen van de 'zure' vennen, zodat karakteristieke flora kenmerkend voor het 'zure' ven weer terug zal komen.

1.3 Resultaatsbeschrijving

Dit advies zal bestaan uit een rapport met een onderzoek naar oplossingen om waterstagnerende bodemlagen te herstellen. Daarnaast zal er een casus worden gedaan met advies om beschadigde waterstagnerende bodemlagen te herstellen, gericht op vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeënberg te Loenen. Ook zal een conclusie en aanbeveling worden gegeven gericht op het toekomstperspectief van het vennencomplex.

1.4 Onderzoeksmethodiek

Er zal literatuurstudie worden verricht naar het ontstaan van waterstagnerende bodemlagen in zure vennen. Daarnaast zullen deskundigen geraadpleegd worden voor informatie over het ontstaan van deze bodemlagen en het herstel van waterstagnerende bodemlagen in vennen. Naast de literatuurstudie zal er een casus worden gedaan om de verkregen kennis toe te passen. De verschillende onderzoeksmethoden worden hieronder verder toegelicht.

Literatuurstudie

Er zullen boeken en rapporten over het begrip ven geraadpleegd worden. Hieruit zal de meeste informatie verzameld worden. Een lijst van de geraadpleegde bronnen is te lezen in de bronvermelding op pagina 42.

Te raadplegen deskundigen

Tijdens het onderzoek zullen verscheidene deskundigen geraadpleegd worden. Een lijst met te raadplegen deskundigen is hieronder te lezen. In bijlage 12 zijn verslagen en interviews te lezen van de geraadpleegde deskundigen. In de tekst zal verwezen worden naar deze deskundigen.

Peter van Beers - ecoloog - Waterschap Vallei en Veluwe

Peter van Beers is ecoloog bij Waterschap Vallei en Veluwe. Aan hem zal informatie gevraagd worden over de vennen op de Veluwe. In hoeverre de vennen op de Veluwe zijn beschadigd en of deze zijn hersteld.

Emiel Brouwer - wetenschappelijk onderzoeker - B-ware onderzoekscentrum

Emiel Brouwer heeft veel onderzoek gedaan naar herstel van vennen. Hij zal geraadpleegd worden voor meer informatie over beschadigde vennen op de Veluwe, en voor informatie over het herstel van 'zure' vennen.

Herman van Dam - aquatisch ecoloog - adviseur water en natuur

Herman is schrijver van meerdere bronnen over vennen. Hij is als aquatisch ecoloog betrokken geweest bij honderden onderzoek- en adviesprojecten op het gebied van waterkwaliteit en landschapsecologie. Vragen aan Herman van Dam kunnen gaan over de eutrofiëring en verzuring van venbodems, en over het herstel van beschadigde vennen.

Louis Dekker - bodemfysica en landgebruik - Alterra

Louis Dekker is één van de schrijvers van 'IJzerbanden en ijzerwanden in onze zanden' (1997). Louis heeft meerdere rapporten geschreven over waterstagnerende bodemlagen in binnen- en buitenland. Vragen die gesteld kunnen worden aan Louis zijn over het ontstaan van deze ijzerwanden, en hoe deze kunnen worden nagebootst, versneld in een natuurlijk proces.

Corine Geujen - hydroloog - Natuurmonumenten

Corine Geujen werkt als hydroloog bij Natuurmonumenten. Zij zal worden geraadpleegd voor meer achtergrondinformatie over de vennen van 'Klein Zwitserland'. Ook zal zij over

meer informatie bezitten over onderzoeken voor het herstel van venbodems.

Toine Jongmans - gepensioneerd - bodemkundige, auteur van 'Landschappen van Nederland' (2013)
Toine Jongmans kan geraadpleegd worden over het 'schoensmeerachtige' verschijnsel bij waterstagnerende bodemlagen. Ook weet hij veel over bodemvorming, en kan hij daarover geraadpleegd worden.

Andries Stoker - projectencoördinator - Natuurmonumenten
Andries Stoker is projectencoördinator van Natuurmonumenten. Aan hem zullen vragen gesteld worden over de maatregelen van 1995.

Casus
De onderzoeksresultaten zullen worden getoetst in een casusopdracht. De casus betreft het vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeënberg te Loenen. Het vennencomplex zal worden geanalyseerd op geologie, flora, bodem, hydrologie en hoogte. Er zal een grondboring worden gedaan op het vennencomplex om vast te stellen wat voor waterstagnerende laag zich er bevond. Uit deze gegevens zal een conclusie worden getrokken omtrent het herstel van de waterstagnerende bodemlagen met een advies voor het herstel van de waterstagnerende bodemlagen. Daarnaast zal er een conclusie en aanbeveling worden beschreven voor het toekomstperpectief van het vennencomplex 'Klein Zwitserland'.

1.5 Leeswijzer
Hoofdstuk 1 vormt de inleiding van het onderzoek waarin de probleem- en vraagstelling wordt behandeld, en de opbouw van het onderzoek wordt toegelicht.
In hoofdstuk 2 zal worden ingegaan op het begrip 'zure' vennen. In dit hoofdstuk zal worden uitgelegd wat wordt verstaan onder vennen. Het ontstaan van vennen zal worden beschreven, de ecologische en hydrologische kenmerken, en de problematiek rondom vennen.
In hoofdstuk 3 zullen deelvragen 1 en 2 beantwoord worden. In dit hoofdstuk wordt het ontstaan van een waterstagnerende bodemlaag uitgelegd en zullen verschillende soorten waterstagnerende bodemlagen worden beschreven.
In hoofdstuk 4 wordt antwoord gegeven op deelvraag 3. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe natuurlijke processen kunnen worden nagebootst, en hoe deze waterstagnerende lagen kunnen worden gevormd.
In hoofdstuk 5 wordt in een casus deelvraag 5 beantwoord. In deze casus wordt de verkregen kennis nader toegepast. Voor het vennencomplex 'Klein Zwitserland' wordt een advies gegeven om de beschadigde waterstagnerende bodemlagen te herstellen. Hierbij zal eerst het vennencomplex worden geanalyseerd op geologie, hydrologie, bodem, flora en hoogte. Daarna zal er een advies worden geschreven voor herstel van de beschadigde waterstagnerende lagen van de vennen met daarbij aanbevelingen voor het toekomstperspectief.
In hoofdstuk 6 wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag die is opgesteld voor het onderzoek, en daarnaast worden hier aanbevelingen gegeven.

Op pag. 41 is een verklarende woordenlijst te vinden met uitleg van complexe woorden.

Hoofdstuk 2

Zure vennen

In dit hoofdstuk wordt het begrip 'zure' ven nader toegelicht. Het ontstaan en de problematiek rondom zure vennen komt hier aan de orde.

Foto: het varkensven

2.1 Ontstaan zure vennen

Vennen zijn plassen op hogere zandgronden in noord-, oost- en zuid-Nederland (o+bn Natuurkennis, 2015). Vennen liggen in laagtes van heide- en bosgebieden van pleistocene landschappen. De laagtes zijn meestal lang geleden op uiteenlopende manieren ontstaan. Ze kunnen het resultaat zijn van erosie en zijn dan gevormd door wind, rivieren of gletsjers. Vaak heeft ook de mens, indirect, het ontstaan van de vennen beïnvloed, bijvoorbeeld door het scheppen van heidevelden en zandverstuivingen. Ook zijn er vennen die door de mens na verlanding zijn uitgegraven, zodat de verlanding opnieuw kon beginnen. De meeste vennen werden vroeger gebruikt voor het wassen van schapen en het winnen van zand, organisch materiaal of veen (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998).

2.2 Ecologische en hydrologische kenmerken van zure vennen

In dit onderzoek wordt ingegaan op zure vennen, die uitsluitend worden gevoed door regenwater. Dit habitattype omvat heidevennen met zuur water en veenmodder

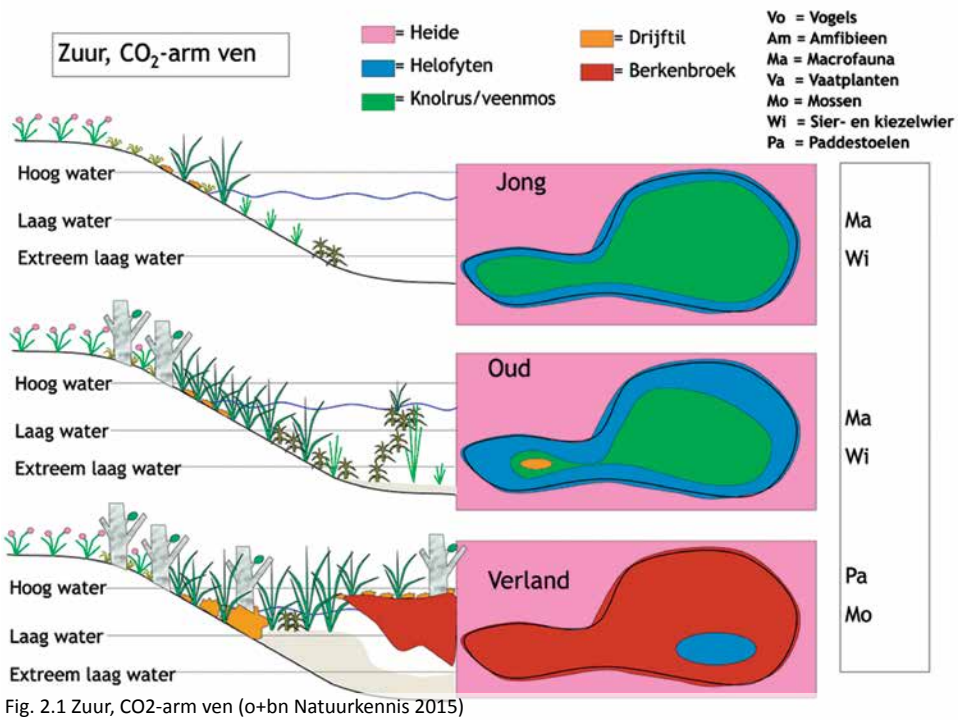


Fig. 2.1 Zuur, CO2-arm ven (o+bn Natuurkennis 2015)

op de bodem. Daarbij gaat het zowel om open waterbegroeiingen als om jonge verlandingsstadia, drijvend of op de oever. Het water is van nature zeer voedselarm en kan door humuszuren bruin gekleurd zijn. In de randzones van deze vennen kunnen begroeiingen van snavel- en draadzegge of veenpluis voorkomen. In sommige gevallen is koolzuur (CO_2) een beperkende factor (zie fig. 2.1). De vegetatie beperkt zich dan tot knolrus, veenmos en vensikkelmos. In vennen waar voldoende koolzuur aanwezig is kan de gehele waterlaag gevuld zijn met zwevende planten, vooral in ondiepe zones. Wanneer de veenmoslaag sluit, vormt zich een dichte vegetatiemat met op den duur hoogveenvorming. Hoogveen haalt zijn voedingsstoffen voornamelijk uit de atmosfeer en is van nature extreem voedselarm (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998).

Bij degradatie worden de begroeiingen zeer soortenarm en gaan in de zure vennen soorten domineren als waterveenmos, geoord veenmos, pijpenstrootje of bij fosfaatverrijking pitrus.

De zuurgraad voor het zure ven varieert tussen pH 4.0 en 5.5. De voedselrijkdom van het zure ven is zeer voedselarm. In dit ven komen de waterveenmos-associatie en de rompgemeenschap van witte snavelbies voor. Soms kan er invloed zijn van zeer lokaal, ondiep grondwater dat weinig bufferend vermogen heeft (Natura 2000, 2009). De alkaliteit in zure vennen is < 50 µeq/liter, dit komt doordat het ven niet in contact staat met grondwater en dus geen gebufferd water krijgt, maar uitsluitend zuur regenwater. Het streefbeeld voor zure, ongebufferde vennen is hieronder te zien (Natura 2000, 2009).

Streefbeeld zure, ongebufferde vennen

Zuurgraad (pH)	4 tot 5.5
EGV (mS/m)	< 10
Chloride (mg/l)	< 20
Calcium (mg/l)	1 tot 5
Alkaliteit (meq/l)	< 0.1
Totaal fosfaat (mg P/l)	< 0.07
Nitraat (mg N/l)	< 0.2
Ammonium (mg N/l)	< 0.7
Sulfaat (mg/l)	< 30
Carbonaat (mg CO32/l)	0
Diepte (m)	0,2 - 1

Op hogere zandgronden kan het grondwater tientallen meters diep zitten. Toch kunnen daar vennen ontstaan, namelijk op plekken waar lagen in de ondergrond zitten die slecht

water doorlaten. Op deze bodemlagen stagneert het regenwater, wat zich gedraagt als grondwater: een schijngrondwaterspiegel. Deze waterstagnerende laag kan iets groter zijn dan het ven zelf, maar kan zich soms over vierkante kilometers uitstrekken en meerdere vennen omvatten.

Een ven krijgt niet alleen regenwater op het wateroppervlak, maar ook water dat uit de omgeving naar het ven afstroomt. Dit wordt het inzijggebied genoemd. Dit gebied kan erg klein zijn wanneer sprake is van een schijngrondwaterspiegel op een waterstagnerende laag die qua oppervlak niet veel verder rijkt dan het ven zelf. Het inzijggebied van zwak gebufferde vennen bestaat vooral uit minerale dekzanden waarin een kleine hoeveelheid kalk aanwezig is. Deze is in de loop der tijden uitgeloogd en weggespoeld. Dit inzijggebied is dus verzuurd en levert geen gebufferd water aan de vennen (o+bn Natuurkennis, 2015).

De rompgemeenschap van waterveenmos komen in vennen voor in de amfibische zone (zie fig. 2.2) of in ondiep tot diep open water. Het water is zeer voedselarm tot voedselarm en ongebufferd. Er kan sprake zijn van lichte eutrofiëring door atmosferische depositie. De vegetaties ontwikkelen optimaal op standplaatsen met organische bodemlagen.

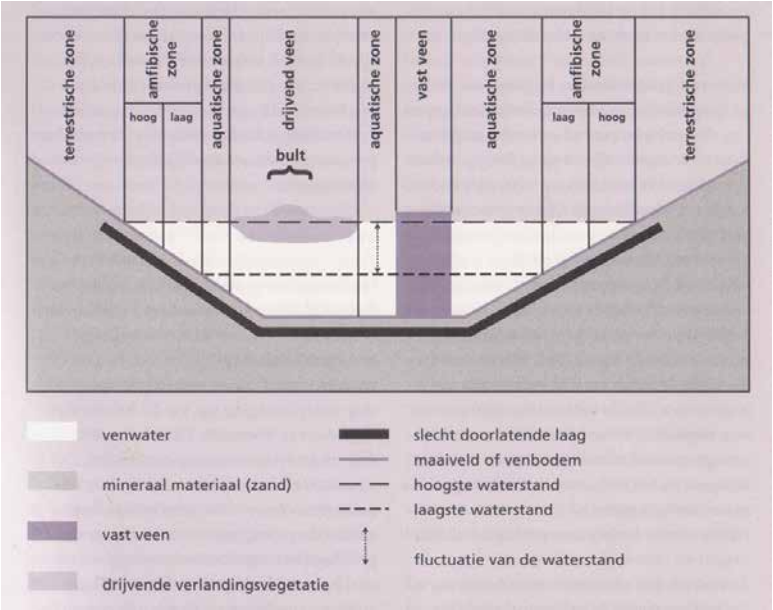


Fig. 2.2 Zonaties in vensystemen (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998)

De standplaats van de associatie van veenmos en snavelbies is niet gebufferd en zeer voedselarm tot voedselarm. De gemeenschap is gebonden aan een stabiele en hoge waterstand. De gemeenschap komt in vennen alleen voor als drijvende verlandingsvegetatie. In vennen die door meststoffen zijn geëutrofieerd, is de gemeenschap beperkt tot centrale gedeelten van het drijvend veen (de meest voedselarme plekken). Deze gemeenschappen kunnen het begin van een hoogveenverlandingsreeks vormen, maar blijven soms langdurig aanwezig. In bijlage 1 is een tabel te zien met de waterveenmos-associatie en de associatie van veenmos en snavelbies (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998).

2.3 Problematiek rondom zure vennen

Atmosferische depositie kan leiden tot eutrofiëring van zure vennen (zie fig. 2.3). In geëutrofieerde vennen hoopt stikstof zich voornamelijk op in de vorm van ammonium. Hierdoor wordt veenmosontwikkeling geremd. Wanneer stikstofdepositie groter is dan veenmossen aan stikstof kunnen opnemen, hoopt stikstof zich op in het bodemvocht van drijftillen en hoogveenvegetaties op de oever en komt het beschikbaar voor hogere planten en algen. Pijpenstrootje profiteert hiervan. Deze soort komt met name dominant voor onder geëutrofieerde omstandigheden indien de hydrologische situatie niet optimaal is en waterstanden ‘s zomers diep wegzakken. Bij atmosferische depositie gaan soorten als vensikkelmos, mannagras, en pitrus overheersen. Bij verzuring gaat knolrus overheersen, vergezeld met veenmos (Aquasense TEC, 1996).

Dennenbossen dragen bij aan stikstofverrijking. Bebossing van hydrologisch inzijggebied van vennen heeft deze toevoer van stikstof verergerd. Vrijstellen van vennen en kappen van bos dragen bij aan verminderde stikstofdepositie op vengebieden. Ook wordt hierbij bladinval gereduceerd. Sommige vennen worden echter gevoed door de CO_2-uitstoot van bossen en hun bladinval. Erg belangrijk is het om vooraf aan een dergelijke maatregel te onderzoeken wat voor ven het is en van welke factoren het afhankelijk is.

Zure vennen zijn afhankelijk van een intacte lokale hydrologie. Vaak is het inzijggebied om het ven heen relatief klein. Verdroging kan op verschillende wijzen de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden:
- aanplant of ontwikkeling van bos in het inzijggebied leidt tot verminderde toestroom van lokaal CO_2 rijk grondwater, sterkere verdamping en een versterkte invang en toestroom van stikstof die afkomstig is van luchtverontreiniging;
- waterstagnerende veen- of humuslagen, die zorgen voor de schijngrondwaterspiegel,

kunnen lek raken bij uitdroging in droge zomers, wat kan leiden tot sterkere fluctuatie van de waterstand en toename van de mate en duur van droogval. Droogval en inundatie beïnvloeden de vorm waarin stikstof in het vensysteem aanwezig is;
- de veranderingen in vegetatie als gevolg van verdroging en vermesting kunnen gemakkelijk leiden tot vermindering van de structuurdiversiteit in vennen. Structuurafhankelijke diersoorten, zoals diverse soorten waterkevers, zijn goede indicatoren voor een conditie van het systeem (Natura 2000, 2009).

2.4 Bron- en effectgerichte maatregelen tegen atmosferische depositie

De uitstoot van luchtverontreiniging is in Nederland in de loop van de twintigste eeuw sterk toegenomen. Tot eind jaren zeventig van de vorige eeuw was zwaveldioxide (SO_2) de hoofdcomponent van luchtverontreiniging, maar daarna zijn stikstofverbindingen steeds belangrijker geworden. De totale stikstofdepositie is na 1950 tot aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw door de groei van de intensieve veehouderij en het gebruik van fossiele brandstoffen sterk gestegen (Bobbink, R., H.B.M. Tomassen en M.J. Weijters, 2013).

Brongerichte maatregelen zijn gericht op de veroorzakers van de atmosferische depositie en reduceren daardoor de depositie. In 1970 kwam in Nederland de 'Wet inzake de Luchtverontreiniging' om hiermee de luchtverontreiniging te bestrijden. De gemiddelde zuurdepositie is nog steeds veel te hoog. Met de afname van stikstof- en zwaveldepositie is de zuurdepositie vanaf 1990 wel sterk afgenomen. De positieve effecten van deze daling zijn zichtbaar in vennen (Natuurmonumenten, 2012).

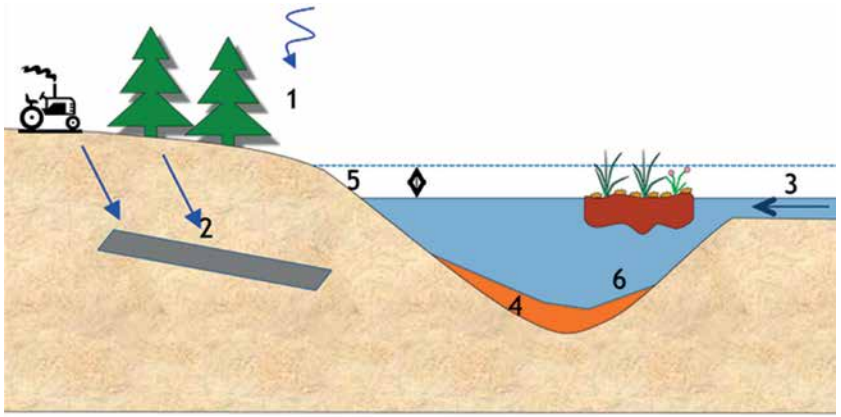
Effectgerichte maatregelen kunnen zijn hydrologisch herstel, waarbij bos in het inzijggebied van vennen wordt verwijderd, het dichtmaken van greppels rondom de vennen, het opzetten van waterpeilen zonder dat de grondwaterinvloed wordt weggedrukt of de aanvoer van oppervlaktewater met ongewenste waterkwaliteit stoppen.

Een andere effectgerichte maatregel is de afvoer van voedingsstoffen. Waar grondwater een belangrijke bron is van kooldioxide, kan baggeren een goede maatregel zijn. Hierbij worden voedselrijke slibbodems verwijderd, waarna weer een voedselarm milieu ontstaat. Plaggen van venoevers die oorspronkelijk mineraal waren, kan leiden tot de vestiging van pioniersoorten van natte heiden. Plaggen dient gefaseerd uitgevoerd te worden teneinde verschillende successiestadia naast elkaar te behouden en om effecten op de fauna zoveel als mogelijk te beperken.

Bekalking van het inzijggebied is een andere effectgerichte maatregel om de atmosferische depositie tegen te gaan. In vennen waar de lokale hydrologie niet meer in tact is en waar voeding met CO_2-rijk water ontbreekt, kan veenmosgroei worden gestimuleerd door het inzijggebied, van waaruit het ven gevoed wordt, licht te bekalken zodat er CO_2 oplost in het infiltrerende, maar zuur blijvende water (Natura 2000, 2009).

2.5 Conclusie

'Zure' vennen zijn vennen op hogere heide- en boslandschappen. Het water stagneert op een 'schijngrondwaterspiegel', wat betekent dat er een waterstagnerende bodemlaag aanwezig is onder het ven. De vennen hebben te kampen met atmosferische depositie. Gedeeltelijk is deze atmosferische depositie in de loop der jaren afgenomen. Verzuring neemt af, maar eutrofiëring is nog een veel voorkomend probleem. Omdat de vennen hydrogisch geïsoleerd liggen krijgen de vennen geen gebufferd grondwater. Daarom is het lastig om verzuring in deze vennen tegen te gaan.



1 = Depositie zwavelzuur (zure regen)
2 = Pyrietoxidatie anaerobe veenlagen
3 = Sulfaataanvoer via oppervlaktewater
4 = Interne eutrofiering & alkalinisatie
5 = Verzuring bij droogval
6 = Remming methaanproductie (drijftillen)

Fig. 2.3 Overzichten van de belangrijkste processen waarbij zwavel betrokken is (o+bn Natuurkennis, 2015)

Hoofdstuk 3

Waterstagnerende bodemlagen

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe een waterstagnerende bodemlaag kan ontstaan, en welke verschillende soorten er voor kunnen komen onder vennen.

Foto: podzolprofiel (Pixgood, z.d.)

3.1 Het ontstaan van een waterstagnerende bodemlaag onder het ven

De meeste vennen liggen hoog boven het grondwater. Toch kan er water stagneren door aanwezigheid van een waterstagnerende laag aan de onderzijde van het ven. Soms stagneert water op een ijzeroerbank van slechts enkele millimeters dikte. Vanwege de dunne waterstagnerende bodem zijn vennen vaak uiterst kwetsbaar voor beschadiging.

Terreinlaagten met waterstagnerende bodemlagen vullen zich periodiek of permanent met regenwater. Het ven heeft een eigen schijngrondwaterspiegel (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998). Een schijngrondwaterspiegel bevindt zich boven een stagnerende bodemlaag. Op deze waterstagnerende bodemlaag stagneert inzijgend regenwater, wat zich vervolgens gedraagt als grondwater: de schijngrondwaterspiegel. Deze laag kan verschillend van aard zijn. Er kunnen leem- of kleilagen in de ondergrond zitten. Deze zorgen ervoor dat het water op de laag zwak gebufferd wordt. In gebieden waar ooit zand verstoven is, kunnen venige lagen of oude podzolprofielen overstoven zijn. Door het gewicht van het bovenliggende zand worden deze opeen geperst en laten ze slecht water door. Vervolgens slibben de poriën dicht door neerwaartse waterbeweging. In ijzerrijke bodems kunnen ijzeroerbanken voorkomen (o+bn Natuurkennnis, 2015). De verschillende waterstagnerende bodemlagen zullen worden behandeld in de volgende paragrafen.

3.2 Leemlagen

Leemgronden zijn minerale gronden (zie fig. 3.1). Leem is tijdens de ijstijd ontstaan. Door de malende werking van het ijs wordt zowel langs de bodem als in de gletsjer veel materiaal fijngemalen. Als de gletsjer uiteindelijk afsmelt blijft er een dikke laag materiaal achter, met een zeer grote variatie in korrelgrootte: de keileem. Keileem bevat zowel stenen en grind als heel fijn materiaal; het wordt zeer compact, omdat holten steeds weer worden opgevuld door kleinere korrels. Het is daardoor slecht doorlatend. Het bestaat dus voornamelijk uit korrelig afbraakmateriaal van gesteenten. Leem bestaat uit grotere deeltjes dan klei. Leem bevat 50 procent zand en 25 procent lutum. Leemlagen zijn ondoorlatend door de kleine deeltjes, die water slecht doorlaten. Soms liggen er in de ondiepe ondergrond leemlagen die ervoor zorgen dat het regenwater hierop stagneert en over de leemlaag afstroomt naar laagten in de omgeving zoals vennen. Leem komt voor in de rijkere podzolgronden. Holtpodzolgronden bestaan uit lemig dekzand (Woudstra, A., 2009).

Fig. 3.1 Lemige bodem (NZ Soils, 2012)

3.3 IJzerbanden

IJzer is in zandig materiaal een betrekkelijk eenvoudig verplaatsbaar bestanddeel. Onder zuurstofloze omstandigheden zal ijzer in oplossing gaan, om elders onder zuurstofrijke condities weer als driewaardig ijzeroxide neer te slaan. In podzolgronden ontstaan ijzerbandjes (B2ir). Heidevegetaties leveren een moeilijk afbreekbare, donkere, colloïdale humus, die zuur is en die daardoor de zandmineralen aantast. Daardoor wordt o.a. ijzer vrijgemaakt. Onder heide vormt zich zo een compacte zwarte B2h-horizont, waar de humus zich met het ijzer ophoopt. De inspoelingslaag heeft een lagere doorlatendheid dan de laag eronder. Water zal zich in deze laag verzamelen en pas dieper stromen als de laag verzadigd is. In de B2h-horizont ontstaat zo een zuurstofloos milieu, waardoor het ijzer in oplossing gaat en neerslaat aan de bovenzijde van de beter doorluchte B22 laag eronder. Door ophoping hiervan kan een dik ijzerbandje ontstaan (zie fig. 3.2). Dit wordt ook wel ironpan, B2ir of placic horizont genoemd. (Dekker, L.W., A.H. Booij en C.J. Ritsema, 1997). De opvatting dat water stagneert op de B2ir en dat water lateraal over stagnerende horizonten naar relatief lage delen stroomt en zich daar verzamelt, is niet juist. Uit een onderzoek (Dekker, L.W., J.H.M. Wösten, 1983) bleek dat bij forse regenbuien na een droge periode, toestroming over de grondoppervlak ook een belangrijke rol speelt bij de voeding van permanente vennen en tijdelijke vennen. Plaatselijk werd onder heidepollen zelfs kurkdroog zand waargenomen. De droge toestanden in de bovengrond sluiten de mogelijkheid van stroming van water door de bovengrond over de B2ir naar vennen uit.

Het ontstaan van ijzerbanden is een proces dat honderden tot duizenden jaren kan duren. Door jarenlange oxideren van ijzer zal het ijzerbandje in dikte toenemen. Uit het onderzoek bleek dat water tamelijk snel door de B2ir naar de ondergrond kan bewegen. Opmerkelijk is zelfs dat de waterondoorlatende waarden van de B2h zonder de B2ir niet significant hoger zijn dan wanneer de B2ir wel aanwezig is. Dit betekent dat in de profielen van haarpodzolgronden de B2h de laag is met de relatief minder grote infiltratiesnelheid en niet de B2ir (Dekker, L.W., J.H.M. Wösten, 1983).

Fig. 3.2 IJzerbanken in de bodem (European Soil Portal, 2000)

3.4 'Kazige' B-horizont

Een B-horizont komt voor in podzolgronden. Podzolvorming is typisch voor zandgronden onder Nederlandse omstandigheden. Een arme grond geeft slecht verteerbare organische stof. De planten die er groeien moeten erg hun best doen om nog wat mineralen uit de grond te halen, ze verzuren daartoe de grond. De organische stof die hierbij ontstaat is instabiel. Eerst wordt er moderhumus gevormd, maar die vervloeit weer en spoelt uit. Dieper in de grond slaat dit weer neer in de vorm van huidjes (amorfe humus) om de zandkorrels. Zo is er dus een uitspoelingshorizont ontstaan en een inspoelingshorizont (zie fig. 3.3). De uitspoelingslaag is herkenbaar aan de asgrijze kleur. De inspoelingslaag is veel zwarter, de organische stof vormt vaak bruggetjes tussen de zandkorrels, waardoor de laag verdicht raakt (Woudstra, A., 2009).

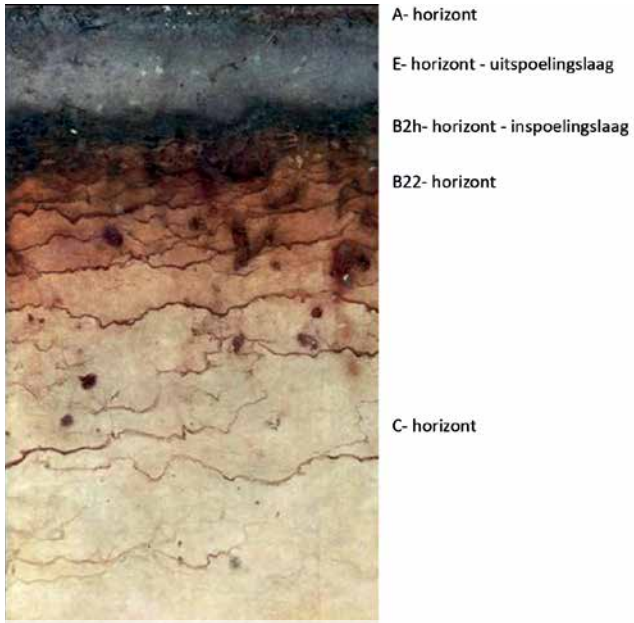


Fig. 3.3 Profiel haarpodzolgrond (Gaia Bodem onderzoek, 2015)

De 'kazige' B-horizont is ontstaan door inspoeling van verspoelde humus na het kappen van de oorspronkelijke bossen door de mens. Door vervanging van bos door een korte vegetatie (heide) neemt het neerslagoverschot toe en verspoelt een deel van de vroegere strooisellaag (Asmuth, J. van, A. Grootjans, S. van der Schaaf, 2011). Soms ontstaan deze 'kazige' B-lagen door aanrijking van het organisch materiaal in de B-horizont van het podzolprofiel onder een veendek (Dekker, L.W., A.H. Booij, H.R.J. Vroon, G.J. Koopman, 1991). De amorfe humus is in disperse vorm verplaatst. In de B-horizont ligt deze humus als huidjes rondom de zandkorrels en verbindt deze onderling door bruggetjes. De amorfe humus kan de ruimten tussen deze zandkorrels ook bijna geheel hebben opgevuld. In vochtige toestand voelt het materiaal min of meer smerend aan. Deze consistentie wordt 'kazigheid' genoemd. Door opvulling van de poriën wordt de verticale waterbeweging belemmerd (Dekker, L.W., Bannink, M.H., Booij, A.H., 1986).

De doorlatendheid van de B-horizont is nog tamelijk hoog. Tijdens een onderzoek worden infiltratiesnelheden gemeten van 4 tot 70 cm/dag. De verplaatsing van water dieper in het profiel verloopt echter niet zo snel. Op 40 cm diepte werd na ruim 6 uur na toedienen van 40 mm water nog geen verandering waargenomen. Het water verplaatst zich, zij het

vertraagd, wel door de 'kazige' B-horizont. Deze laag werkt als natuurlijke korst in het profiel, waardoor het verticaal onverzadigde watertransport wordt vertraagd. Hier is te maken met een fijne op grove zandlaag (Dekker, L.W., J.H.M. Wösten, 1983). In natte gronden heeft de 'kazige' B-horizont een lagere doorlatendheid dan in droge gronden (Dekkers, J.M.J., J. Stolte, J.H.M. Wösten, 1990).

3.5 Overstoven veenlagen

Tijdens veenvorming kunnen slecht doorlatende lagen ontstaan, die wegzijging belemmeren en daarmeer vernatting bevorderen. Veen kan ontstaan in een sterk seizoensgebonden vochtige laagte in dekzand. Bij anaerobe afbraak van veen ontstaat disperse (fijn verdeelde) organische stof. Gliedelagen ontstaan door inspoeling van disperse humus in een organische laag op het onderliggende zandoppervlak. Gliede leidt tot slechte doorlatendheid door verdichting en opvulling van poriën van de zandondergrond. (Sevink. J., C. Geujen, B. van Delft, M.G. Schouten, L. van Tweelgroot, 2014). Doppleriet ontstaat tussen twee veensoorten en in holten en gangen (Dekker, L.W., A.H. Booij, H.R.J. Vroon, G.J. Koopman, 1991).

In laagten van oude zandgronden kunnen lang geleden deze venen zijn ontstaan, die vervolgens door stuifzand zijn bedekt. Door samenpersing van veen door deze overstuiving kan een compacte veenlaag ontstaan die zeer ondoorlatend is (Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998).

3.6 Waterhardlagen

Waterhardlagen zijn bruine, jonge, humeuze inspoelingslagen in zandgronden onder (voormalig) veen. De doorlatendheid voor water is op veel plaatsen zeer klein. In die gevallen fungeert waterhard als een waterstagnerende dan wel waterkerende laag. Zelfs als ze verzadigd zijn met water, zijn waterhardlagen meestal bikkelhard. Waterhardlagen verlopen over het algemeen horizontaal en aan de onderzijde soms zeer grillig.

In de ondergronden van veen komen harde, bruine, humeuze lagen voor. De lagen zijn ontstaan door inspoeling van disperse humus uit een voormalig veenpakket op één of meerdere diepten in de zandondergrond. Disperse humus is humus die gemakkelijk vervloeid en hierdoor naar de diepere lagen kan verplaatsen. Vaak worden deze lagen aangetroffen op plaatsen waar grover of minder lemig zand overgaat in fijner of lemiger zand. Waterhard bestaat uit (dekzand) skeletkorrels, omgeven door een zeer dun filmpje ingespoeld organisch materiaal waarin nauwelijks klei aanwezig is. Tussen de skeletkorrels zijn flarden van zeer sterk op doppleriet (zwart gekleurde, amorfe, zuivere humus) gelijkend, organisch materiaal afgezet.

Bij een onderzoek is waargenomen dat water over de waterhardlaag een kuil instroomde, terwijl de laag eronder droog was en het grondwater ver beneden deze laag stond. De doorlatendheid van waterhard hangt onder meer samen met de mater waarin de poriën tussen het zand opgevuld zijn met humus, wat zich ook uit in de dichtheid van de grond en het poriënvolume (Dekker, L.W., A.H. Booij, H.R.J. Vroon, G.J. Koopman, 1991).

3.7 Organische lagen

Elke vegetatie produceert organische stof dat als strooisel op en als wortels in de bodem accumuleert. De macro-, meso- en microfauna zorgen voor afbraak en incorporatie ervan in de bodem. De hoeveelheid organische stof in humushoudende bovengronden is het resultaat van het evenwicht tussen aanvoer en afbraak ervan. Een klein deel van de organische stof wordt omgezet in donkergekleurde stabiele humus, waarin geen weefselstructuren meer te herkennen zijn (Jongmans, A.G., M.W. van den Berg, M.P.W. Sonneveld, G.J.W.C. Peek, R.M. van den Berg - van Saparoea, 2013). Sliblagen ontstaan op natuurlijke wijze in vennen als gevolg van het bezinken van allerlei organisch materiaal, met name van water- en oeverplanten en ingewaaid blad. De ophoping van slib verloopt vaak traag, waardoor grote delen van het ven mineraal blijven, soms wel honderden jaren. Door vermesting vindt echter een sterk versnelde slibophoping plaats en in

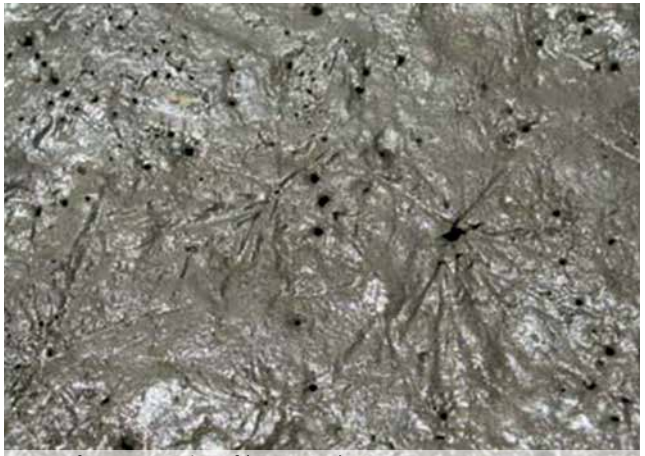


Fig. 3.4 fijne organisch stof (ANP, 2012)

geëutrofieerde en verzuurde vennen wordt deze nog extra versneld doordat de afbraak onder zure omstandigheden traag verloopt. De sliblaag kan een belangrijke bron van buffering zijn (o+bn Natuurkennis, 2015).

Gyttja is een organisch sediment. Gyttja kan bestaan uit resten van micro-organismen, afzetting van calciumcarbonaat na de assimilatie van kooldioxide door planten of resten van dieren en hun uitwerpselen. Het kan worden afgezet op de bodem van vennen. Het sediment is een fijnkorrelig, groene tot geelbruine modder, en wordt ook wel bagger of slib genoemd. Een andere benaming voor gyttja is detritus (Meulen, M. van der, F. de Lang, D. Maljers, W. Dubelaar, W. Westerhoff, 2002). Wanneer organisch materiaal afgezet wordt op de bodem van een ven, zorgt dit voor een ondoorlatendheid van de bodem (zie fig. 3.4). Wanneer deze wordt verwijderd kan de ondoorlatendheid van de bodem afnemen.

Een gliedelaag is een zeer ondoorlatende laag in veenpakketten, die zich ontwikkeld op de overgang van het veenpakket naar het onderliggende zand. Regenwater uit het veen zal daardoor maar zeer langzaam wegzakken naar de zandondergrond. De verticale doorlatendheid van een gliedelaag is kleiner dan 0,5 cm/dag. Dit betekend dat een gliedelaag een zeer grote bijdrage heeft aan de ondoorlatendheid van de grond (ICW, 1967).

Doppleriet is dismerse humus uit veenpakketen dat neerslaat tussen twee veensoorten en in holten en gangen; onder andere komen soms duidelijk horizontale laagjes doppleriet van enkele mm tot circa 1 cm dikte voor op de grens van het veenmosveen met het onderliggende zeggeveen of moerasbosveen (Dekker, L.W., A.H. Booij, H.R.J. Vroon, G.J. Koopman, 1991).

Uit onderzoeken bleek dat op de lagere plekken met dopheide de bovenste A-horizonten slecht waterdoorlatend waren. Het toplaagje van deze gronden was zeer humusrijk. De vegetatie kan van invloed zijn op de doorlatendheid van A-horizonten. Bij pijpenstrootje is de bovengrond erg waterdoorlatend. Heidevegetaties veroorzaken vermoedelijk een wat dichtere toplaag dan bijvoorbeeld pijpenstrootje. In een onderzoek zijn vele aanwijzingen voor stroming over het oppervlak gevonden. Lichter gekleurde baantjes van uitgewassen zand en soms grind die over hellingen naar beneden kronkelden, markeerden zwakke stroombaantjes. Op het maaiveld van relatief laag gelegen plekken is fijn organisch materiaal tot bezinking gekomen, dat door het over het oppervlak stromend regenwater werd meegevoerd. Het materiaal vormt een natuurlijke korst, waardoor eronder een onverzadigde waterstroming optreedt door het uitschakelen van het watertransport van de grote poriën. Het in vennen afgezette organische materiaal werkt dus zeker stagnerend op het verticale watertransport in deze ingesloten laagten (Dekker, L.W., J.H.M. Wösten, 1983). Wanneer eenmaal water op een organische korst staat, zal deze steeds worden aangevuld door organisch materiaal dat in het water terecht komt. Uiteindelijk is deze laag zo dik dat er een ven kan ontstaan. Wanneer een organische laag opdroogt, zal de ondoorlatendheid van de korst afnemen.

Organisch materiaal, in verschillende fracties en voorkomen, zorgt voor een ondoorlatendheid in de bodem, wanneer deze de poriën van een grovere zandondergrond opvult. Self-sealing kan worden beschreven als het proces waarbij mobiele disperse organische stof via inzijgend water naar diepere lagen wordt getransporteerd, waar het accumuleert en poriën opvuld met als resultaat een afnemende doorlatendheid. Het heeft betrekking op de afbraak ‘van bovenaf’ en niet op afbraak ‘van onderaf’, omdat het gaat om aanvoer van disperse humus via inzijgend water (Sevink. J., C. Geujen, B. van Delft, M.G. Schouten, L. van Tweelgroot, 2014).

3.8 Gecomprimeerde humeuze zandlagen

Gecomprimeerde humeuze zandlagen kennen hetzelfde principe als de in paragraaf 3.4 beschreven overstoven veenlagen. Een strooisellaag, van een ooit ontstaan bos of struikachtige vegetatie, die is ontgonnen en is gaan verstuiven, is overstoven met stuifzand. Door het zand dat erop gestoven is, is deze organische laag gecomprimeerd, waardoor deze ondoorlatend is geworden (zie fig. 3.5. Dit wordt nog versterkt omdat het onderste deel van de strooisellaag bestaat uit zwarte amorfe organische stof die sterk is verdicht door het gewicht van het bovenliggende zand. Op deze verdichte Ob-horizont blijft regenwater staan. Deze haarpodzolgrond heeft voordat het ging stuiven in een topografisch lagere positie gelegen dan de omliggende haarpodzolgronden. Een lagere plek bevat langer water dan de hogere plekken. De laatste zijn hierdoor stuifzandgevoeliger. Het zand waait in de nog bestaande vegetatie van de lagere plek, die hierdoor topografisch hoger wordt. Op deze gecomprimeerde laag kunnen vennen ontstaan (Jongmans, A.G., 2015).

3.9 Conclusie

De waterstagnerende bodemlaag onder het ‘zure’ ven kan zeer verschillend van aard zijn. Wel hebben zij allemaal hetzelfde effect namelijk het ondoorlatend maken van de

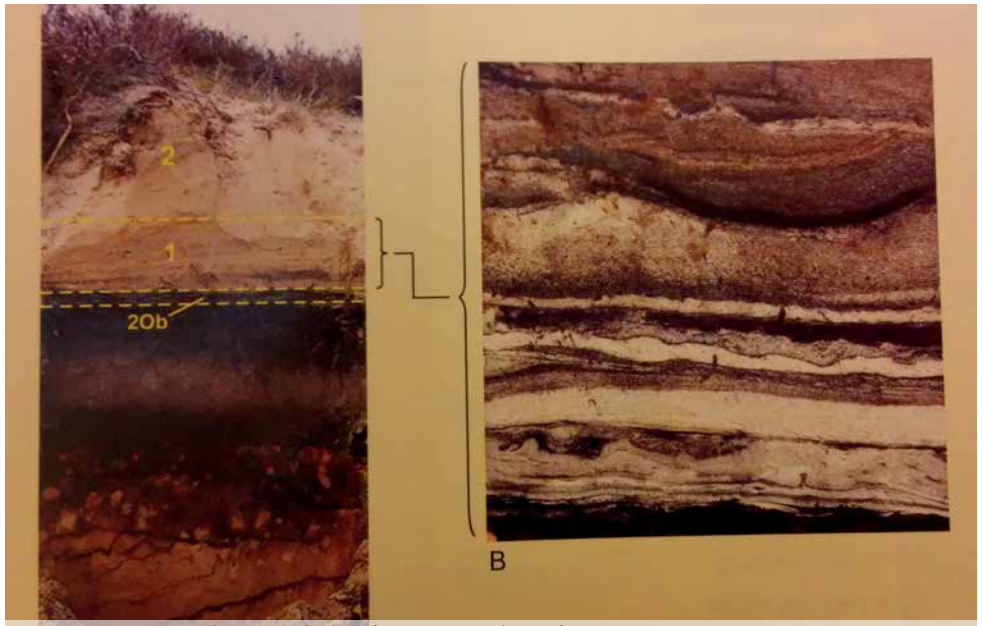


Fig. 3.5 Gecomprimeerde organische laag (Jongmans et al, 2013).

bodem onder het ven zodat water kan stagneren op deze laag. De laag kan ontstaan door inspoeling van ijzer of humus, waardoor zich ijzer of humus ophoopt in een inspoelingslaag. Ook kan een waterstagnerende laag ontstaan door het comprimeren van een organische laag of veenlaag. Deze verdichte laag kan zeer ondoorlatend van aard zijn. Organisch materiaal op het oppervlakte kan ook bijdragen aan waterstagnering. Hierbij vult de humus de grovere zandkorrels op waardoor het water stagneert op deze organische laag. Een waterstagnerende laag kan ook van nature voorkomen in de ondergrond. Leemlagen komen vaak voor op hogere zandgronden. Deze leemlagen zorgen ervoor dat water stagneert.

Hoofdstuk 4

Herstel van beschadigde waterstagnerende bodemlagen

In dit hoofdstuk wordt onderzocht of natuurlijke processen van de vorming van waterstagnerende lagen kan worden nagebootst. Er wordt onderzocht in welke mate beschadigde waterstagnerende lagen van vennen kunnen worden hersteld. Daarnaast wordt gekeken naar de waterstagnerende lagen in relatie tot de karakteristieke flora van 'zure' vennen.

Foto: ven met bentonietmat, Reeenberg

4.1 De kwetsbaarheid van waterstagnerende lagen

Vanwege de dunne waterstagnerende bodemlagen zijn vennen uiterst kwetsbaar voor beschadiging. Hier dient men dus voorzichtig mee om te gaan. Een waterstagnerende laag kan kapotgereden, kapot gestoten, of zelfs weggegraven worden. Wanneer een ven met waterstagnerende bodem uitgebaggerd wordt, dient men van te voren een onderzoek te doen naar het soort waterstagnerende laag. Wanneer het ven is ontstaan op een organische sliblaag, kan het ven niet gebaggerd worden. Wanneer dit wel gebeurt maakt men het ven lek, en de gevolgen zijn van dien.

Er zijn voorbeelden van vennen die zijn lekgeraakt tijdens deze baggerwerkzaamheden. Voorbeelden zijn een ven in het Boetelerveld en een ven bij de Overasseltse en Hatertse vennen. Op de Reeënberg bij Loenen ligt een heideveldje met daarin 6 vennen, die tijdens baggerwerkzaamheden zijn uitgegraven, waarbij de waterstagnerende bodem is vergraven. De vennen raakten lek en vielen daarna droog.

Het ven bij de Overasseltse en Hatertse vennen is hersteld door het ontstane gat te dichten met de vrijgekomen bodem. Wanneer een hele laag is weggegraven is dit niet meer mogelijk en zal het ven verdrogen. Venige venbodems kunnen wegrotten of vergraven. Bij verdroging zal de verzuring worden versterkt.

4.2 Kunstmatig herstel van waterstagnerende bodemlagen

Er zijn verschillende manieren om beschadigde vennen te herstellen. Een manier is om een kunstmatige bodem te realiseren. Deze zullen kort worden toegelicht. Dit kan bijvoorbeeld met bentoniet, kunststoffolie, beton of gietasfalt.

4.2.1 Leemlagen

In het vorige hoofdstuk is uitgelegd dat leem van nature in de bodem voorkomt. Wanneer deze is verwijderd, is deze verdwenen. Een manier om deze bodem terug te krijgen is door een kunstmatige leembodem aan te brengen.

Leem is een mengsel van klei, silt en zand. Een standaardverhouding voor leem is 10 % klei, 70 % silt en 20 % zand. De bindende kracht van leem wordt bepaald door de hoeveelheid klei erin (Vree, J. de, z.d.). Leem is een natuurlijke grondstof. Bij het aanbrengen van een leemlaag zal een dikte van minstens 20 cm aangebracht moeten worden. Wanneer een ven verdroogd, zal deze leemlaag opdrogen en scheuren gaan vertonen. De leemlaag moet dan opnieuw worden aangebracht (Kleinsmit, A., 2001). Een leembodem zal zorgen voor enige buffering van het ven. Leem heeft een pH tussen 6.5 en 7.5. Voor een zuur ven is deze pH te hoog. Een zuur ven heeft een pH tussen 4 en 5. Wel zal het pH na enkele jaren gaan dalen omdat de nalevering van buffering vanuit het leem kan afnemen (Brouwer, E., 2015).

Er kan ook een kalkarme leem worden toegepast. Een kalkarme leem zal niet zorgen voor teveel buffering. Wanneer deze laag dik wordt aangebracht (minstens 20 cm) zal deze laag dik genoeg zijn om de waterstagnerende laag te herstellen. Wanneer op deze laag een leeflaag wordt toegepast van zand, zal deze voldoende dik genoeg zijn als venbodem (Brouwer, E., 2015).

4.2.2 Bentoniet

Bentoniet is een in de natuur voorkomende kleisoort met grote zwelcapaciteit wanneer het met water in aanraking komt. Het hoofdbestanddeel van bentoniet is gehydrateerd aluminiumsilicaat met de elementen magnesium en calcium of natrium. Bentoniet is een kleimineraal die afkomstig is van glasachtig materiaal dat bij vulkaanuitbarstingen is uitgeworpen (Vree, J. de, z.d.). Bentoniet staat ook wel bekend als montmorilloniet. Bentoniet kan in combinatie met zand worden toegepast als bodem. Door het hoge zwelcapaciteit is het bentoniet waterdicht. Ook kan bentoniet worden toegepast in combinatie met een mat. Deze bestaan uit een laag bentoniet, die is ingebed tussen twee lagen doek. Het doek bestaat uit polipropyleen, de onderzijde is een polipropyleenweefsel en de bovenlaag uit een slijtvaste polipropyleenvlies. De mate waarin het bentoniet opzwelt tijdens absorptieproces is afhankelijk van het gewicht wat op de mat rust. Voor een waterstagnerende functie dient men 25 cm grond aan te brengen (Kleinsmit, A., 2001). Bentoniet heeft een pH van rond de 7.5, dit is een te hoge pH voor een zuur ven. Wel zal deze pH gaan dalen omdat nalevering van buffering vanuit de bentoniet kan afnemen in de loop der jaren (Brouwer, E., 2015).

4.2.3 Kunststoffolie

Verschillende soorten kunststoffolie zijn geschikt voor het waterdicht maken van een bodem. Eerst wordt er een beschermfolie toegepast voor extra bescherming tegen scherpe delen op de ondergrond. Daarna wordt een HDPE-folie toegepast. Als leeflaag wordt een laag zand aangebracht op het folie (Rijksoverheid, z.d.).

Bestaand zand zou kunnen worden aangebracht op het folie, zodat het ven dezelfde kwaliteit behoud als bij het ventype behoort. Deze leeflaag moet tussen de 20 en 50 cm dik zijn, om een leefbaar milieu te creëren voor flora.

4.2.4 Beton

Om een watergang volledig dicht te maken kan ook beton worden toegepast. Hierbij wordt een betonnen vloer gestort op de bodem van de watergang. Beton bestaat uit een mengsel van grind, zand, cement en enkele chemische hulpstoffen (Kleinsmit, A., 2001). Voor het aanbrengen van beton is zwaar materieel nodig, wat de omgeving van de vennen kan beschadigen. Beton is door de chemische hulpstoffen milieu-onvriendelijk. Op de betonlaag zal een laag zand aangebracht moeten worden die als leeflaag dient voor flora. Hierbij zou de bestaande zandondergrond kunnen worden aangebracht op de betonlaag.

4.2.5 Gietasfalt

Een bodem kan ook worden gecreëerd met asfalt. Gietasfalt is een soort asfalt dat door zijn overmaat aan bitumen in het mengsel van stenen, zand, vulstof en bitumen zijn waterdichte eigenschap krijgt. Gietasfalt is geen milieuvriendelijk product, wel is het zeer duurzaam in gebruik. Door een leeflaag aan te brengen op het asfalt kan een milieu gecreëerd worden voor de flora (Viabuild, 2013).

4.3 Natuurlijk herstel van beschadigde waterstagnerende bodemlagen

In het vorige hoofdstuk is uitgelegd hoe waterstagnerende bodemlagen in vennen ontstaan. In deze paragraaf wordt per waterstagnerende bodemlaag bepaald in hoeverre dit natuurlijke proces is na te bootsen. Hierbij wordt gekeken naar de snelheid van het ontstaan van de laag en de mate van waterondoorlatendheid. De leembodem is in de vorige paragraaf behandeld omdat dit een kunstmatig herstel betreft.

4.3.1 IJzerbanden

Het ontstaan van ijzerbanden is een proces van eeuwen, volgens dr. L.W. Dekker. Een ijzerbandje ontstaat door het neerslaan van ijzer aan de onderzijde van de Bh-horizont. Het ijzerbandje neemt in dikte toe in de loop der jaren. Wanneer deze dik genoeg is zal hij in onverzadigde toestand enige waterondoorlatendheid hebben. Het proces van het ontstaan van ijzerbanden is moeilijk na te bootsen. Wanneer deze ijzerbanden zijn verwijderd of beschadigd, kan deze alleen herstellen door opnieuw neerslaan van ijzer, mits de omstandigheden goed zijn. Wel zal het eeuwen duren voordat het ijzerbandje weer de dikte heeft waarbij hij enige waterondoorlatendheid bevat (Dekker, L.W., 2015).

IJzerbanden kunnen in enkele uren worden doorgraven of afgegraven, terwijl het proces van de vorming van deze ijzerbanden kan oplopen tot eeuwen. Het is daarom erg belangrijk dat deze ijzerbanden niet worden beschadigd. IJzerbanken ontstaan onder verschillende omstandigheden, maar de ideale omstandigheden voor de vorming van ijzer wordt aangetroffen in drassige of moerassige zand- of veengronden. Om het proces te versnellen is het dus belangrijk dat er natte omstandigheden zijn (Bosboom, R., z.d.).

Wanneer de omstandigheden optimaal zijn kunnen de ijzerbanden zich in enkele decennia vormen. Deze ijzerbanden zijn dan echter nog niet dik genoeg om water te laten stagneren. Door een constante waterstand op het podzolprofiel zal de conditie optimaal zijn voor de vorming van ijzerbanden.

Door het creëren van de optimale omstandigheden voor de vorming van ijzerbanden, kan het proces worden versneld. Onderzoek zal moeten aantonen of dit proces werkelijk versneld kan worden.

4.3.2 'Kazige' B-horizont

Podzolgronden zijn in Nederland de oudste bodems. Ze zijn ontstaan in het vroeg-holoceen op de dekzandgronden. Na de ijstijden raakten zandgronden begroeid met bossen en struiken. Gevallen bladeren zorgden ervoor dat de toplaag van het zand werd verrijkt met humus. Regenwater sijpelde door deze toplaag naar de ondergrond. Humus spoelde mee de bodem in. Op hun weg naar beneden lossen de humuszuren ijzer op, dat als dun huidje om de zandkorrels heenzit. Het ijzer verwijnt langs de chemische weg en het zand wordt vaalgrijs. Zodra dit gebeurt heeft de bodem al een podzol (Trikt, J. van, Ahrens, H., 2015). Een vaaggrond kan in enkele decennia transformeren tot een podzolgrond. Het vormen van een 'kazige' laag, waarvan de dikte voldoende is om waterondoorlatend te worden, duurt langer en kan honderden jaren duren (Aerts, P, z.d.).

Een voorwaarde voor het optreden van dit proces is een neergaande waterbeweging en productie van oplosbaar organisch materiaal (Jongmans et al, 2011). Het proces van inspoeling zou kunnen worden nagebootst door humus aan te brengen en deze plek langduring te besproeien met water. Hierdoor zal de humus door inspoeling weer een B-horizont vormen. Net als bij de vorming van ijzerbanden zullen de omstandigheden voor de inspoeling van humus optimaal moeten zijn. Belangrijk is dat er constante watertoevoer is om de humus te laten inspoelen.

Bij het toebrengen van organisch materiaal zal de bodem echter wel verrijkt worden. Belangrijk is dat de begroeiing bestaat uit heide. Heidevegetaties leveren een moeilijk

afbreekbare, donkere, colloïdale humus. Door ophoping van humus in de inspoelingslaag ontstaat de harde 'kazige' B-horizont. Water zal op deze laag stagneren. Ook bij dit proces geldt dat nader onderzoek zal moeten aantonen of dit proces is na te bootsen.

4.3.3 Overstoven veenlagen

Het proces van het ontstaan van een overstoven veenlaag kan alleen worden nagebootst wanneer er sprake is van een milieu waarin veen kan groeien, of een plaats waar al veen gegroeid is. Wanneer dit veen is ontstaan, kan dit worden overstoven met stuifzand. Dit kan op meerdere manieren. Een natuurlijke manier is om de omgeving rondom het veen opnieuw tot stuiven te brengen.

Dekzand kan opnieuw gaan stuiven wanneer de bovengrond wordt afgeplagd. De onderliggende dekzandlaag komt hierbij aan de oppervlakte. De wind kan hierbij vat krijgen op het zand, waarna het kan gaan stuiven (Geologie van Nederland, 2015).

Wanneer zand in de omgeving van het veen gaat stuiven, kan het veen overstoven worden. Door het gewicht van het zand wordt het veen samengeperst. Hierbij ontstaat een compacte veenlaag die zeer ondoorlatend is.

Een andere manier is om stuifzand kunstmatig aan te brengen op veen. Hierbij zal hetzelfde proces ontstaan als bij een natuurlijke stuifzandvorming. Het veen zal samengeperst worden en een ondoorlatende laag is ontstaan.

4.3.4 Waterhardlagen

Waterhardlagen ontstaan onder veen. Deze lagen kunnen in allerlei zandgronden ontstaan. Disperse humus uit een veenpakket spoelt de pleistocene ondergrond in en kan zich naar diepere lagen verplaatsen. Waterhard bestaat uit skeletkorrels, omgeven door een zeer dun filmpje ingespoeld organisch materiaal. Tussen de skeletkorrels is zwart gekleurde, amorfe, zuivere humus afgezet, wat zeer waterondoorlatend blijkt te zijn. Het laagje is meestal bikkelhard.

Deze waterhardlaag kan alleen onder veenpakketten ontstaan. Deze inspoelingslagen ontstaan sneller dan de inspoelingslaag van een podzolgrond. Bij bestaande veenpakketten zal dit waterhardlaagje kunnen ontstaan. Wanneer er geen sprake is van veen, is het erg moeilijk om dit waterhardlaagje na te bootsen. Wel kan veengroei gestimuleerd worden, waarna dit waterhardlaagje kan optreden.

Wanneer de humus van het bovenliggende veen ophoopt tussen het veen en de pleistocene zandondergrond wordt deze humus gliede genoemd. Deze gliede kan inspoelen in de onderliggende pleistocene zandondergrond en neerslaan op verschillende diepten die na uitdroging zeer hard en weinig doorlatend is (Jongmans et al, 2011). Bij een constante watertoevoer kan dit proces versneld worden.

4.3.5 Organische lagen

Fijne organische stof bepaald voor een groot deel de waterondoorlatendheid. Deze organische stof hoopt op en gaat tussen de zandporiën zitten. Wanneer de drablaag uit een ven verwijderd wordt, moet men dus goed onderzoeken of er sprake is van een schijngrondwaterspiegel. Wanneer dit het geval is, is er kans dat deze drablaag bijdraagt aan de waterondoorlatendheid van de venbodem. Wanneer deze drablaag verwijderd wordt kan het ven leeglopen en verdrogen.

Slibvorming is een proces van tientallen tot honderden jaren. Wanneer vermesting optreedt, gaat dit proces sneller. In zure vennen is de afbraak van organisch materiaal een langzaam proces, waardoor het slib sneller ophoopt. Door organisch materiaal aan te brengen in vennen kan de beschadigde ondoorlatende sliblaag worden hersteld. Wel moet het materiaal in een fijne fractie worden toegepast. Het slib zal bijdragen aan de buffercapaciteit van het ven, maar leidt bij droogvallen en oxidatie juist tot snelle verzuring. In vennen die nooit droogvallen kan de sliblaag een belangrijke bron van buffering zijn.

Fig. 4.1 Snavelzegge; karakteriserend voor het zure ven (Flora van Nederland, 2011)

Een andere manier om een sliblaag aan te brengen in de beschadigde vennen, is om een sliblaag van een ander ven aan te brengen in het beschadigde ven. Deze sliblaag kan bijvoorbeeld worden gebaggerd uit een ven waar baggeren van de sliblaag noodzakelijk is.

Als concentraties fosfor of stikstof stijgen, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van karakteristieke soorten. Een dikke sliblaag belemmert het herstel van de kenmerkende plantengemeenschappen (o+bn Natuurkennis 2015).
De voordelen van het aanbrengen van een organische laag zal moeten worden afgewogen tegen de nadelen.

4.3.6 Gecomprimeerde humeuze zandlagen

Door een strooisellaag of organische laag te laten overstuiven door stuifzand, kan een gecomprimeerde humeuze zandlaag ontstaan. Dit proces is uitgelegd in paragraaf 3.7. Dit proces zou kunnen worden nagebootst. Eerst zal er een organische laag, of een strooisellaag gevormd moeten worden. Deze zal dik genoeg moeten zijn, ongeveer 10 tot 20 cm. Er zijn verschillende manieren om deze organische laag te laten overstuiven. Twee manieren zijn beschreven in paragraaf 4.3.3: door de omgeving opnieuw tot stuiven te brengen of door kunstmatig stuifzand aan te brengen op de organische laag.

Wanneer kunstmatig stuifzand aangebracht wordt op een organische laag, kan dit door een natuurlijk proces in de loop der jaren comprimeren. Het kan ook op een kunstmatige manier, door het stuifzand te verdichten. Hierdoor zal het proces worden versneld. Wanneer deze waterstagnerende bodem zich heeft gevormd, kan hier weer water op stagneren, en een ven vormen.

Ook bij deze maatregel zal een bij een onderzoek moeten worden aangetoond of de bodem daadwerkelijk waterstagnerend gaat werken.

4.4 Waterstagnerende bodemlagen in relatie tot karakteristieke flora van zure vennen

De voorgenoemde manieren om waterstagnerende bodemlagen te herstellen geven geen garantie dat karakteristieke flora van zure vennen zullen terugkomen. Hier zal in deze paragraaf aandacht aan worden gegeven.

Een belangrijke kenmerk van het zure ven is het voedselarme karakter. Het is belangrijk om bij het herstel van de venbodem dit karakter te behouden. Het is dus niet wenselijk om organische stof aan te brengen of te stimuleren. Hierdoor zal het ven voedselrijk worden, wat niet kenmerkend is voor het ‘zure’ ven. Om het ven voedselarm te laten, wat past bij het karakter van het ‘zure’ ven, is het belangrijk om een kalkarme waterstagnerende laag toe te passen.

Wanneer de zaadbank beschadigd en/of weggegraven is, kan men vanalles proberen, maar als er geen zaadbank aanwezig meer is in de bodem, kan de oorspronkelijke venvegetatie niet hersteld worden. Dit probleem kan worden opgelost door een zaadbank van een ander ven, die de karakteristieke soorten bevat, te ontgraven. Er kan wat zand ontgraven worden en dit zand kan worden aangebracht op het beschadigde ven. Hierdoor krijgte de vegetatie kans zich te hervestigen.

4.5 Conclusie

Op welke manieren kan de waterstagnerende bodemlaag van het zure ven hersteld worden met behoud van de karakteristieke vegetatie? Er zijn verschillende manieren aan bod gekomen waarop de beschadigde waterstagnerende laag hersteld kan worden. In de conclusie wordt besproken welke manieren het beste toegepast kunnen worden om het ‘zure’ ven te herstellen.

Er zijn meerdere manieren gevonden om de beschadigde waterstagnerende bodemlaag van het ‘zure’ ven te herstellen. Er zijn eenvoudige manieren, maar ook zeer complexe manieren om de bodem te herstellen.

Leem

Een eenvoudige manier om de bodem weer ondoorlatend te maken is het toepassen van een leembodem. Om buffering te voorkomen zal gekozen worden voor een kalkarme leem. Op deze manier zal de waterstagnerende bodem geen grote invloed hebben op de karakteristieke vegetatie. Er zal een dikte van 10 cm toegepast worden. Eerst zal de toplaag van het ven moeten worden afgegraven. Daarna zal de leembodem worden aangebracht, die wordt afgedekt met de laag bestaand zand. Hierdoor blijft de huidige zaadbank van het ven bestaan.

Ijzerbanken

Zoals eerder vermeldt zal er een onderzoek gedaan moeten worden naar het versnellen van de ijzerbanden. In dit onderzoek zal worden aangetoond of het versnellen van de vorming van ijzerbanden daadwerkelijk kan. Daarnaast wordt onderzocht of de bodem

door de vorming van deze ijzerbanden water kan laten stagneren. Omdat hier nog geen onderzoek naar is gedaan, kan hierover geen goed advies gegeven worden.

'Kazige' B-horizont

Bij dit proces geldt hetzelfde als bij het proces van de vorming van ijzerbanden. Ook bij dit proces zal een onderzoek gedaan moeten worden naar het versnellen van dit proces. Onderzocht moet worden of bij permanente toevoer van water het inspoelen van humus versneld kan worden.

Organische lagen

Een ander proces dat kan worden nagebootst is het creëren van een organische sliblaag. Dit proces kan worden nagebootst door organisch materiaal aan te brengen in vennen, waardoor de vorming van een sliblaag gestimuleerd wordt. Deze sliblaag zal de zandporiën van de ondergrond verdichten, waardoor de bodem waterstagnerend zal worden.

Een andere manier om deze sliblaag te stimuleren is om een sliblaag uit een ander ven te verwijderen en aan te brengen in het beschadigde ven. Dit kan bij een ven waar de sliblaag gebaggerd moet worden.

Het nadeel bij deze maatregel is dat het ven weer zal eutrofiëren. Dit zal ertoe leiden dat de karakteristieke flora geen kans krijgt om zich te vestigen.

Gecomprimeerde humeuze zandlaag

Een waterstagnerende laag kan ontstaan wanneer een organische laag wordt verdicht door een laag zand. Deze laag kan worden nagebootst door de bodem van de huidige vennen te ontgraven. Daarna moet er een organische laag aangebracht worden op de minerale ondergrond. Hierop moet een dikke laag zand aangebracht worden, waarna deze moet worden afgedekt met de afgeschraapte zandlaag. Doordat de organische laag verdicht zal worden door deze dikke laag zand, zal de organische laag comprimeren en waterstagnerend worden.

Dit is wel een ingrijpende maatregel. De vennen moeten geheel worden afgegraven waarbij de huidige flora weer opnieuw zal moeten vestigen.

Vegetatie

Wanneer de zaadbank is aangetast bij de beschadiging van de venbodem, kan men ervoor kiezen om een zaadbank van een ander ven met dezelfde karakteristieke soorten aan te brengen in een laag zand. Deze laag zand kan worden aangebracht in de toplaag.

Hoofdstuk 5

Vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeenberg te Loenen

In dit hoofdstuk wordt een casus gedaan waarbij de opgedane kennis zal worden toegepast. Het projectgebied waarvoor deze casus wordt gedaan is vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeenberg te Loenen. Eerst zal het vennencomplex worden geanalyseerd op bodem, geologie en hydrologie. Daarna zal worden vastgesteld welke waterstagnerende bodem hier voorkwam, en uiteindelijk zal er een advies geschreven worden hoe deze beschadigde waterstagnerende bodemlaag kan worden hersteld.

Foto: heideveld bij de Reeenberg

5.1 Casusgebied: vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeenberg te Loenen

Landgoed Reeënberg valt sinds 1984 onder het beheer van Vereniging Natuurmonumenten. Het bestaat uit een bosgebied met enkele restanten van vennen. Klein Zwitserland is een vennencomplex dat uit zes vennen bestaat, gelegen in één van de heideveldjes van Reeënberg (Kleinsmit, A., 2001) (zie fig. 5.1). In de vegetatie op de heidevelden bepaald op de drogere bodems struikheide het aspect. In de laagten is dopheide en pijpenstrootje aspectbepalend. De Reeënberg is voor het publiek opengesteld op wegen en paden (Natuurmonumenten, 1985).

5.2 Probleemstelling

De vennen van 'Klein Zwitserland' hadden in de jaren tachtig te maken met verzuring en eutrofiëring. Door ontwikkeling van pitrus verlandden de vennen. In 1995 werd besloten om de vennen uit te graven, zodat ze weer water zouden gaan houden (Natuurmonumenten, 1985). Al spoedig na het opschonen bleek echter dat de slecht doorlatende laag onder de vennen beschadigd was en dat de vennen droog stonden. Bij het opschonen zou grondslagvolgend te werk zijn gegaan, maar is er niet continue begeleiding bij de uitvoering aanwezig geweest. Het lijkt erop of overal een bovenlaag van ongeveer gelijke dikte is verwijderd. Door uitdroging zijn de waterstagnerende eigenschappen echter verloren gegaan. De vennen dienen als drinkplaats voor wild. Op sommige plaatsen zijn in de droogstaande vennen door zwijnen zoelkuilen gemaakt (Aquasense, 2001).

Fig. 5.1 Situering van de vennen (Aerodata International Surveys, 2015)

Bij wijze van proef werd voorgesteld om één ven opnieuw te restaureren. Dit ven is ca. 1000 m2 groot en ligt dichtbij het pad aan de oostzijde van het heideveld (Aquasense, 2001). Door Kleinsmit (2001) is een herstelplan uitgewerkt, waarna het ven is hersteld in 2001. Hiertoe is de zandbodem van dit ven gedeeltelijk afgegraven. Op de ondergrond is een laag bentoniet aangebracht en daarover weer zand (Aquasense, 2004). Het herstel bleek niet het gewenste beeld te leveren. Na 2 jaar kwamen slechts pitrus en andere algemene soorten van voedselrijk water voor. De randen van de bentonietmatten worden steeds door wilde zwijnen opgegraven, hierdoor komt de vegetatie niet tot rust. Na 3 jaar is er nog steeds een ruim 90% kale oever. Het ven valt vroeg in de zomer droog. Er is blijkbaar geen echt venmilieu meer. Waarschijnlijk spoelen er kleimineralen uit de bentonietmat en heeft het ven daardoor meer het karakter van een poel gekregen. Het probleem kan worden opgelost door de bentonietmatten te vervangen door een goed alternatief materiaal dat geen invloed heeft op de waterkwaliteit.
Waterschap Veluwe heeft een claim gelegd om de vennen te herstellen. Nadat bleek dat herstel van het beschadigde ven niet het gewenste resultaat leverde, heeft waterschap Veluwe de claim van de overige vennen, op verzoek van Natuurmonumenten ingetrokken in 2005. Totdat er een goede methode bestaat om de lekgeraakte vennen te herstellen inclusief herstel van de botanische waarde, is de claim van het Waterschap Veluwe uitgesteld (Natuurmonumenten, 2007).

5.3 Abiotisch milieu van het vennencomplex

Geologie en geomorfologie

In de middeleeuwen hebben veel menselijke activiteiten in het bos plaatsgevonden waardoor dit langzaam heeft plaatsgemaakt voor heidevelden. Het vennencomplex is na zijn ontstaan begroeid geraakt en gestabiliseerd. Nagenoeg de gehele oppervlakte

bestond omstreeks 1900 nog uit heide. Na 1900 is de heide in enkele decennia grotendeels ontgonnen en bebost. Stukken heidevelden bleven over waaronder het heideveld met vennen 'Klein Zwitserland' (Natuurmonumenten, 1985). In bijlage 2 zijn historische kaarten van het vennencomplex te zien van 1830 tot 2015. Hierop is te zien dat gebied in 1830 nog geheel heide was en in 2015 nog maar enkele heideveldjes over zijn.

In bijlage 3 is de geologische kaart van de Reeënberg te zien. Hierop is te zien dat het vennencomplex tussen hogere heuvels in ligt, wat erop wijst dat het water lateraal afstroomd naar de lager gelegen vennen.

Bodem

De bodem van het vennencomplex bestaat uit haarpodzolgronden (Hd21). Dit type haarpodzol is leemarm, en heeft een dunne humushoudende bovengrond, een duidelijke uitspoelingslaag en een humusinspoelingslaag met amorfe humus (Woudstra, A., 2009). In bijlage 4 is de bodemkaart van de Reeënberg te zien.

Deze haarpodzol wijst erop dat de B-horizont waarschijnlijk heeft bijgedragen aan de waterstagnering van de venbodem.

Waterhuishouding

Het grondwater zit in de hogere delen 20 tot 25 meter beneden maaiveldniveau (grondwatertrap VII) (Natuurmonumenten, 1985). Dit duidt erop dat het ven een eigen schijngrondwaterspiegel heeft. Deze werd bepaald door een waterstagnerende bodemlaag.

Het herstelde ven met benonietmat is mesotroof van karakter. De gemiddelde zuurgraad was pH 5,96. De EGV is 3,45 uS. Bij een niet-hersteld droogvallend 'ven' op de heide was een gemiddelde zuurgraad van pH 4,58. De EGV is 2,87 uS (Natuurmonumenten, 2007).

Hoogte

In bijlage 5 is de hoogtekaart van het vennencomplex te zien. Deze hoogtekaart laat veel zien over het ontstaan van de vennen. Het heideveldje met vennen ligt tussen twee hogere delen in. Dit betekend dat het water van deze hogere delen terecht komt in de vennen op de lagere delen. Van deze AHN-kaart is niet af te lezen of het water lateraal naar de vennen afstroomd. Wanneer de vennen gevuld zijn met water zal het water afstromen naar het zuid-oosten van het gebied wat nog lager ligt.

5.4 Biotisch milieu van het vennencomplex

Flora voor 1995

Op het vennencomplex liggen vier vennen. In twee van de vennen groeit pitrus; in één van deze twee een grote hoeveelheid. Rond de twee andere vennen is een zonering in de vegetatie aanwezig. Van droog naar nat worden achtereenvolgens de volgende vegetatie aangetroffen (Natuurmonumenten, 1985):
1) struikheide;
2) dopheide met de vrij zeldzame veenmossoort Sphagnum tenellum, veenbies en/of pijpenstrootje in mozaiek met bruine en witte snavelbies, kleine zonnedauw;
3) veenpluis, de veenmossoort Sphagnum flexuosum, gewone waterbies en de vrij zeldzame veelstengelige waterbies;
4) knolrus of pitrus en/of snavelzegge;
5) open water met waterveenmos.

Flora 1999

Er komen weinig Rode Lijst soorten voor. De volgende karakteristieke soorten zijn in om langs de vennen waargenomen: bruine snavelbies, witte snavelbies, gewone dophei, kleine zonnedauw, ronde zonnedauw, veenpluis en pilzegge (Natuurmonumenten,2001).

Flora 2003

In 2003 zijn de volgende soorten waargenomen: knolrus, pijpenstrootje, pitrus, jonge grove den, dopheide en gewoon haarmos. In het herstelde ven is knolrus en veel pitrus waargenomen, en ook veel soorten uit voedselrijke, verstoorde wateren (Aquasense, 2004).

Flora 2013

Uit de kartering van 2013 blijkt dat in de vennen nu nog bruine snavelbies, kleine zonnedauw (langs de randen), moeraswolfsklauw, gewoon haarmos, pilzegge, veenbies en zwarte zegge voorkomen(Eichhorn, K.A.O., 2014).

Fauna

Fauna die voorkomt op de Reeënberg is edelhert, ree en wildzwijn. Ook zijn er vosseburchten gevonden op het terrein en dassensporen. Het konijn komt in kleine hoeveelheden voor. De broedvogels die hier voorkomen zijn: buizerd, havik, bosuil, sperwer, grote bonte specht, gekraagde roodstaart, mezen, roodborst, fitis, tjiftjaf, vink, zwartkop, goudhaantje, veld- en boomleeuwerik, boom- en graspieper en geelgors. Verder vogels van het water als wilde eend en watersnip (Natuurmonumenten, 1986).

5.5 Streefbeeld

Het natuurdoeltype dat Natuurmonumenten als streefbeeld heeft voor de vennen is natuurdoeltype 'zuur ven'. Dit zijn vennen met zuur water en veenmodder op de bodem. Het betreft heidevennen uitsluitend gevoed door regenwater. Het water is van nature zeer voedselarm en kan door humuszuren bruin gekleurd zijn. In de randzones kunnen ijle begroeiingen van wat hogere schijngrassen zoals snavel- en draadzegge of veenpluis het aanzien bepalen.

Wanneer de veenmoslaag zich sluit vormt zich een dichte vegetatiemat met op den duur een hoogveenachtig patroon van bulten en slenken.

De plantengemeenschappen die voor het zure ven kenmerkend zijn, zijn de associatie van veenmos en snavelbies, subassociatie met waterveenmos en subassociatie met slank veenmos, de veenbloembies-associatie en de witte snavelbies.
In bijlage 6 is het streefbeeld voor vennencomplex 'Klein Zwitserland' te zien.

5.6 Vooronderzoek

In het vorige hoofdstuk is te lezen op welke manieren een waterstagnerende bodemlaag kan worden hersteld. Het is echter zeer belangrijk om te weten welke waterstagnerende bodemlaag zich in het ven bevond, voordat deze werd beschadigd of verwijderd. Daarna kan er pas een goed advies worden gegeven.

Er zal een grondboring verricht worden, zodat kan worden vastgesteld wat de waterstagnerende bodemlagen zijn. In bijlage 8 is het onderzoeksplan voor de grondboring te zien.

Ook zal de vegetatie worden geïnventariseerd, zodat kan worden vastgesteld hoe de toestand is van de vennen. Hieruit is te leiden of deze vennen herstellende zijn of nog steeds verdroogd zijn. Deze inventarisatie is te lezen in bijlage 7.

5.6.1 Grondboring

Voorafgaand aan de grondboring is er een hypothese opgesteld. Hierin zijn de verwachtingen te lezen die er zijn voorafgaand aan de grondboring. Uit alle rapporten en kaarten van het gebied is al redelijk af te leiden wat de aard van de waterstagnerende laag kan zijn geweest die onder de vennen aanwezig was. Er zijn ter plekke drie mogelijkheden:

1) De vennen liggen op een haarpodzolgrond. Een haarpodzol is leemarm, en heeft een dunne humushoudende bovengrond, een duidelijke uitspoelingslaag en een humusinspoelingslaag met amorfe humus (Woudstra, A., 2009). Dit betekend dat er een B-horizont aanwezig is. Deze B-horizont draagt hoogstwaarschijnlijk bij aan de waterstagnering van de venbodem.

2) Zeer waarschijnlijk heeft ook een gliedelaag bijgedragen aan de waterstagnering (Stoker, A., 2015). Gliede is een zwarte moerige laag en bevat weinig herkenbare plantenresten (Dekker, L.W., Bannink, M.H., Booij, A.H., 1986). Een gliedelaag vormt zich o.a. onder voormalige veenpakketten. Deze laag ontwikkeld zich op de overgang van het veen naar het onderliggende zand (ICW, 1967). Deze gliedelaag is (gedeeltelijk) weggegraven tijdens de maatregelen in 1995 (Stoker, A., 2015).

3) De ijzerbanken, waar eerder over werd gesproken in de inleiding, dragen hoogstwaarschijnlijk niet bij aan de waterstagnering. Deze moet erg dik zijn om bij te dragen aan de verticale waterstagnering (Dekker, L.W., 2015). Omdat er niet is aangetoond dat deze ijzerbank werkelijk aanwezig is onder de vennen, zal dit worden onderzocht tijdens de grondboring. Wanneer deze wel aanwezig is, moet deze dikker dan enkele centimeters zijn om bij te dragen aan de verticale waterstagnering.

Hypothese

De gliedelaag èn de B-horizont waren in het vennencomplex de waterstagnerende lagen waarop het regenwater stagneerde. Toen de gliedelaag werd beschadigd of verwijderd, nam de waterstagnering van de bodem af wat leidde tot verdroging. De gliedelaag is afgegraven tot op de uitspoelingslaag. De vennen bevatten echter de laatste paar jaren steeds meer water. Dit komt doordat de gliedelaag weer is hersteld door lokale plantengroei en groei van veenmossen, maar ook door aanvoer van organische stof met oppervlakkig afstromend regenwater. Tijdens hevige regenbuien stroomt het water over de droge grond richting de vennen, waarbij organische stof wordt meegenomen en afgezet in de vennen (Dekker, L.W., Wösten, J.H.M., 1983).
Tijdens de boring (zie bijlage 8) verwacht ik een kazige 'B' horizont aan te treffen van ong. 20 cm, met daarop een uitspoelingslaag en als toplaag een dunne gliedelaag (< 5 cm). Onder de kazige 'B' horizont verwacht ik de minerale ondergrond aan te treffen.

Grondonderzoek

Aan de hand van het onderzoeksplan heeft Natuurmonumenten een vergunning vrijgegeven voor het verrichten van de grondboringen. Deze vergunning is te zien in

bijlage 9. De grondboringen heb ik samen met de heer Broers verricht op vrijdagmiddag 1 mei, zie fig. 5.2. Voor een situatietekening van de grondboringen zie fig. 5.3. Per grondboring zullen de bevindingen worden beschreven, in bijlage 10 en 11 is de profielopbouw van de grondboringen te zien.

Grondboring 1

Grondboring 1 werd verricht in het niet-herstelde ven naast het ven met bentoniet. Dit ven bevat de laatste jaren steeds meer water. Ook waterveenmos groeit hier weer, een mos dat alleen voorkomt bij natte laagtes. We verwachtten hier een waterstagnerende laag tegen te komen, die bijdraagt aan de waterstagnering in dit ven.

De bovenste laag die wij aantroffen bij de boring is een matig humeuze zandlaag. De laag is erg dik (50 cm). De uitspoelingslaag die wij hadden verwacht aan te treffen ontbrak. De toplaag hiervan is humeuzer en voelt smeerbaar aan. Deze humeuze toplaag draagt waarschijnlijk voor een klein deel bij aan de waterstagnering. De laag hieronder (50-53 cm) is donkerbruin en zeer humeus. Van 53-63 cm troffen wij een bruine, humeuze zandlaag aan. Deze laag is zeer nat, doordat het water stagneert op de laag eronder. De laag eronder (63-66 cm) is dun en betreft een donkerbruine, sterk humeuze zandlaag. De laag is sterk verkit. Deze harde, verkitte laag draagt voor het grootste deel bij aan de waterstagnering in dit ven. Op 66 - 69 cm is ook een zeer verkitte laag waargenomen, maar deze laag is roodbruin, doordat hier (hoogstwaarschijnlijk) ijzer is neergeslagen. Ook deze laag is erg hard. Het betreft echter geen ijzerbank, maar wel een ijzerlaag. Hieronder is de minerale ondergrond waargenomen. Deze laag is geel en betreft fijn, verkit zand. Verder het profiel in zal het verkitte zand overgaan in een lossere structuur.

Grondboring 2

Deze grondboring werd verricht naast het ven van grondboring 1. Tijdens de bezoeken aan de vennen viel het mij op dat op de hogere delen gewone dophei groeit, en in de beschadigde vennen struikhei. Dit is een vreemde gewaarwording. Gewone dophei groeit namelijk op lage, natte gronden, en struikhei groeit op hoge, droge gronden. In dit geval is het juist andersom, en dat kan verklaren dat de vennen waar struikhei groeit de waterstagnerende laag is verdwenen of beschadigd. We hebben een grondboring verricht op dit hogere deel met voornamelijk gewone dophei, om vast te stellen of hier een waterstagnerende laag aanwezig is.

De bovenste 2 cm van het profiel is donkerbruin en zeer humeus. Het is een

Fig. 5.2 Grondboring verrichten met gutsboor

Fig. 5.3 Situering grondboringen (Aerodata International Surveys, 2015)

schoensmeerachtige laag. Hieronder van 2-20 cm is een grijze humeusarme zandlaag te zien. Dit is een duidelijke uitspoelingslaag. Onder deze uitspoelingslaag bevindt zich een donkerbruine, sterk humeuze, verkitte zandlaag van 3 cm dik. Onder deze verkitte laag is een roodbruine, fijn verkitte laag te vinden op 23-26 cm. Deze laag gaat over in een bruingele, matig humeuze, fijne zandlaag (26-70 cm). Onder deze laag bevindt zich de minerale ondergrond, een gele, humeusarme zandlaag. In dit profiel is de haarpodzol duidelijker aanwezig dan bij de vorige grondboring. De grijze uitspoelingslaag is goed te zien, en ook de kazige B-horizont is duidelijk zichtbaar.

Grondboring 3

Grondboring 3 is verricht in een ven dat droogstaat. In dit ven is voornamelijk struikhei te vinden, dus hoogstwaarschijnlijk is de waterstagnerende laag hier helemaal verdwenen. De bovenste 5 cm van dit profiel is een grijsbruine, humeusarme zandlaag. De laag is zeer droog. vervolgens treffen we een bruine, humeuze zandlaag aan (5-10 cm). Hieronder is direct de minerale ondergrond te vinden, een gele, humeusarme zand. In dit profiel is geen podzol te herkennen. Deze is waarschijnlijk vergraven of in zijn geheel verwijderd. Het is dus ook begrijpelijk dat in dit ven geen water staat.

Grondboring 4

Deze boring is genomen in een niet-hersteld ven. In dit ven staat een klein laagje water en groeien mossen als haarmos. De bovenste 2 cm van het profiel bestaat uit een bruine humeuze strooisellaag. Hieronder een laag van grijs, licht humeus, fijn zand (2-30 cm), de uitspoelingslaag. Van 30-60 cm is een donkerbruine, sterk humeuze zandlaag te zien, de inspoelingslaag. Deze laag is erg nat doordat het water op de onderliggende laag stagneert. Op de grens van de inspoelingslaag naar de onderliggende minerale ondergrond is een 4 cm dikke donkerbruin, sterk humeuze, fijn verkitte zandlaag te vinden. Deze laag is zeer hard, en hier stagneert het water op. Hoogstwaarschijnlijk bevindt zich onder deze laag de minerale, gele ondergrond. Doordat het water in het profiel loopt, kon de gele ondergrond niet mee naar boven worden genomen.

Grondboring 5

Grondboring 5 is genomen in het noorden van het heideveld, op een wat lager gelegen plek. Op deze plek stond een aantal weken water. Door de droogte de laatste maand is deze plek weer drooggevallen. Door een grondboring te verrichten op deze plek wilden wij constateren wat de waterstagnerende laag op deze plek is.

Het profiel op deze plek is een mooi en zeer duidelijk podzolprofiel. De bovenlaag van 2 cm bestaat hier uit een donkerbruine humeuze, schoensmeerachtige strooisellaag. Van 2-35 cm bevindt zich een grijze, humeusarme uitspoelingslaag. Onder deze laag bevindt zich een donkerbruin tot zwarte, sterk humeuze, verkitte zandlaag (35-45 cm). Hierop stagneert het water. Hieronder is een duidelijke roodbruine, verkitte zandlaag waargenomen (45-60 cm). Deze laag gaat over in een bruingele verkitte laag van 60-70 cm, die weer overgaat in een gele, matig fijne zandlaag (70-95 cm). Hieronder is een gele grove zandlaag aanwezig.

Conclusie

In de bodem van de twee vennen die nog water bevatten, is een kazige B-horizont aanwezig met een lichte ijzerlaag. Deze kazige B-laag is zeer verdicht waarop het water stagneert. Ook de ijzerlaag die is aangetroffen onder de kazige B-horizont is erg verkit. Deze ijzerlaag zal bijdragen aan de waterstagnering, zij het in mindere mate. Deze ijzerlaag zal op zichzelf niet geheel waterondoorlatend zijn. Daarvoor is deze laag niet genoeg verdicht. Ook is in deze vennen een zeer dunne humeuze toplaag aanwezig, deze is ongeveer 2 cm dik. De kazige B-laag is hoogstwaarschijnlijk voor het grootste deel de laag die zorgt voor waterstagnering in de vennen. In zeer droge periodes wordt er geen water meer aangevoerd via deze laag of via de oppervlakte, waardoor het ven droog komt te staan. De overige vier vennen zijn verdroogt. Hier is geen podzolprofiel meer te herkennen, wat betekend dat de kazige B-horizont volledig verdwenen is. Hierdoor stagneert er geen water op de bodem van deze vennen. Op meerdere plekken in het veld, waar gewone dophei voorkomt, is een kazige B-horizont waargenomen met een zeer verdichte kazige laag. Op deze laag stagneert het water, waardoor bij hevige regenval water stagneert in deze laagtes. In sommige laagtes is een schoensmeerachtige strooisellaag aangetroffen. Bij hevige regenval stroomt organisch materiaal van hogere plekken naar lager gelegen plekken waar dit neerslaat. Dit organisch materiaal zorgt ervoor dat water stagneert op deze lagere plekken.

5.6.2 Flora-inventarisatie

Tijdens het onderzoek heb ik twee keer de flora geïnventariseerd. In bijlage 7 zijn de soorten te zien die zijn waargenomen. Tijdens het onderzoek zijn er niet veel soorten waargenomen. Met name veel pijpenstrootje, pitrus, gewoon dophei en struikhei is er bij de vennen te vinden. Bijzondere soorten heb ik niet waargenomen. In een niet-hersteld ven is een waterveenmos waargenomen, een soort die past bij het ‘zure’ ven. Dit betekent dat het ven zich weer aan het herstellen is. In de zomer zullen er misschien wel wat bijzondere soorten zijn waar te nemen. De vennen hebben geen gevarieerde floravegetatie.

5.7 Conclusie

De vennen van 'Klein Zwitserland' op de Reeënberg liggen in een laagte omringd door heuvelachtige bossen. Water komt vanuit de hogere delen richting het lager gelegen vennengebied. Het water stroomt ondergronds over de 'kazige' B-horizont richting de vennen, maar kan ook over het oppervlakte stromen, waarbij het regenwater organisch materiaal meeneemt vanuit de hoger gelegen bossen rondom de vennen. Dit organisch materiaal komt terecht in de vennen en lagere plekken in het vennengebied. Het organisch materiaal sterft af en vormt een gliedelaag op de lagere gedeelten. Door inspoeling van dit organisch materiaal wordt de 'kazige' B-horizont gevormd. Ook het gliedelaagje op de bodem van de vennen zorgt voor een waterstagnering in de vennen.

De vennen herstellen zich gedeeltelijk. Er zijn een viertal verschillende vennen waargenomen in het vennengebied. Deze verschillende vennen zullen hieronder verder worden toegelicht. Op figuur 5.4 is te zien hoe deze vennen zijn onderverdeeld in subgroepen.

Ven hersteld met bentonietmat

Dit ven is in 2001 hersteld met een bentonietmat, om hiermee het lekke ven te dichten. Het herstel gaf niet het gewenste resultaat. Pitrus, gewoon haarmos en andere algemene soorten van voedselrijk water zijn waargenomen in dit ven. Ook de randen van het ven zijn door wilde zwijnen opgegraven. Wel bevat het ven water, maar in de zomer valt het ven soms droog (Niemeyer, W., z.d.). De kleimineralen in de bentonietmat zorgen ervoor dat het ven geen echt venmilieu meer kent maar meer het karakter heeft gekregen van een poel.

Herstellend ven

Twee vennen in het vennengebied zijn herstellende. De laatste jaren houden deze vennen steeds vaker en meer water (Niemeyer, W., z.d.). Bij het grondonderzoek is gebleken dat in deze vennen een 'verkitte' B-horizont aanwezig is. Dit betekent dat het water stagneert op deze harde, verkitte laag. De gliedelaag in deze beide vennen is erg klein. Bij het ontgraven van deze vennen in 1995 kan deze gliedelaag dikker zijn geweest. Door het ontgraven van deze laag, zijn deze vennen hoogstwaarschijnlijk minder water gaan houden. Deze gliedelaag heeft zich in de afgelopen jaren hersteld, door aanvoer van organisch materiaal van hogere delen zal deze gliedelaag weer zijn aangevuld. Onder de 'verkitte' B-horizont is een verkitte ijzerlaag waargenomen. Deze ijzerlaag is niet versteend, maar is wel erg verdicht. Ook deze ijzerlaag is keihard en draagt waarschijnlijk in mindere mate bij aan de waterstagnering in deze vennen.

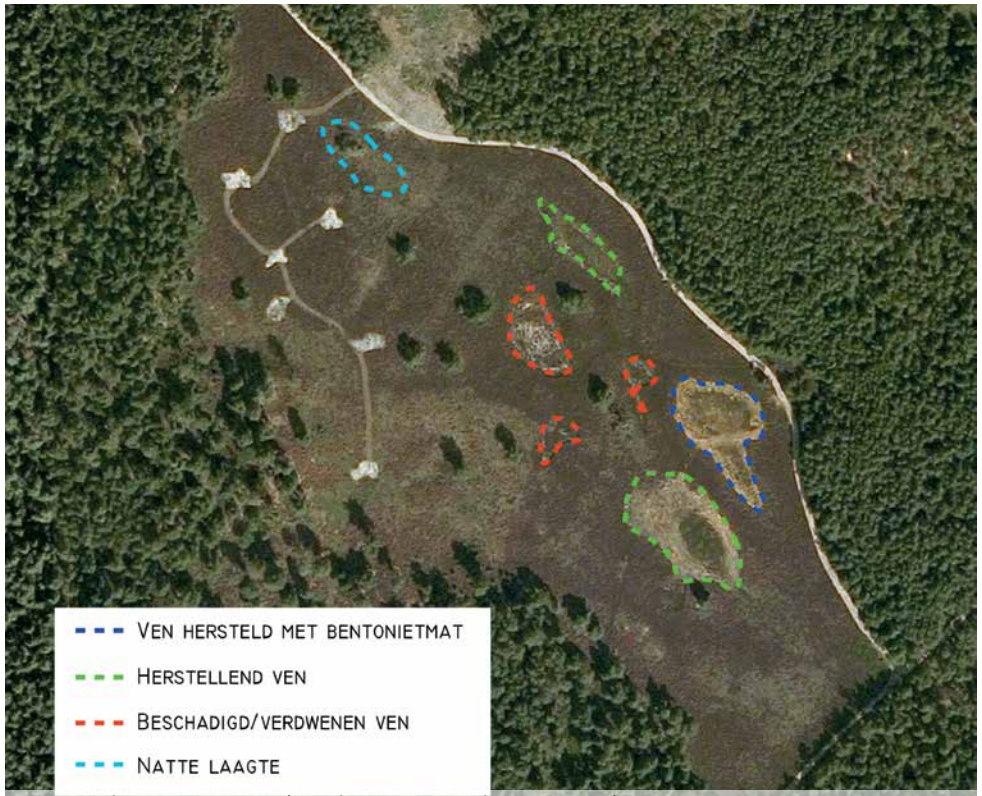


Fig. 5.4 Huidige situatie vennen (Aerodata International Surveys, 2015)

Beschadigd/verdwenen ven

Deze beschadigde en verdwenen vennen staan droog. De 'verkitte' B-horizont, die bijdraagt aan de waterstagnering in dit vennen gebied, is hier verdwenen. Het podzolprofiel is in deze vennen niet meer zichtbaar. In deze vennen staat struikhei, wat erop duidt dat deze vennen lek zijn. Rondom deze vennen, op hogere delen, staat gewone dophei, wat betekent dat rondom deze vennen de 'verkitte' B-horizont nog wel aanwezig is. Ook tijdens natte periodes stagneert er geen water in deze beschadigde vennen.

Natte laagte

Na hevige regenbuien vormen zich natte laagtes in het vennengebied. Op fig. 4.4 is één van deze natte laagtes te zien. Deze laagte bevatten na veel regenval veel water. Verder waren er in het gebied natte laagtes te vinden. In droge periodes komen deze natte laagtes droog te staan. Deze natte laagtes kunnen zich vormen doordat de verkitte 'B'

horizont aanwezig is in het hele vennengebied. Op lagere plekken blijft het water daarom staan. Op deze lagere plekken is ook een gliedelaag aanwezig. Wanneer deze lagere delen opdrogen, droogt deze gliedelaag op.

5.8 Aanbeveling

Op dit moment zijn er vier verschillende soorten vennen in vennengebied 'Klein Zwitserland'. Drie vennen van de zes bevatten water, en ook natte laagtes vormen zich in natte periodes. Drie van de zes vennen zijn lek, en vermoedelijk bevatten deze drie vennen geen 'verkitte' B-horizont meer. In één van deze vennen is deze laag onderzocht en was deze niet meer aanwezig. Twee vennen bevatten enkele jaren weer water en zijn herstellende.

De herstellende vennen moeten tijd krijgen om te herstellen. Ze bevatten weer water, en zullen de komende jaren steeds beter water houden. Ook de flora in deze vennen is al aan het herstellen. Karakteristieke soorten van het 'zure ven' zoals snavelbies, zonnedauw, veenpluis en verscheidene soorten veenmossen zijn hier weer waargenomen. Dit betekent dat het ven zich goed hersteld. Het beste voor de vennen is om deze met rust te laten, en deze niet herstellen door een ondoorlatende laag aan te brengen.

Daarnaast zijn er nog drie vennen waarvan de waterstagnerende laag volledig is verwijderd. Deze vennen zouden kunnen worden hersteld door een leemlaag aan te brengen. Wel zijn er dan drie verschillende vennen gecreëerd op een plek waar oorspronkelijk zes vergelijkbare vennen voorkwamen. Het advies is om ook deze vennen niet te herstellen om zo de natuur zijn gang te laten gaan in de vennengebied. Deze vennen kunnen elk jaar gemonitord worden om te kijken hoe deze vennen zich verder herstellen. Er bestaat een kans dat deze vennen dichtslibben met organisch materiaal, waardoor de vennen een water-stagnerend laagje kunnen creëren. Het podzolprofiel heeft hier meer tijd nodig om te herstellen. Het profiel is hier volledig verwijderd. Wanneer deze weer zichtbaar is, zal het nog eeuwen duren voordat deze 'verkitte' B-horizont weer dik genoeg is om een waterstagnerende laag te vormen.

Het ven met bentonietmat heeft niet het gewenste resultaat. Kalkdeeltjes in een bentonietmat kunnen in de loop der jaren uitspoelen, waardoor het kalkgehalte van het ven kan afnemen. Het ven moet jaarlijks gemonitord worden om te zien hoe dit ven zich ontwikkeld. Wanneer het kalk uitspoelt zal het ven zuurder worden van karakter, en kunnen karakteristieke soorten van het 'zure ven' terugkomen.

Natte laagtes kunnen ontwikkelen tot nieuwe vennen. De natuur zal hier de overhand hebben. Wanneer hier langere tijd water staat kunnen hier veenmossen gaan groeien of andere karakteristieke flora van het 'zure ven'.

Het advies is om niets te doen en de natuur zijn gang laten gaan. In de loop der jaren zal blijken of de vennen zich herstellen. Wel moeten deze vennen jaarlijks worden gemonitord zodat men kan zien hoe de vennen zich ontwikkelen, en welke flora in de vennen waargenomen wordt.

Hoofdstuk 6

Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofd- en deelvragen van het onderzoek.

Foto: ven op de Reeenberg

6.1 Conclusie

In deze conclusie zal antwoord gegeven worden op de hoofdvraag: in hoeverre kunnen beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven hersteld worden zodat karakteristieke flora weer terug zal komen?

Het herstellen van beschadigde waterstagnerende bodemlagen van het 'zure' ven kan op meerdere manieren. Door een leemlaag aan te brengen in het beschadigde ven kan de bodem weer waterstagnerend gemaakt worden. Dit een eenvoudige en vaker toegepaste manier om een bodem waterondoorlatend te maken. Een organische laag kan bijdragen aan de waterstagnering van een ven. Er kan organisch materiaal worden aangebracht in het ven waardoor er een sliblaag gevormd kan worden. Een andere manier is om een sliblaag van een ander ven aan te brengen in het beschadigde ven. Een sliblaag draagt echter wel bij aan de eutrofiëring van een ven. Gecomprimeerde humeuze zandlagen kunnen erg waterstagnerend werken. Door een strooisellaag te laten overstuiven door stuifzand kan deze laag ontstaan. Dit kan door het gebied er omheen af te plaggen, zodat het gaat stuiven. Een andere manier is om stuifzand uit een stuifzandgebied aan te brengen in een ven. Wanneer deze laag dik genoeg is zal deze de onderliggende strooisellaag comprimeren. Deze laag kan waterstagnerend werken. Voordat deze maatregel toegepast wordt, zal onderzocht moeten worden of deze laag ook daadwerkelijk waterstagnerend zal worden.

Daarnaast is het belangrijk om te kijken of bij deze herstelmaatregelen karakteristieke flora terug zal komen dat past bij het 'zure' ven. Bij het toepassen van een organische laag zal het ven eutrofiëren. Hierdoor zou het kunnen dat er geen karakteristieke flora terug zal komen. Wanneer de zaadbank van een ven volledig is verwijderd, zal karakteristieke flora niet terug komen. Een oplossing is om een zaadbank van een bestaand, kwalitatief goed ven aan te brengen in het beschadigde ven. Dit kan door zand van het bestaande ven aan te brengen in het beschadigde ven. Hierdoor zullen zaden kans krijgen om zich te hervestigen.

6.2 Aanbevelingen

Het belangrijkste bij herstel van vennen is het verrichten van vooronderzoek. Ieder ven is uniek, en heeft een eigen karakter. Het is daarom erg belangrijk om eerst vast te stellen met wat voor ven we te maken hebben. Daarna kan pas een plan worden opgesteld voor herstel van het ven.

Eerst is het belangrijk om te kijken welk soort ven het is, een 'zuur' ven, 'zwak gebufferd' ven of een 'gebufferd' ven. Wanneer de grondwaterspiegel ver onder het maaiveld ligt, is het ven bijna altijd zuur, of zeer zwak gebufferd. Ook heeft het ven dan een waterstagnerende laag.

Daarna moet onderzocht worden wat voor soort waterstagnerende laag zich bevindt onder het ven. Het is belangrijk om hier grondonderzoek voor te doen om vast te stellen wat de waterstagnerende laag is, of kan zijn geweest. Deze grondboringen moeten zorgvuldig worden uitgevoerd, zodat het ven niet verder lek raakt. Wanneer vastgesteld is wat de waterstagnerende laag is geweest bij het ven, kan worden gekeken naar een passende oplossing. Hiervoor kan hoofdstuk 3 uit dit rapport worden geraadpleegd.

Voor het versnellen van de vorming van ijzerbanden en 'kazige' B-horizonten moet er nader onderzoek worden gedaan. Hierbij moet onderzocht worden op welke manier het proces van de vorming wordt versneld en of deze lagen daadwerkelijk waterstagnerend gaan werken.

Verklarende woordenlijst

accumulatie	proces van ophoping/opeenstapeling
aerobe	opgelost zuurstof is aanwezig
alkaliniteit	zuurbufferende capaciteit, het vermogen van het water om zuren te neutraliseren
anaerobe omstandigheden	zonder zuurstof plaatsvindende omstandigheden
antropogeen	door mensen teweeggebracht
b2h	organische inspoelingslaag, horizont
bodemhorizont	zone van een bodemprofiel welke zich door de kleur en andere kenmerken van andere zones onderscheid
buffering	zuurneutraliserende vermogen van water
colloidaal	vloeibare oplossing met deeltjes
decompositie	afbraak van organisch materiaal door bacteriën en schimmels
denitrificatie	nitraat wordt omgezet naar stikstofgas (N2), gebeurt in combinatie met afbraak van organisch materiaal
detritus	organisch afval, afgestorven materiaal van planten en dieren. Bron voor nutriënten
diffusie	verplaatsing van een stof vanaf een plaats met hoge concentratie naar een plaats met lage concentratie van die stof
disperse humus	humus die gemakkelijk vervloeit en hierdoor naar diepere lagen kan verplaatsen
dispersiemogelijkheden	verspreidingsmogelijkheden
doppleriet	zwart gekleurde, amorfe, voor 100% zuiver humus
eutrofiëring	verrijking van water door toename nutriënten (stikstof van fosfor) ontstaat door overbemesting
eutroof	voedselrijk
gley	roest/reductievlekken in de bodem, veroorzaakt door fluctuaties in de grondwaterspiegel
gliede	een donkerbruin tot zwarte, meer of minder zandhoudende en veelal sterk smerende, moerige laag zonder herkenbare plantenresten
gyttja	organisch sediment, afzettingen van calciumcarbonaat na assimilatie van CO2 door planten, resten van dieren en uitwerpselen
ijzeroerlaag / B2ir	verharde ijzerlagen in de bodem, afgezet onder zuurstofrijke omstandigheden
labiele humus	humus die gemakkelijk overgaat in disperse vorm
mesotroof	matig voedselrijk
mineralisatie	afzetting van kalkzouten
moerige gronden	gronden waarbij tussen 0 en 80 cm diepte minder dan 40 cm moerig materiaal voorkomt
nitrificatie	omzetten van ammonium in nitraatstikstof
nutriënten	voedingsstoffen (stikstof/fosfor)
oligotroof	voedselarm
organische bodem	bodem zijnde veen
penetrometer	apparaat waarmee de indringingsweerstand van de grond kan worden gemeten
stagneren	stoppen/stilstaan/tegenhouden
textuursprong	snelle overgang van grover en/of minder lemig zand in fijner en/of lemiger zand en omgekeerd
verwering	aantasting / omzetting van mineralen
zaadbank	voorraad aan zaden in de bovenste bodemlagen die in slapende toestand wachten tot de kiemingcondities geschikt worden

Bronvermelding

Boeken

- Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M. (1998). *Vennen: idicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen.* Staatsbosbeheer Driebergen.
- Jongmans, A.G., Berg, M.W. van den, Sonneveld, M.P.W., Peek, G.J.W.C., Berg, R.M. van den - van Saparoea (2013). *Landschappen van Nederland: geologie, bodem en landgebruik*. Wageningen Academic.
- Woudstra, A. (2009). *Bodem en Geologie van Nederland*. Velp: Hogeschool van Hall-Larenstein.

Rapporten

- AquaSense TEC (1996). *Veluwse vennen en leemkuilen onder de loep: ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer*. In opdracht van: Zuiveringsschap Veluwe. Rapportnr.: 96.0675.
- AquaSense (2004). *Monitoring van kiezelwieren in vennen op de Reeënberg: effecten van restauratie in 2002-2003.* In opdracht van: Waterschap Veluwe.
- Arts, G.H.P., Brouwer, E., Horsthuis, M.A.P., Smits, N.A.C. (2009). *Herstelstrategie H3160: Zure vennen.* Natura 2000.
- Asmuth, J. van., Grootjans, A., Schaaf, S. van der. (2011). *Herstel van biodiversiteit en landschapsecoloigsche relaties in het natte zandlandschap: over de dynamiek van peilen en fluxen in vennen en veentjes*. Ministerie van EL&I, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij.
- Bobbink, R., Berg, L. van den, Tomassen, H. Weijter, M., Roelofs, J. (z.d.) *Effecten van verhoogde N-depositie op natuur: is herstel nog nodig?* In opdracht van: Onderzoekcentrum B-WARE, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Dekker, L.W., Wösten, J.H.M. (1983). *Hydrologische gevolgen van het losmaken van humuspodzol-B-horizonten op de Elspeetsche heide en in het Rozendaalsche veld.* Wageningen: Stichting voor bodemkartering. Stiboka-rapport nr. 1674.
- Dekker, L.W., Bannink, M.H., Booij, A.H.. (1986). *Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen*. Wageningen: Stichting voor bodemkartering. Stiboka-rapport nr. 1859.
- Dekkers, J.M.J., Stolte, J., Wösten, J.H.M. (1990). *De doorlatendheid van de bodem in het natuurgebied 'Beerzerveld': de onverzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont.* Wageningen: Staring Centrum.
- Kleinsmit, A. (2001). *Herstelplan vennencomplex Klein Zwitserland.* In opdracht van: Helicon Velp.
- Natuurmonumenten (2007). *Kwaliteitstoets: Stuwwal oost-Veluwe.*
- Natuurmonumenten (2005). *Monitoringplan Stuwwal Oost Veluwe.*
- Sevink, J., Delft, B. van, Geujen, C., Schouten, M., Tweel-Groot, L. van. (2014). *De veenbasis: kenmerken en effecten van ontwatering, in relatie tot behoud en herstel van de Nederlandse hoogvenen. Een literatuurstudie.* Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.

Tijdschriftartikelen

-Dekker, L.W., Booij, A.H., Vroon, H.R.J., Koopman, G.J. (1991). Waterhardlagen: indicatoren van een voormalig veendek. *Grondboor en Hamer,* 1991 (maart), pag. 25-30.
-Dekker, L.W., Ritsema, C.J., Booij, A.H. (1997) IJzerbanden en ijzerwanden in onze zanden: de samenhang ervan met de stroming van water. *Stromingen ,* 1997 (nr. 2), pag. 29-40.

Internetbronnen

- Geologie van Nederland (z.d.) Stuifzand. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.geologievannederland.nl/landschap/landschapsvormen/stuifzand.
- Geologie van Nederland (z.d.) IJzeroer. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.geologievannederland.nl/ zwerfstenen/beschrijvingen/ijzeroer

- ICW (1967). *Jaarverslag 1966 van het Instituut voor Cultuurtechniek en waterhuishouding*. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015, van http://www.grondwaterformules.nl/index.php/landschap/fenomenen/gliedelaag.
- Meulen, M. van der, Lang, F. de, Maljers, D., Dubelaar, W., Westerhoff, W. (2002). *Grondstoffen en delfstoffen bij naam.* Publicatiereeks grondstoffen 2002/21, Dienst Weg- en waterbouwkunde, Delft. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015, van http://nl.wikipedia.org/wiki/Gyttja.
- OB+N Natuurkennis (z.d.) *Vennensleutel*. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015, van http://www.natuurkennis.nl/sleutels/vennensleutel/
- Rijkswaterstaat (z.d.). *Bodemrichtlijn.* Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/f-isolatie/f2-methode-bovenafdichting/isolatie-bovenafdichting-uitvoeringsvormen-afdichtende-laag-doo9098.
- Trikt, J. van, Ahrens, H. (z.d.). Podzolbodem. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.geologievannederland.nl/ondergrond/bodems/podzolbodem-zandlandschap.
- Viabuild (2013). Gietasfalt. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.gietasfalt.be/.
- Vree, J. de (z.d.) *Leem*. Geraadpleegd tussen februari en juni 2015 van http://www.joostdevree.nl/shtmls/leem.shtml.

5.4 Waterveenmos-associatie, Ass. van Veenmos & Snavelbies, Ass. van Dopheide & Veenmos en Ass. van Draadzegge

(Sphagnetum cuspidato-obesi, Sphagno-Rhynchosporetum, Erico-Sphagnetum magellanici en Eriophoro-Caricetum lasiocarpae)

	SOORT	TERREINCONDITIES: WATERREGIME 1A >50	1A <50	1B	2	INUNDATIE LI	MI	KI	AI	BUFFERING 2	1 4	1 5
1	Witte snavelbies											
2	Kleine zonnedauw											
3	Lange zonnedauw											
4	Ronde zonnedauw									?		
5	Kleine veenbes											
6	Beenbreek											?
7	Lavendelhei											
8	Gewone dophei				>							
9	Kraaihei											
10	Eenarig wollegras											
11	Struikhei				>							
12	Pijpestrootje				>					<		
13	Zachte berk				>							
14	Veenpluis											
15	Knolrus s.l.									<		
16	Klein blaasjeskruid									<		
17	Wateraardbei									<		
18	Duizendknoopfonteinkruid									<		
19	Drijvende egelskop											
20	Snavelzegge									<		
21	Waternavel									<		
22	Draadzegge									<		
23	Waterdrieblad									<		
24	Zompzegge									<		
25	Moerasstruisgras									<		
26	Pitrus									<		
27	Waterpeper					?	?			<		?
28	Lisdodde-GROEP									<		
29	Mannagras									<		?
30	Riet									<		
31	Waterveenmos											
32	Wrattig veenmos											
33	Hoogveenmos											
34	Rood veenmos											
35	Slank veenmos											
36	Dof veenmos									?		
37	Groot veenmos											
38	Ven-sikkelmos											

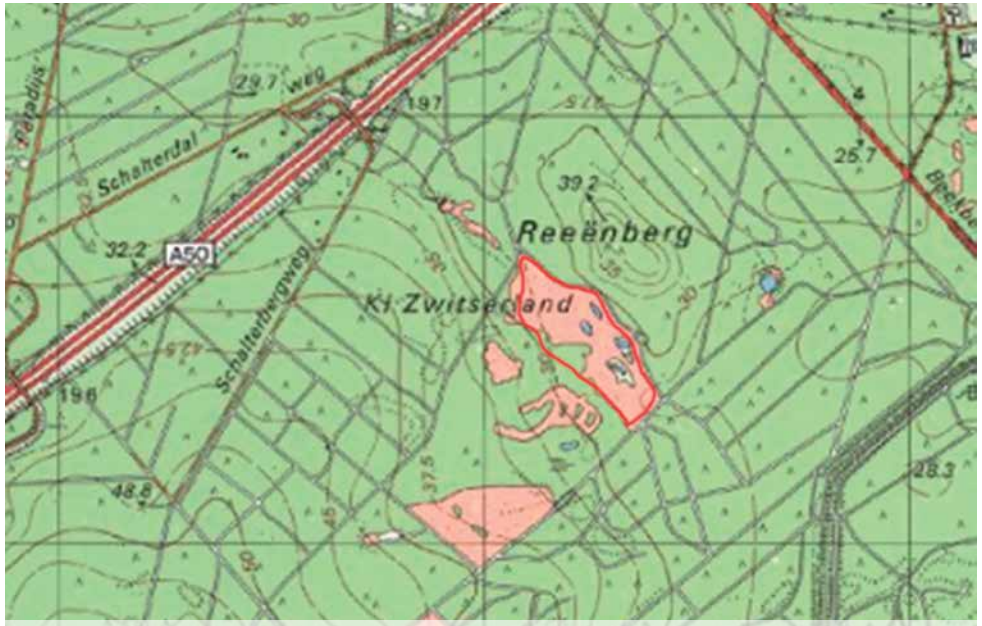
	TROFIEGRAAD 1A	1B	2	FLUCTUATIE WATERST	STIKSTOFVORM	REACTIE OP:	VERDROGING	VERNATTING:	GEEN INNUNDATIE	MET INNUNDATIE	VERARMING&VERZURING ***	VERRIJKING: **	+ NH4 & VERZURING **	+ N/P	+ N/P & ALKALISERING	SUCCESSIE NAAR	SOORT	
1				C			–							–	–		Rhynchospora alba	1
2				C			–				-			–	–		Drosera intermedia	2
3				C			–						-/–?	–	–		Drosera longifolia	3
4							-							–	–		Drosera rotundifolia	4
5				C			–							–	–		Oxycoccus palustris	5
6				ZF													Narthecium ossifragum	6
7				C/ZF			-				++			–	–		Andromeda polifolia	7
8										-/–	++			–	–		Erica tetralix	8
9				C/ZF			+			–							Empetrum nigrum	9
10				MF			+				++			–	–		Eriophorum vaginatum	10
11							+		-	–	++						Calluna vulgaris	11
12			>	MF/SF	NH4		+		-	-/–			+	+		+21	Molinia caerulea	12
13				MF/SF			+/++						+/++	+/++		++16	Betula pubescens	13
14														–	–		Eriophorum angustifolium	14
15			>		NH4								+			+2	Juncus bulbosus	15
16				C			–				–						Utricularia minor	16
17			>	C										++	++		Potentilla palustris	17
18				C/ZF	NO3		–						-?				Potamogeton polygonifolius	18
19				C/ZF	?		–				–		-?		++		Sparganium angustifolium	19
20				C/ZF							–						Carex rostrata	20
21			>								–			++	++		Hydrocotyle vulgaris	21
22				C							–						Carex lasiocarpa	22
23				C							-						Menyanthes trifoliata	23
24				C							–			++	++		Carex curta	24
25			>		NH4								+/++	++			Agrostis canina	25
26			>								-?		++?	++	++	++24	Juncus effusus	26
27			>											++	++	++14	Polygonum hydropiper	27
28			>											++	++	++12	Typha-GROEP	28
29			>											++	++		Glyceria fluitans	29
30			>											++	++	++12	Phragmites australis	30
31				C	NH4		-/–			++				-/–	–		Sphagnum cuspidatum	31
32				C/ZF			-/–		+/++	+	++			–	–	++8	Sphagnum papillosum	32
33				C/ZF			–		++		+			–	–	++8	Sphagnum magellanicum	33
34				C/ZF			–				++		-?	–	–	++8	Sphagnum rubellum	34
35			>	C/ZF/MF			-/–			+			+	–	–		Sphagnum recurvum	35
36				C			–				-?			–	–		Sphagnum majus	36
37				C			-/–				-			-/–	-/–		Sphagnum denticulatum	37
38			>		NH4								+/++	+/++	–	+/++25	Drepanocladus fluitans	38

** bij bufferingsgraad 3 en hoger speelt vooral verzuring een rol, bij 1 en 2 vooral verrijking met toename van NH4.

*** verarming en verzuring is hier een natuurlijk proces

1830

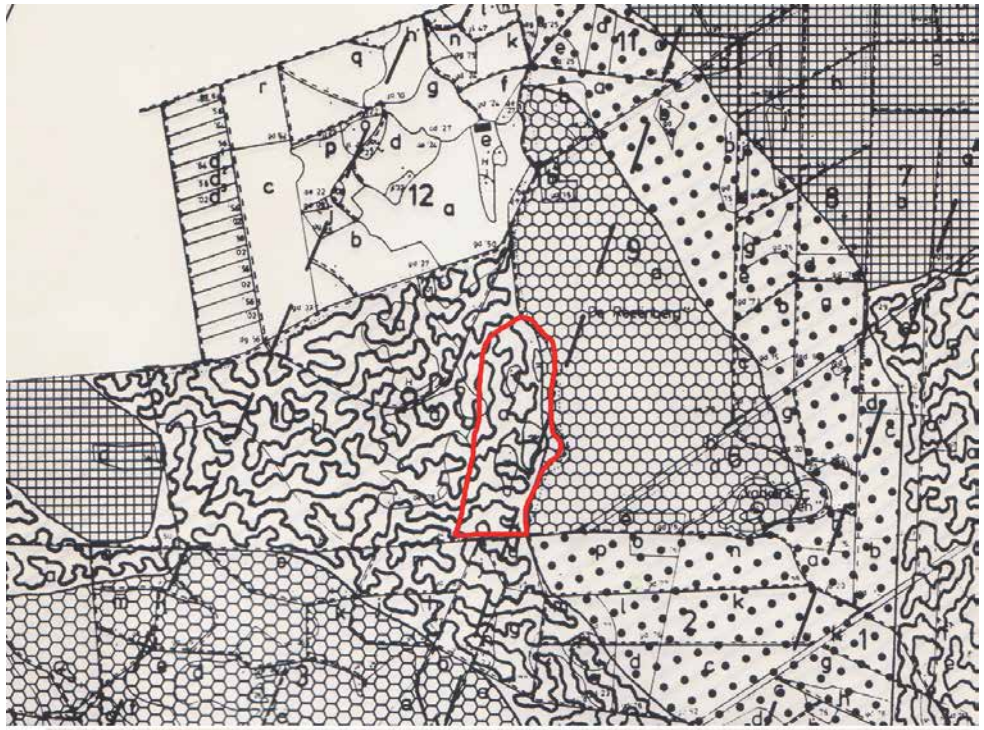
1920



1988

2015

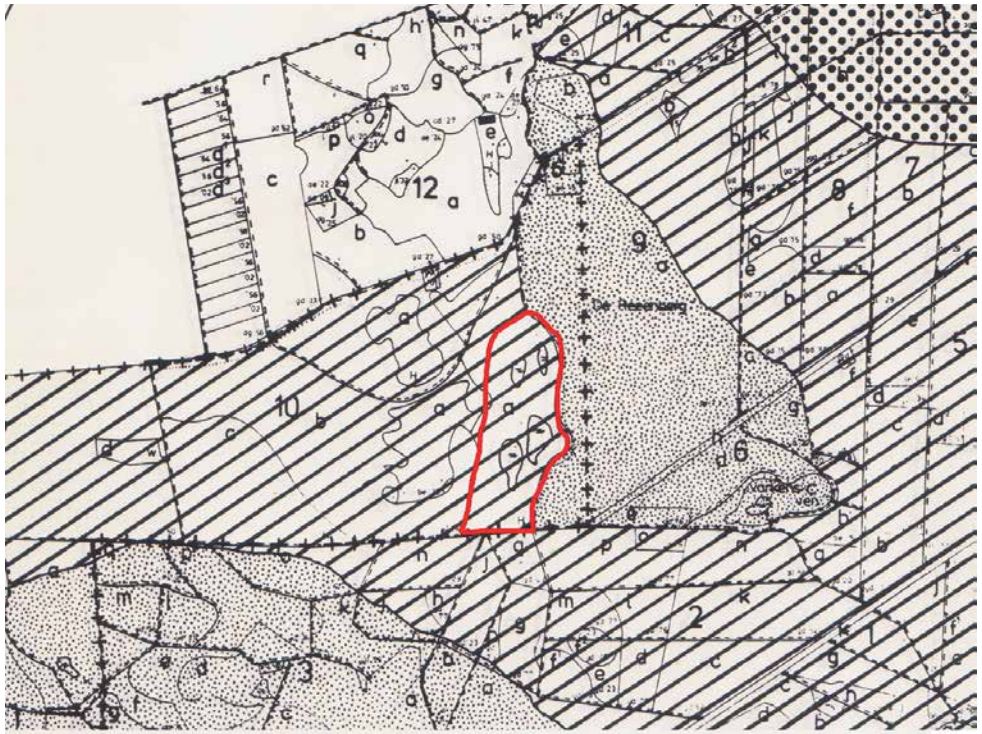
Bijlage 3 | Geologie en geomorfologie (Natuurmonumenten, 1985)



LEGENDA

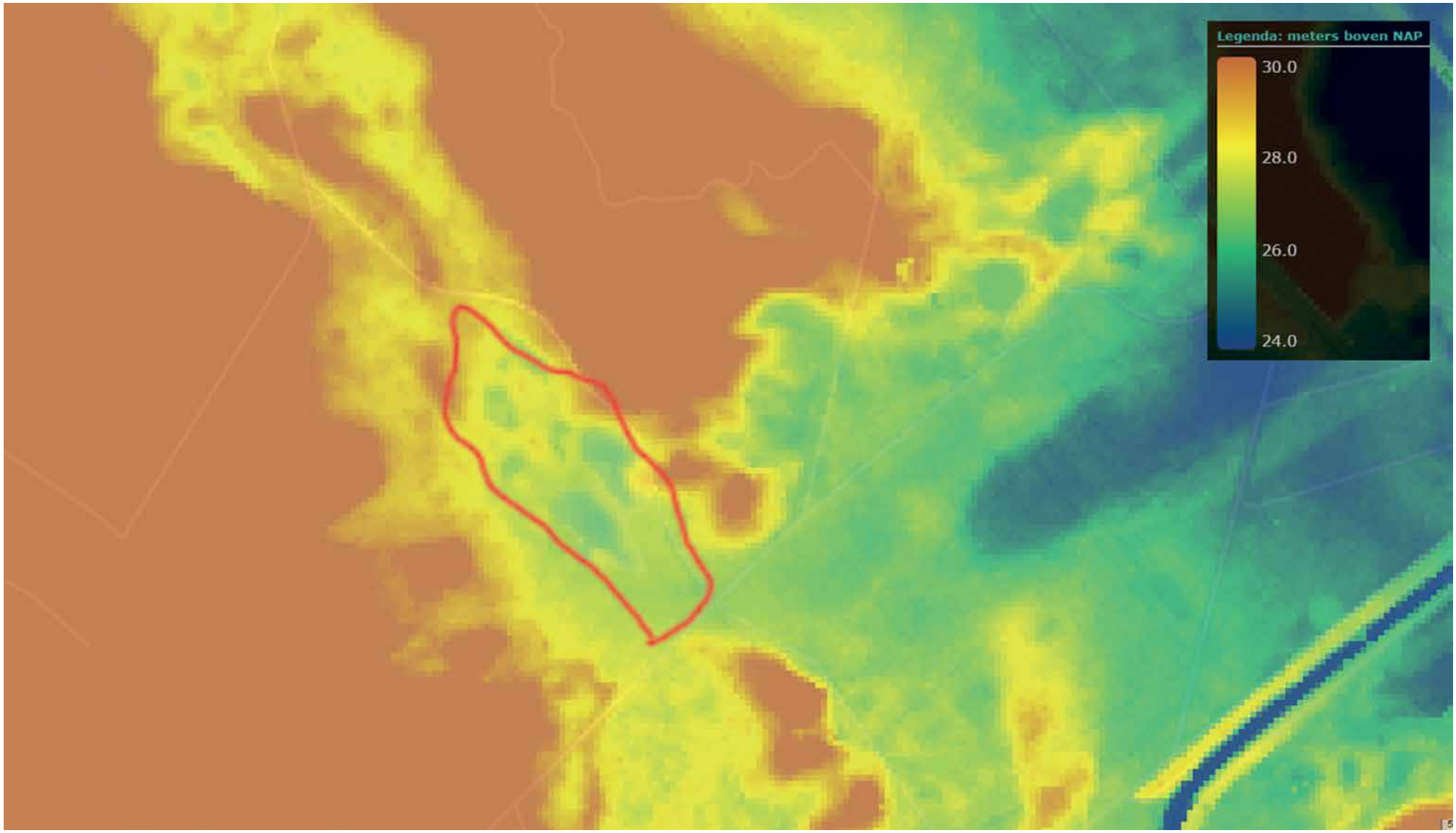
- strekkingsrichting van de stuwwal
- dalvormige laagten
- reliëfrijke delen; hoge heuvels en heuvelruggen, onregelmatig; steile hellingen; max. hoogteverschil 12½m
- minder reliëfrijke delen; lage heuvels, ruggen en welvingen; max. hoogteverschil 1½ à 12½m.
- hoge delen

Bijlage 4 | Bodemkaart (Natuurmonumenten, 1985)



LEGENDA

- holtpodzol met grof zand en grind
- haarpodzolgrond
- duinvaag met leemarm en zwak lemig fijn zand
- onvergraven bodem


Legenda: meters boven NAP
30.0
28.0
26.0
24.0

Bijlage 6 | Streefbeeld vennencomplex Klein Zwitserland (Schoonakker, J., C. Melissen, M. Pijpers, S. Raicu, 2003)

Permanentie	Streefbeeld	Parameter	Streefwaarde
Waterdiepte	open water tot droogvallend (enkel gevoed door regenwater)	Waterdiepte	20 tot 50 cm

Morfologie	Streefbeeld	Parameter	Streefwaarde
Talud oever	Flauwe oever	Talud	1:10

Abiotiek	Streefbeeld	Parameter	Streefwaarde
Zuurgraad	zuur milieu	pH	4 - 5,5
Bufferend vermogen	vrijwel ongebufferd	Alkaliteit (HCO3)	< 0,1 meq/l
Nutriënten	oligotroof milieu		
Natrium		N	< 1 mg/l
Fosfor		P	< 0,05 mg/l
Ammonium		NH4	< 0,4 mg/l
EGV		EGV	< 100 uS/cm
Calcium		Ca	1 - 5 mg/l
Sulfaat		SO4	< 30 mg/l
Carbonaat		CO2	0 mg/l

Soorten	Streefbeeld	Soort	Streefwaarde
Planten	Vegetatie van zure vennen	Oeverzone: witte snavelbies, snavelzegge, veenpluis, ronde zonnedauw, kleine zonnedauw, draadzegge	> 500 exx. per soort
		Waterlaag: Klein blaasjeskruid, knolrus	> 500 exx. per soort
Diatomeeën	Karakteristiek voor zure vennen	Navicula parasubtillissima, N. Micropunctata, Eunotia denticulata, e. Fallax, tabbelaria binalis, Neidium densestriatum	5 of meer doelsoorten per monster
Mossen	Veenmos-ontwikkelingen	waterveenmos, geoorde veenmos, rood veenmos, wrattig veenmos	goed ontwikkelde veenmosvegetaties in oeverzone
Libellen		venglazenmaker, venwitsnuitlibel, zwarte heidelibel, tangpantserjuffer, noordse witsnuitlibel	voortplantingspopulatie
Amfibieën		heikikker	voortplantingspopulatie

16 april 2015

Ven met bentonietmat
Pijpenstrootje
Pitrus
Gewoon dophei
Struikhei
Gewoon haarmos

Niet-hersteld ven
Pijpenstrootje
Struikhei
Gewoon dophei
Waterveenmos
Gewoon haarmos

4 juni 2015

Ven met bentonietmat
Pijpenstrootje
Pitrus
Gewoon dophei
Struikhei
Gewoon haarmos

Niet-hersteld ven
Pijpenstrootje
Struikhei
Gewoon dophei
Waterveenmos
Gewoon haarmos

Fig. 7.1 Gewoon dophei

Fig. 7.2 Gewoon haarmos

Fig. 7.3 Pitrus

Fig. 7.4 Waterveenmos

Deskundige begeleider

Hogeschool van Hall-Larenstein
Sieger Broers
026 3695642

Situering

Het onderzoeksgebied waar de grondboringen verricht zullen worden is vennencomplex 'Klein Zwitserland' op de Reeënberg te Loenen. De grondboringen zullen verricht worden in het kader van het onderzoek naar het herstel van de beschadigde waterstagnerende laag in de vennen. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van Natuurmonumenten. Om een beter advies te geven is het uitvoeren van een grondboring gewenst. Hierbij zal worden gekeken wat de waterstagnerende laag onder de vennen is, en daarmee kan een advies worden gegeven hoe deze waterstagnerende laag hersteld zal kunnen worden.

Op figuur 8.1 is te zien waar de grondboringen verricht zullen worden. Ten eerste zal er geboord worden naast het nog niet-herstelde ven. Hierbij zal gekeken worden hoe de grondopbouw is, en wat de laagopbouw is. Daarnaast zal een boring gedaan worden op het hogere deel naast dit ven. Ook zal er een boring gedaan worden in het noordelijke topje van het gebied, aan de hand van de AHN-kaart is te zien dat dit een hoger gelegen plek is, waarschijnlijk zullen de vennen vanaf deze hogere plek gevoed worden met water en zal hier nog een waterstagnerende laag aanwezig zijn. Op de randen van twee andere niet-herstelde vennen zal een boring verricht worden, om te kijken of hier nog een waterstagnerende laag aanwezigd is.

De grondboring zal verricht worden met handgereedschap (edelmanboor) zodat er geen schade aangericht zal worden aan het natuurgebied. De auto zal op de zandwegen blijven.

Omschrijving grondboring

1) de auto met grondboor zal tegenover de parkeerplaats van de waterval het gebied inrijden. Op figuur 8.2 is te zien welke route er naar het gebied genomen wordt;
2) hierna zullen de boringen verricht worden volgens de grondboringnummers op figuur 8.1;
3) met een handboor zal een gat geboord worden van 1 meter diepte;
4) het boorprofiel zal worden gelegd op een plastic folie, er zullen foto's gemaakt worden van het boorprofiel;
5) de boringen zullen per 10 cm worden opgeborgen in zakjes en genummerd;
6) daarna zal het boorgat worden opgevuld met bentoniet;
7) (volgnummers 3 tot en met 6 zullen bij elke boring verricht worden);
8) het veld zal worden opgeruimd, en in voormalige toestand worden achtergelaten;
9) de auto zal via dezelfde route het gebied verlaten.

Fig. 8.1 Situatie grondboringen (Aerodata International Surveys, 2015)

Fig. 8.2 Route richting plangebied (Aerodata International Surveys, 2015)

Natuurmonumenten

Noordereinde 60
Postbus 9955
1243 ZS 's-Graveland

T (035) 655 99 33
F (035) 656 31 74
www.natuurmonumenten.nl

IBAN NL 58 INGB 0666 0285 24
BIC INGBNL2A

KvK nr. 40516730

Berthilda van den Berg
bberg021193@gmail.com

Datum	29 april 2015
Behandeld door	Ellen ter Stege
Telefoonnummer	055-505 2924 of 06-2525 6382
Ons kenmerk	WV2015-10
Natuurgebied	Reeenberg
Onderwerp	wetenschappelijke vergunning

beste Berthilda

Hierbij hebben wij het genoegen je een vergunning te verlenen om in de aan de vereniging toebehorende natuurgebieden,

Reeënberg

Wetenschappelijk onderzoek te verrichten inzake bodemkunde.

Deze vergunning wordt verleend onder de algemene toegangsvoorwaarden zoals vermeld op de toegangsborden aan de ingangen van het gebied. In afwijking daarvan, maar alleen voor zover het onderzoek dat nodig maakt en onverlet eventuele andere vereiste vergunningen, zijn de onderstaande bijzondere voorwaarden van kracht:

- *Zich buiten wegen of paden begeven is toegestaan met maximaal 3 personen.*
- *Het is toegestaan om grondboringen uit te voeren en grondmonsters te nemen t.b.v. onderzoek conform het aangeleverde onderzoeksplan.*
- *Ten behoeve van het onderzoek mag u met de auto naar het projectgebied rijden, op voorwaarde dat de conditie van de paden dit toestaat.*

U dient tegen het risico van Wettelijke Aansprakelijkheid verzekerd te zijn, deze vergunning bij een bezoek bij u te dragen en op verzoek van het personeel van Natuurmonumenten te tonen. Deze vergunning is, behoudens tussentijdse intrekking, geldig op 1 mei 2015.

Wij wensen u veel succes toe met uw onderzoek en zien de resultaten ervan met belangstelling tegemoet. Met vriendelijke groet,

Hans van Dijk
b.a.
Beheerder Oost-Veluwe

Profielopbouw grondboring 1

Diepte t.o.v. maaiveld (cm)	Kleur	Textuur	Bijzonderheden	Monster
0 tot 50	bruin	matig humeus , fijn zand		1 - (1)
50 tot 53	donkerbruin	sterk humeus, fijn zand		1 - (2)
53 tot 63	bruin	humeus, fijn zand	nat	1 - (3)
63 tot 66	donkerbruin	sterk humeus, fijn verkit zand	keiharde laag	1 - (4)
66 tot 69	roodbruin	humeus, fijn verkit zand	keiharde (ijzer)laag	1 - (5)
69 tot 74	geel	zwak humeus, fijn, verkit zand	matig harde laag	1 - (6)

Profielopbouw grondboring 2

Diepte t.o.v. maaiveld (cm)	Kleur	Textuur	Bijzonderheden	Monster
0 tot 2	donkerbruin	humeuze, smeerachtige laag	schoensmeerachtig	2 - (1)
2 tot 20	grijsbruin	matig humeus fijn zand	droog	2 - (2)
20 tot 23	donkerbruin	sterk humeus, fijn verkit zand	droog, keiharde laag	2 - (3)
23 tot 26	roodbruin	humeus, fijn verkit zand	droog, keiharde (ijzer)laag	2 - (4)
26 tot 70	bruingeel	matig humeus, fijn zand		
70 tot 100	geel	fijn zand, humeusarm		

Profielopbouw grondboring 3

Diepte t.o.v. maaiveld (cm)	Kleur	Textuur	Bijzonderheden
0 tot 5	grijs	fijn zand, humeusarm	zeer droog
5 tot 10	donkerbruin	humeus, fijn zand	droog
10 tot 20	geel	fijn zand, humeusarm	droog

Profielopbouw grondboring 4

Diepte t.o.v. maaiveld (cm)	Kleur	Textuur	Bijzonderheden
0 tot 2	bruin	humeuze strooisellaag	
2 tot 30	grijsbruin	licht humeus, fijn zand	
30 tot 60	donkerbruin	sterk humeus, fijn zand	nat
60 tot 64	donkerbruin	sterk humeus, fijn verkit zand	harde laag

Profielopbouw grondboring 5

Diepte t.o.v. maaiveld (cm)	Kleur	Textuur	Bijzonderheden	Monster
0 tot 2	donkerbruin	humeuze strooisellaag	schoensmeerachtig	
2 tot 35	grijs	fijn zand, humeusarm	nat (na een paar minuten)	
35 tot 45	bruin/zwart	sterk humeus, fijn verkit zand	keiharde laag	5 - (1)
45 tot 60	roodbruin	humeus, fijn verkit zand	keiharde (ijzer)laag	5 - (2)
60 tot 70	bruingeel	fijn, verkit zand	matig harde laag	5 - (3)
70 tot 95	geel	matig fijn zand, lemig		
95 tot 100	geel	grof zand		

Profiel grondboring 1

Profiel grondboring 2

Profiel grondboring 3

Grijze uitspoelingslaag (grondboring 4)

Humeuze inspoelingslaag (grondboring 4)

Profiel grondboring 5

Duidelijke ijzerlaag (grondboring 1)

Haarpodzolgrond

Louis Dekker

Water stroomt niet verticaal over een ijzerbandje, dit is een mythe! Wel kan deze in onverzadigde toestand enige waterondoorlatendheid hebben. Deze ijzerwanden komen niet altijd voor onder vennen. Fijne organische stof bepaald voor een groot deel de waterondoorlatendheid. Deze organische stof hoopt op en gaat tussen de porien zitten. Fijne stof op grof zand houd water voor enige tijd vast. Door fijne organische stof te laten inwaaien zal de ondoorlatendheid van de bodem kunnen worden versterkt. Deze laag moet wel dicht genoeg zijn. 8 – 15 cm is niet dik genoeg. Organische stof door stuifzand laten overwaaien en daarna verdichten, zo ontstaat een verkitte laag. De drablaag in een ven moet dus nooit verwijderd worden.

Emiel Brouwer

Kalkarme leem is een goede optie om een zuur ven te herstellen. Om te kijken hoe ver de ondoorlatende bodem van de vennen zich in de omgeving strekt, kan er gekeken worden naar de vegetatie. Bij wegzijging naar de ondergrond is er struikheide te vinden, hier kan de bodem dus lek zijn. Waar het water vandaan komt, waar de bodem niet lek is, is veenmos, snavelbies en dophei te vinden. Ook zou het interessant zijn om peilbuizen te plaatsen, om te kijken waar het water vandaan komt. Wanneer de bodem helemaal lek zou zijn, kan er helemaal geen water staan, dan zijgt het water meteen weg naar de ondergrond. Dus zal de ondoorlatende bodem op sommige plekken zijn lekgemaakt, en zullen deze lekken nu zijn dicht gegaan door organische stof. Inbrengen van organische stof is helemaal geen optie, want daar wordt het ven voedselrijk van. Bij zure vennen is het niet belangrijk om bos te kappen. Zure vennen hebben juist CO2 nodig van bladinval van bomen, omdat de veenmossen daarvan leven. De vennen zien er niet te droog uit, zoals Brouwer het van de foto's kan zien, zien ze er gewoon voedselarm uit en is er niet veel pitrus aanwezig. Wanneer een ven dopheide en andere natte soorten bevat, valt deze niet helemaal droog in de zomer, maar zal deze minstens vochtig blijven. Dus waarschijnlijk hebben de vennen zichzelf al redelijk hersteld. Als dit zo is, dan is het beter om niets te doen, want anders moet de toplaag weggegraven worden, een leembodem aangebracht worden, en dan opnieuw ontwikkelen. Het zou beter zijn om deze situatie te handhaven, omdat de bodem zich al hersteld.

Toine Jongmans

Beschrijving van een gecomprimeerde humeuze zandlaag. Van boven naar beneden zie je een stuifzandlaag die ligt op een volledige haarpodzolgrond (hydrologisch droog).
Een deel of de gehele strooisellaag (Ob horizont) is aanwezig. Door de meter zand die er op gestoven is, is deze organische laag gecomprimeerd, waardoor deze ondoorlatend is geworden. Dit wordt nog versterkt omdat het onderste deel van de strooisellaag bestaat uit zwarte amorfe organische stof die je sterk kunt verdichten door het gewicht van het bovenliggende zand. Op deze verdichte Ob horizont blijft het regenwater staan. Heel merkwaardig dat je op een hoog deel in dit landschap een permanente schijngrondwaterstand hebt. Een gecomprimeerde strooisellaag is er de oorzaak van. Deze haarpodzolgrond heeft voordat het ging stuiven in een topografisch lagere positie gelegen dan de omliggende haarpodzolgronden. Zo'n lagere plek bevat langer water dan de hogere plekken. De laatste zijn hierdoor stuifgevoeliger. Het zand waait in de nog bestaande vegetatie van de lagere plek, die hierdoor topografisch hoger wordt en uiteindelijk een fort is (inversie van het landschap).