

organisms of inner earth and outer space' van Michael Ray Taylor, al was het maar vanwege de titel.) Bij mijn weten is dit voor het eerst dat dit onderwerp leesbaar en in het Nederlands wordt beschreven. Hier en daar zou ik een woordenlijstje wensen, bijvoorbeeld wanneer hyporheische stygofielen aan bod komen, of stygobionten uit de Dynarische regio, maar dankzij de goede index is dit geen bezwaar. Het grappige is dat het voorkomen van de grondwaterdier-tjes in veel gevallen de uitbreiding van de pleistocene ijskappen reflecteert. Tijdens koude perioden en in koude gebieden floeren ze minder goed. Nieuw voor mij zijn Nederlandse grondwaterfaunaregio's, en ik ben blij dat er mensen zijn die zich daarin verdiepen.

Hoofdstuk 5 tenslotte gaat in op ecohydrologie, verdroging, grondwaterregimes, grondwaterafhankelijke natuur en vegetatieafhankelijk grondwater, voorafgegaan

door een foto waarop we één van de auteurs een peilschaal in een ongetwijfeld Brabants ven zien rammen. Een literatuuroverzicht en een goede index completeren het geheel.

Een prettig lettertype, een heldere vormgeving en duidelijke kleurrijke figuren maken het boekje aangenaam leesbaar. Meer dan 80 gulden is vrij fors voor een niet al te dikke paperback, maar omdat de meeste lezers professioneel in het grondwaterbeheer of grondwateronderzoek werkzaam zullen zijn, zal dit waarschijnlijk niet zo'n groot bezwaar zijn. De inhoud zou verplichte kost voor Nederlandse studenten hydrologie moeten worden én voor allen die zich reeds beroepsmatig met grondwaterbeheer bezig houden en menen alles wel te weten.

*Michael R. van der Valk*

---

### **Biochemical Constraints for Restoration of Sulfate-rich Fens**

door Esther C.H.E.T. Lucassen; proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen, 150 pag, ISBN 90-9017602-0.

Op velerlei terreinen is een eerste indruk van vitaal belang, en als het proefschrift van Esther Lucassen nu ergens niet goed in is, dan is het in imponeren op het eerste gezicht. De omslag is niet mooi (het duurde een paar dagen voordat ik begreep dat de omslagfoto niet gefotoshopt was, maar dat het om natuurlijke kleuren ging), en eigenlijk is het gewoon dun. Als bij het vluchtig doorbladeren blijkt dat de enige kleurenfiguren een melige veldwerk-collage is, moet er iets overwonnen worden. Ik begon al na te denken over een opening in de trant van 'hoe makkelijk is het tegenwoordig om te promoveren? Je pakt zeven artikelen, schrijft er een in- en uitleiding bij, en klaar is kees'.

De tweede stap in de bestudering van het proefschrift is het doorwerken van de Nederlandse samenvatting, en toen bleek al direct dat ik mijn eerste impressie moest bijstellen. De samenvatting is namelijk gewoon een vloeiend verhaal van A tot Z over een probleem wat grondig onderzocht is, en bovendien nog tot een antwoord op concrete vragen leidt. Met een houding van 'Oh, staat dat er allemaal in!' heb ik me op de 135 voorgaande pagina's gestort.

Esther Lucassen heeft onderzoek gedaan naar de natuur in veengebieden in de nabijheid van de Maas. In de jaren zeventig van de vorige eeuw is in veel van die gebieden de grondwaterstand met soms meer dan 1 meter verlaagd. Dat is niet goed voor de natuur, en na een jaar of twintig zijn we die gebieden gaan herstellen. Middels stuwen is het peil in omliggende watergangen grondig verhoogd, wat er toe leidde dat het gebied weer nat en zompig werd, maar de natuur

van vroeger niet terug kwam. Blijkbaar gaat er iets mis in het systeem. Esther Lucassen heeft zich daarbij gericht op de chemie van macro-parameters als nitraat, sulfaat, fosfaat, ijzer en kalk.

Na een inleiding begint hoofdstuk 2 van het proefschrift dus over de soorten die in dit soort gebieden voorkomen. Als niet-ecoloog struikel ik over de Latijnse namen, die mij overigens net zo weinig zeggen als de Nederlandse equivalenten. Het voorkomen van de plantensoorten wordt gerelateerd aan chemische macro-parameters als ammonium, calcium en magnesium.

In hoofdstuk 3 wordt een lage pH en hoge ammoniumconcentratie in verband gebracht met de afname van *Cirsium dissectum*, één van de gewenste planten in de veengebieden. Het betreft een hydro-cultuur-experiment, waar vrijelijk met mineralenvoorziening geëxperimenteerd kan worden. De combinatie hoog ammonium met lage pH is schadelijk voor de plant, terwijl het gewas wel een lage pH bij een hoge nitraatconcentratie verdraagt. Voorzichtig wordt er al op gewezen dat een terrein in de winter periodiek gevoed moet worden door het grondwater. De base-rijkdom van het kwellende grondwater zorgt voor een opbouw van het zuurbufferend vermogen van de bodem. Op die manier kan het schadelijk effect van hoge ammoniumconcentraties voor de gewenste gewassen worden voorkomen.

Hoofdstuk 4 beschrijft een zelfde soort analyse voor ijzer en *Glyceria fluitans*, maar dan in een veldsituatie. Bij hoge grondwaterstanden raakt de bodem anoxisch, waarbij onoplosbaar Fe(III)oxiden worden omgezet in Fe(II) in oplossing. Daar kan het gewas niet tegen.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 het sediment onderzocht. De sulfiden zijn daarin vaak met ijzer gebonden tot pyriet. Afbraak van dit materiaal is verzurend en leidt tot verhoogde concentraties zware metalen als de bodem te weinig calcium en

magnesium bevat. Esther presenteert de S/(Ca + MG)-ratio. Zolang deze niet hoger wordt dan 2/3, leidt afbraak niet tot verzuuring en verhoogde concentraties zware metalen.

Hoofdstuk 6 beschrijft hierna wat er gebeurt als sulfaatrijk water in natuurgebieden wordt vastgehouden om verdroging te bestrijden. Het sulfaat wordt omgezet tot sulfide en bindt zich aan ijzer, het fosfaat dat eerst aan ijzer gebonden was wordt gemobiliseerd. Dat leidt tot een ongewenst eutroof milieu, met de bijbehorende eutrofe vegetatie. Dit probleem kan verholpen worden door periodiek de grondwaterstand te verlagen, waardoor het de sulfide van de pyriet door zuurstof weer omgezet wordt in sulfaat, en het ijzer weer beschikbaar komt om het fosfaat te binden. De conclusie: domweg verhogen van de grondwaterstand leidt tot fosfaatrijke eutrofe vegetatie, maar periodiek toch weer verlagen leidt wel tot het gewenste effect. In vorige hoofdstukken viel al op dat Esther weinig woorden gebruikt om de metingen te beschrijven, maar voor de discussie ruimschoots plek inruimt. Bij hoofdstuk 6 bedraagt de discussie 5 pagina's tekst zonder plaatjes.

In hoofdstuk 7 worden de bevindingen van het vorige hoofdstuk onderzocht in een veld-experiment en in hoofdstuk 8 wordt de rol van nitraat in dit verhaal toegelicht. Als alle nitraat wordt afgebroken door pyriet, ontstaat de situatie zoals in hoofdstuk 6 beschreven. Als er nitraat in overvloed is, zal het sulfaat niet tot sulfide worden omgezet, en blijft het fosfaat gebonden aan ijzer.

Tenslotte is hoofdstuk 9 de synthese van de voorgaande hoofdstukken, en synthese betekent in dit proefschrift ook echt synthese. Ik heb wel vaker proefschriften gezien en besproken, en dikwijls was de voornaamste prestatie dat er *veel* werd beschouwd. Leuker zijn de proefschriften waar de zaken *diep* worden beschouwd. De

klasse van het proefschrift van Esther Lucassen is dat de elementen *integraal* worden beschouwd. Alle onderdelen komen op hun plek te liggen, en passen in één verhaallijn, in één beschouwing van een vraagstuk, waar aan het eind ook nog eens een heel praktisch advies uit volgt: vernatting is niet domweg het grondwater omhoog zetten, maar de bodem een kans te geven om de oude chemische evenwichten te herstellen, door periodiek weer het grondwater te verlagen.

In de weinige woorden van de Nederlandse samenvatting (ruim 2 kantjes) wordt dus

niet de inhoud van de hoofdstukken verkort herhaald. Het is een vloeiende beschouwing van de analyse, opgebouwd uit alle elementen van de hoofdstukken uit het proefschrift. Het bewijst dat Esther niet verdronken is in de hoeveelheid, maar het overzicht over veel en diep heeft behouden. Iedereen die plannen heeft om het grondwater te verhogen zou kennis moeten nemen van dit proefschrift, om ook vat te krijgen op de veelal onderbelichte chemische gevolgen van vernatting.

*Harry Boukes*