



# Nieuwe kijk op fosfaatbeschikbaarheid in kalkrijke en ijzerrijke venen

Lang is gedacht dat aanvoer van zowel ijzerrijk als kalkrijk grondwater in veengebieden zou leiden tot een lage beschikbaarheid van fosfaat, wat goed is in tijden van hoge stikstofdepositie. Een studie in Nederlandse en Zweedse kalkmoerassen (H7230), trilvenen (H7140) en blauwgraslanden (H6410) laat echter zien dat de rol van ijzer en calcium niet hetzelfde lijkt te zijn. In ijzerrijke venen is namelijk niet alleen de bodem rijk aan P, maar ook de vegetatie. Ook lijkt ijzerarme, maar basenrijke kwel tot P-gelimiteerde condities te leiden. Schoon, ijzerarm, maar kalkrijk oppervlaktewater lijkt zelfs soelaas te bieden bij gebrek aan ijzerrijk en kalkrijk grondwater. Voor kalkmoerassen, trilvenen en blauwgraslanden is het blijkbaar niet nodig dat het water ijzerrijk is.

— Annemieke Kooijman (Universiteit van Amsterdam), Ivan Mettrop (Altenburg & Wymenga), Tessa Neijmeijer (Geodan), Casper Cusell (Witteveen+Bos), Lars Hedenäs (Botanisch Museum Stockholm) en Leon Lamers (Radboud Universiteit)

> Basenrijke venen als kalkmoerassen (H7230), trilvenen (H7140A) en blauwgraslanden (H6410) behoren tot de door de EU beschermde Natura 2000-habitats. De biodiversiteit is hoog in deze venen, en er komen habitatrictlijnsoorten voor als groenknolorchis en geel schorpioenmos. Daarnaast zijn ook het bedreigde rood schorpioenmos en groen schorpioenmos kenmerkende soorten. Basenrijke venen zijn in heel Europa bedreigd en de staat van instandhouding in Nederland is voor kalkmoerassen, trilvenen en blauwgraslanden zeer ongunstig. Een van de bedreigingen is eutrofiëring, vooral met fosfor (P). Om hieraan iets te



kunnen doen, is het belangrijk om meer te weten over hoe de P-beschikbaarheid in de veenbodems wordt gereguleerd door calcium en ijzer.

### Calcium- en ijzerrijke venen

Basenrijke venen verschillen, afhankelijk van het aangevoerde water, in de hoeveelheid calcium en ijzer in de bodem. Zowel calcium als ijzer kunnen P binden in de bodem. Als er veel calcium of ijzer in het (grond)water zit, kan P in principe neerslaan in de bodem in de vorm van calciumfosfaat of ijzerfosfaat. Dit is belangrijk, omdat vooral kalkmoerassen en trilvenen vaak P-gelimiteerd zijn. Door de lage P-beschikbaarheid kunnen de planten niet zo hard groeien en blijft de vegetatie relatief laag en open, waardoor kleine karakteristieke vaatplanten en mossen een kans hebben. Dit principe van het vastleggen van P aan ijzer wordt onder andere in het Naardermeer, de Oostelijke Vechtplassen en de Nieuwkoopse plassen gebruikt voor defosfatering van het oppervlaktewater voordat dit het gebied instroomt.

De laatste jaren is echter discussie ontstaan over de rol van ijzer bij de vastlegging van P in de bodem. Uit onderzoek in beekdalen bleek namelijk dat hoge ijzergehaltenes in het water niet alleen leiden tot hoge P-gehaltenes in de bodem, maar ook tot hoge P-gehaltenes in de vegetatie, en dus mogelijk tot snellere plantengroei. Wij hebben dit proces nader onderzocht in 25 basenrijke veengebieden in Nederland en midden-Zweden met verschillende gehaltenes aan calcium en ijzer in de bodem (figuur 1). Opvallend was dat de venen in Zweden en Nederland dezelfde patronen in P-beschikbaarheid lieten zien, ondanks verschillen in klimaat en milieudruk. Dat geeft dus aan dat de hogere P-belasting die we in Nederland hebben, geen rol speelt.

### Ijzer belangrijker voor P dan calcium

In het onderzoek bleek dat ijzer belangrijker was voor de P-beschikbaarheid dan calcium. Vorming van calciumfosfaat en de bijbehorende lage bovengrondse biomassa van de vegetatie vonden we alleen in twee extreem kalkrijke venen in Zweden met calciumgehaltenes van ongeveer 30 procent van de bodem. In alle andere venen was het Ca-gehalte maximaal 3 procent, wat geen effect had op de P-beschikbaarheid of biomassa-productie. De hoeveelheid ijzer in de bodem bleek wel belangrijk. Bij hogere ijzerconcentraties neemt de hoeveelheid P namelijk fors toe in zowel de bodem als de vegetatie (figuur 2). Door de grotere hoeveelheid ijzer gaat de bindingscapaciteit voor P in de bodem omhoog, en kan de vegetatie meer P opnemen. De toename van het P-gehalte van ijzerarme naar ijzerrijke venen is zodanig dat de N:P ratio van de vegetatie afneemt van bijna 23 naar rond de 10 g/g. Dit geeft aan dat de groei van planten in ijzerarme venen gelimiteerd wordt door P, waardoor de vegetatie laag en open blijft. In ijzerrijke venen is P echter helemaal geen beperkende factor, en zou de vegetatie in principe sterk kunnen groeien.

### Geen ijzerfosfaat, maar zwak gebonden P aan ijzer-organische stof complexen

Door het grote aantal bindingsplaatsen in ijzerrijke venen is de P-beschikbaarheid relatief hoog. Daarnaast wordt P minder sterk aan ijzer gebonden dan verwacht. Voorheen was het idee dat P bij aanvoer van ijzerrijk grondwater zou neerslaan als ijzer(hydroxy)fosfaat, en zo onbeschikbaar zou zijn voor de vegetatie. Substantiële hoeveelheden ijzerfosfaat werden echter slechts in één van de ijzerrijke venen gevonden, met een ijzergehalte van 10 procent van de bodem. In de andere ijzerrijke venen was ijzer niet alleen aanwezig in de vorm van ijzeroxide, maar ook in de vorm van ijzer-organische stof complexen, wat voor een zwakkere binding van P zorgt. In de ijzerrijke venen van Zweden bestond gemiddeld 38 procent van het ijzer uit ijzer-organische stof complexen, en in Nederland was dat zelfs 74 procent. Op zich

is de vorming van ijzer-organische stof complexen in plaats van ijzer(hydroxy)fosfaten in venen met ijzerrijk grondwater niet zo vreemd, omdat de bodem voor een groot deel uit organische stof bestaat. Door de aanwezigheid hiervan wordt de binding van P in de bodem echter zwakker in plaats van sterker, en wordt de P-beschikbaarheid voor de vegetatie verhoogd. Dit principe was in eerdere opvattingen over de rol van ijzer over het hoofd gezien.

### Zwak gebonden P beschikbaar voor moerasvegetatie

Het zwak gebonden P in ijzerrijke venen kan ook goed door de vegetatie worden opgenomen. Veel planten in kalkrijke of ijzerrijke bodem worden door arbusculaire mycorrhizaschimmels geholpen bij de opname van P. In moerasplanten is deze vorm van samenwerking echter zeldzaam, omdat





deze schimmels niet goed tegen zuurstofgebrek kunnen. In plaats daarvan scheiden moerasplanten kleine organische zuren uit als oxalaat en citraat, die ze kunnen uitwisselen tegen de zwak gebonden P aan de ijzer-organische stof complexen. Daarnaast bestaat in ijzerrijke venen een deel van de zwak gebonden P uit organisch P. Moerasplanten scheiden behalve kleine organische zuren ook enzymen uit voor het vrijmaken van fosfaat uit organisch P. Zo kan de vegetatie in ijzerrijke venen zowel zwak gebonden fosfaat als zwak gebonden organisch P benutten.

### Soms toch hoge biodiversiteit

Hoewel de link tussen ijzerrijke condities, veel zwak gebonden P in de bodem en hoge P-gehalten in de vegetatie onmiskenbaar is, vonden we vooral in Zweden ook ijzerrijke venen met een hoge biodiversiteit. Dat is mogelijk omdat P deels door

de plant wordt gebruikt om toxische effecten van grote hoeveelheden ijzer tegen te gaan. IJzer kan worden geneutraliseerd door de vorming van ijzerfosfaat rond de plantenwortels, en in de plant zelf. Daarmee wordt een hoog P-gehalte in de vegetatie een bescherming tegen ijzervergiftiging. Omdat dit extra energie kost, is de relatieve groeisnelheid van veel ijzertolerante planten vrij laag, waardoor de vegetatie ondanks de hoge P-beschikbaarheid toch relatief open kan blijven. Daarnaast zijn andere nutriënten als stikstof vaak beperkend voor de vegetatie. Dit was het geval in midden Zweden (figuur 3), waarschijnlijk mede als gevolg van de lage stikstofdepositie. In Nederland is de stikstofdepositie voor N-limitatie echter te hoog. Toch zijn er ook in Nederland ijzerrijke venen met een hoge biodiversiteit, zoals de landen langs het Meppelerdiep. Deze venen hebben een hoog P-gehalte in zowel bodem als

vegetatie, maar net als in Zweden een hoge biodiversiteit, met zelfs habitatrichtlijnsoorten als geel schorpioenmos. Het is nog niet precies duidelijk hoe dit komt, maar mogelijk speelt een rol dat deze venen elke winter onder water worden gezet met calciumrijk maar ijzerarm en P-arm water, waardoor in ieder geval de pH hoog genoeg blijft.

### IJzerrijk grondwater versus ijzerarm oppervlaktewater

De hoge P-beschikbaarheid in ijzerrijke venen betekent dat de aanvoer van ijzerrijk grondwater voor basenrijke venen minder gunstig is dan voorheen gedacht. IJzerrijke condities zijn waarschijnlijk nog steeds gunstig voor het oppervlaktewater, omdat fosfaat uit het water wordt gehaald en in de bodem terecht komt. Voor de veenbodems betekent veel ijzer echter vooral dat er veel P op een relatief losse manier in de bodem wordt opgeslagen, wat aldaar kan leiden tot een hoge P-beschikbaarheid voor de vegetatie. Dit gebeurt in de ijzerrijke venen in de beekdalen van het Drents plateau, waar de biodiversiteit sterk is achteruitgegaan. Ook de door grondwater gevoede trilvenen van het Vechtplassengebied waren in de jaren negentig relatief rijk aan P, en zijn ondanks dat het beheer goed was, nu vrijwel allemaal verdwenen. Goed ontwikkelde trilvenen worden in Nederland nu vrijwel alleen gevonden in gebieden met aanvoer van calciumrijk, maar ijzer- en P-arm oppervlaktewater, zoals in Nationaal Park Weerribben en Wieden. In deze venen is de hoeveelheid P in de bodem en de vegetatie veel lager dan in de ijzerrijke venen. In heel Nederland is de regionale kweldruk afgenomen en wordt geprobeerd de lokale kwel zoveel mogelijk te herstellen. Mogelijk is de aanvoer van calciumrijk en ijzerarm oppervlaktewater een goed alternatief, mits het water tevens voedselarm is, zoals lokaal het geval is in Nationaal Park Weerribben en Wieden.<

*a.m.kooijman@uva.nl*



Veldwerk in een van de kalkrijke Zweedse venen. Casper Cusell (meest links), Ivan Metrop (links op de rug) en Tessa Neijmeijer (rechts, alleen een hoofd). Tessa en Ivan zijn bezig met de biomassamonsters. Casper is een zakje aan het labelen.