
IJzerbanden en ijzerwanden in onze zanden

De samenhang ervan met de stroming van water

Louis W. Dekker, Albert H. Booij en Coen J. Ritsema

In veel podzolgronden komt onder de humusinspoelingshorizont (B2h) plaatselijk een ijzerbandje (B2ir) voor (figuur 1). De vorming daarvan hangt samen met een specifiek vochtfront dat optreedt als een slecht doorlatende bodemlaag op een goed doorlatende voorkomt. Op sommige kleine, relatief lage plekken, 'mini-vennetjes', is onder invloed van accumulatie van water en van veengroei het ijzerbandje verplaatst naar de diepere zandondergrond. Daardoor zijn hierin 'ijzerkuipen' gevormd. Van een aantal grotere vennen is bekend dat ze zijn gemarkeerd door verticale ijzerwanden. In dit artikel gaan we nader in op het ontstaan en de verbreiding van deze ijzerlaagjes en hun invloed op de waterbeweging in de grond.

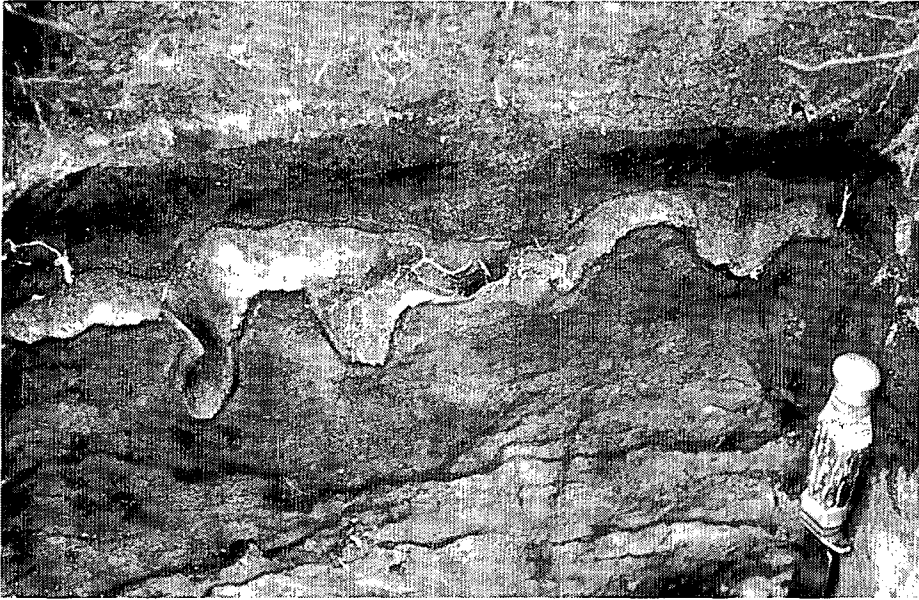
Inleiding

IJzer komt veel in gronden voor. De verschijningsvorm ervan is echter nogal divers. Zo is de kleur van bruine bovengronden vaak het gevolg van homogenisatie van de erin voorkomende hoeveelheid ijzer (Knibbe, 1969). Blond zand dankt zijn kleur aan de ijzerhuidjes op de zandkorrels (De Bakker en Schelling, 1989). De sterk rode kleur van roodzand wordt toegeschreven aan een accumulatie van de ijzermineralen hematiet en magnetiet die met kwelwater worden aangevoerd, zoals Bakker en Rogaar (1993) onlangs in het Veluwe zand vaststelden. Soms zijn roestige horizonten plaatselijk ontijzerd door preferente waterstroming. Dit heeft in sommige zanden geleid tot de vorming van een contrastrijke 'vlammenhorizont' met fel oranje gekleurde ijzervlammen en grijze, ontijzerde preferente baantjes (Stiboka, 1976).

IJzer geeft echter niet alleen kleur aan de grond, maar soms ook duidelijke aanwijzingen over de waterbeweging in de bodem. Zo zijn bij het maken van een grondwatertrappenkaart, de gley-, roest- en reductieverschijnselen in de bodem vaak belangrijke kenmerken voor het schatten van het grondwaterstandsverloop. IJzer is in zandig materiaal een betrekkelijk eenvoudig verplaatsbaar bestanddeel. Onder anaërobe omstandigheden zal het

L.W. Dekker en C.J. Ritsema zijn werkzaam bij: Afdeling Bodemfysische Transportverschijnselen, DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO), Postbus 125, 6700 AC Wageningen, Telefoon: (0317) 47 42 67/6, Fax: (0317) 42 48 12, E-mail: l.w.dekker@sc.dlo.nl, c.j.ritsema@sc.dlo.nl.

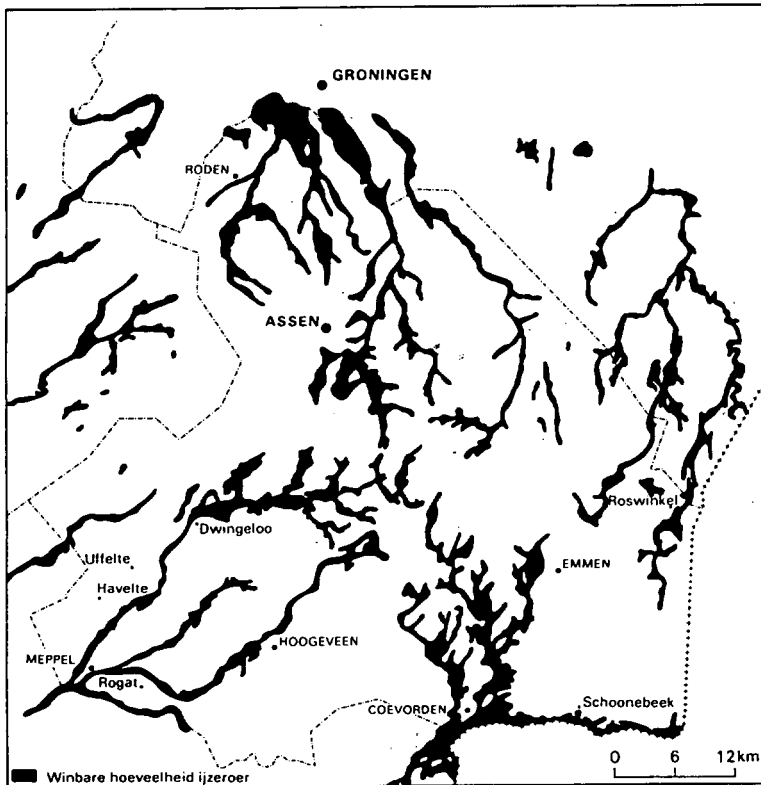
A.H. Booij, Elperstraat 1, 9431 BM Westerbork, is bodemkundige en werkte tot in 1991 bij DLO-Staring Centrum te Wageningen, telefoon (0593) 33 15 51/37 00 00, fax: (0593) 37 00 01, e-mail: booijet@bart.noord.nl.



Figuur 1: Zeer grillig verlopend ijzerbandje met kelkvormige uitstulpingen in een haarpodzolgrond bij Elspeet op de Veluwe.

(dan tweewaardige) ijzer in oplossing gaan, om elders onder aërobe condities als driewaardig ijzeroxyde weer neer te slaan. Hierdoor kan zich plaatselijk ijzeroxyde ophopen. Een sprekend voorbeeld hiervan is de vorming van ijzeroerbanken in de beekdalen (Booij, 1986). Deze ontstaan doordat anaëroob water uit de diepte omhoog welt en aan de oppervlakte met lucht in contact komt. Daardoor slaat het bruine driewaardige ijzer neer. In de loop der tijd kan zich hierdoor een aanzienlijke hoeveelheid ijzer ophopen. Die werd voorheen ook op vele plaatsen gewonnen (figuur 2).

Een ander proces waarbij zich eveneens ijzer ophoopt, is de vorming van het zogenaamde ijzerbandje (B2ir) in podzolgronden (figuur 1). Heidevegetaties leveren een moeilijk afbreekbare, donkere, colloïdale humus, die zuur is en die daardoor de zandmineralen aantast. Daardoor wordt onder andere ijzer vrijgemaakt. Onder heiden vormt zich dan ook een compacte zwarte B2h-horizont, waar deze humus zich te zamen met het meegevoerde ijzer ophoopt. Deze inspoelingslaag heeft daardoor een geringere doorlatendheid dan de laag eronder. Water zal zich in deze laag verzamelen en pas dieper stromen als de laag bijna geheel verzadigd is. In deze B2h ontstaat dan een anaëroob milieu, waardoor het aanwezige ijzer in oplossing gaat en neerslaat aan de bovenzijde van de beter doorluchte B22-laag eronder. Door ophoping kan een enkele millimeters dik ijzerbandje ontstaan. Dat wordt ook wel ironpan en B2ir genoemd.

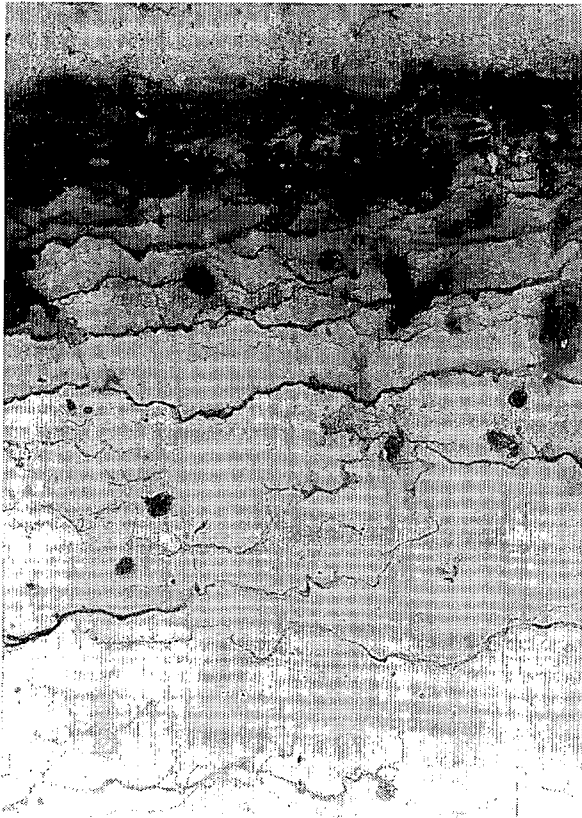


Figuur 2: Verbreiding van ijzeroerbanken in Drenthe; naar Booij, 1986.

Haarpodzolgrond en zijn ijzerbandje

Aangezien het ijzerbandje veelvuldig wordt aangetroffen bij haarpodzolgronden, geven we allereerst een beschrijving van de opbouw van deze gronden. Haarpodzolgronden zijn humuspodzolgronden zonder hydromorfe kenmerken en zonder een duidelijk cultuurdek. Ze hebben in de regel duidelijke bodemhorizonten. Vroeger werden deze gronden hoge heidepodzolen of hoge humuspodzolen genoemd. Deze gronden zijn uitsluitend te vinden op de hogere delen van het pleistocene deel van Nederland en wel in het bijzonder op de armere stuwwallen. Op gronden die relatief hoog gelegen zijn, worden vaak veldnamen aangetroffen die op 'haar' eindigen. Vandaar de naamgeving (De Bakker en Edelman-Vlam, 1976).

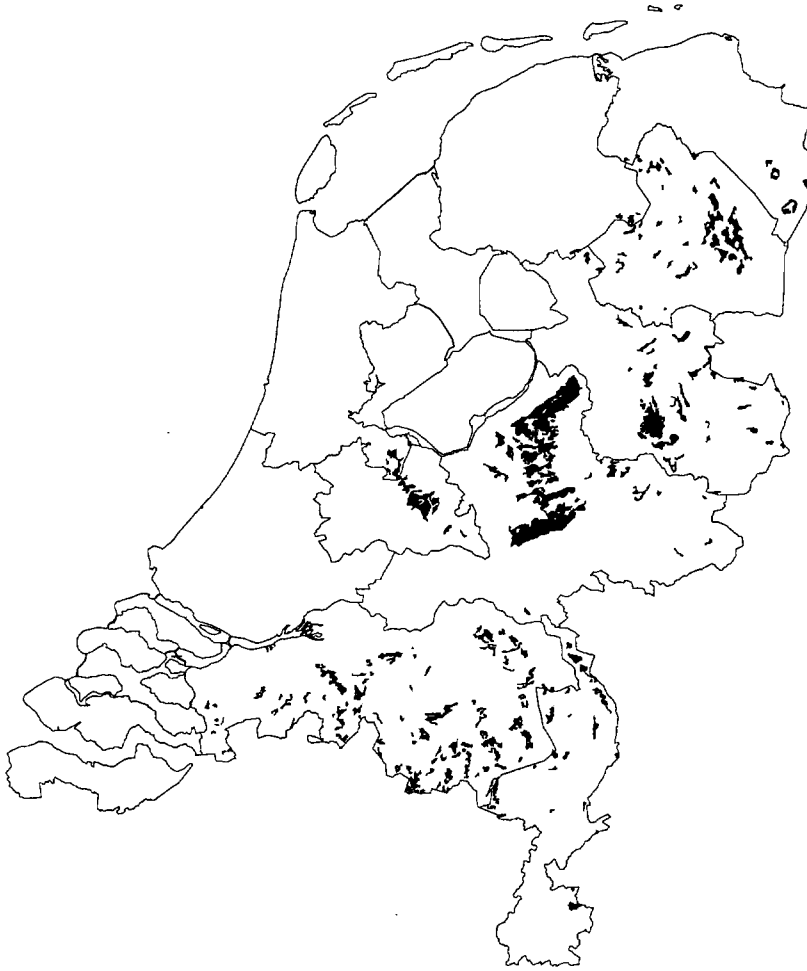
Een groot deel van de haarpodzolgronden die met bos beplant zijn, heeft een verwerkt profiel door eertijdse bewerkingen. Deze vergraven gronden staan op de bodemkaarten 1:50.000 met een open schopje weergegeven (o.a. Stiboka, 1979). Bij de niet-vergraven gronden bevindt zich onder de heideplag of de bosstrooisellaag (A0) een 3 à 10 cm dikke, zwarte, matig tot zeer humeuze A1-horizont. Daaronder ligt een grijze uitspoelingslaag, de zogenoemde loodzandlaag of E-horizont (de bovenste laag in figuur 3) van 8 à 25 cm dikte. Die bevat nog enkele procenten humus. Deze horizont gaat vaak zeer scherp over in een opvallend diepzwarte humusinspoelings- of B2h-horizont van 5 à 8 cm dikte, met 8 tot 15% organische stof die in hoofdzaak uit amorfe humus bestaat. Onder de B2h bevindt zich dik-



Figuur 3: Profiel van een haarpodzolgrond. Kenmerkend is de geprononceerde E-horizont, de zwarte B2h, rustend op een bruine B22-horizont en het voorkomen van talrijke fibers in de C-ondergrond.

wijls een enkele millimeters dik, vaak goed ontwikkeld, weinig opvallend, maar vast ijzerbandje (B2ir). Hierop aansluitend komt een bruine tot bruinzwarte B22-horizont. De eerste drie horizonten zijn vrijwel volledig ontijzerd: zij gloeien, na verhitting in een oven, zwak roze tot wit. Het ijzerbandje gloeit donkerrood. Dit ijzerbandje kan de beworteling sterk storen, wat vaak ook te zien is aan het voorkomen van een wortelviltlaagje net boven het ijzerbandje. Het hogere organischestofgehalte in de B2h is dan ook niet alleen het gevolg van humusinspoeling, maar voor een deel het gevolg van de biologische afbraak van het wortelvilt dat boven de B2ir is gevormd (Van Schuylenborgh en Bruggewert, 1965). Onder de B22 komt blond zand voor, doordat er fijn verdeeld ijzer aanwezig is op de zandkorrels (ijzerhuidjes), afgewisseld met donkerbruine, grillig verlopende humusfibers.

Haarpodzolgronden komen alleen voor bij diepe grondwaterstanden en worden veel aangetroffen op de Veluwe, in Noord-Brabant, op de Utrechtse Heuvelrug en in de provincie Drenthe. Figuur 4 geeft een globaal overzicht van de verbreiding van de haarpodzolgronden in Nederland, afgeleid van de NEBO-kaart 1:250 000 (Steur e.a., 1985). Het geeft een iets vertekend beeld, omdat de haarpodzolgronden in een samengestelde eenheid met de hogere veldpodzolgronden op de NEBO-kaart zijn weergegeven. Dit is gedaan omdat ze in zo'n gecompliceerd patroon voorkomen dat de afzonderlijke eenheden niet meer op de gegeven



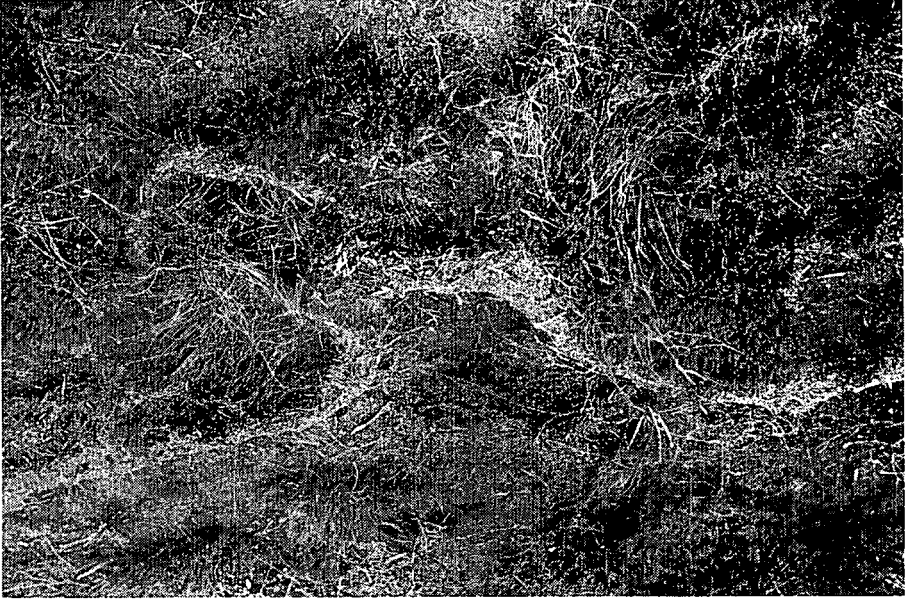
Figuur 4: Verbreiding van haarpodzolgronden in Nederland. Bij deze gronden komt plaatselijk een ijzerbandje, de B2ir, onder de B2h-horizont (de humusinspoelingshorizont) voor.

schaal konden worden weergegeven. Figuur 4 is indicatief voor de verspreiding van het ijzerbandje, ironpan, ofwel B2ir, omdat deze, hoewel plaatselijk, toch veelvuldig wordt aangetroffen bij de haarpodzolgronden.

Venbodems en laterale toestroming

Vele vennen en vochtige terreindepressies worden verondersteld afhankelijk te zijn van onderliggende meer of minder waterstagnerende bodemhorizonten. Vaak wordt het op lagere plaatsen voorkomen van vochtminnende dopheide, pijpestrootje en veenpluis in verband gebracht met stagnatie van water op B-horizonten. In natte perioden zou water over de B-horizont stromen van de hogere naar de lagere delen in het terrein. In de literatuur

Figuur 6: Kronkelig patroon van heidestrooizel als gevolg van stroming van water over het bodemoppervlak bij hevige regenval.



Figuur 5: De Gleiensche Fleschen in het Deelensche Zand, die hun ontstaan en bestaan zouden danken aan een ijzerbandje.



wordt ook vaak verband gelegd tussen de aanwezigheid van het ijzerbandje onder de B2h en de watervoorziening van vennen. Onder andere Zonneveld (1965), Vrieling en Buitenhuis (1970) en De Bakker en Schelling (1989) stellen dat water op het ijzerbandje stagneert en er zijdelings over wordt afgevoerd naar relatief lage delen en vennen (figuur 5). Bekende voorbeelden hiervan zijn volgens Laban (1981) de plassen met de naam ijzeren man o.a. bij Geldrop en Weert en de meertjes die flessen worden genoemd, waarvan er verscheidene op de Hoge Veluwe voorkomen.

Uit waarnemingen van Dekker en Wösten (1983) op de Veluwe is echter gebleken, dat bij forse regenbuien na een droge periode, toestroming over het grondoppervlak ook een belangrijke rol speelt bij de voeding van permanente vennen en tijdelijke vennen, zogenoemde halfvennen (Dekker, 1984). Het over het maaiveld stromende water veroorzaakt onder meer het kronkelige terrasvormige patroon, waarin het losse heidestrooisel op de hellingen is afgezet (figuur 6). Op relatief lage plekken komt fijn organisch materiaal tot bezinking, dat wordt meegevoerd met het regenwater dat over het oppervlak stroomt (figuur 7). Dit organisch materiaal vormt een filmpje op het bodemoppervlak: er ontstaat een minder doorlatende korst. Daarop vormen zich plassen die enige dagen kunnen blijven staan.

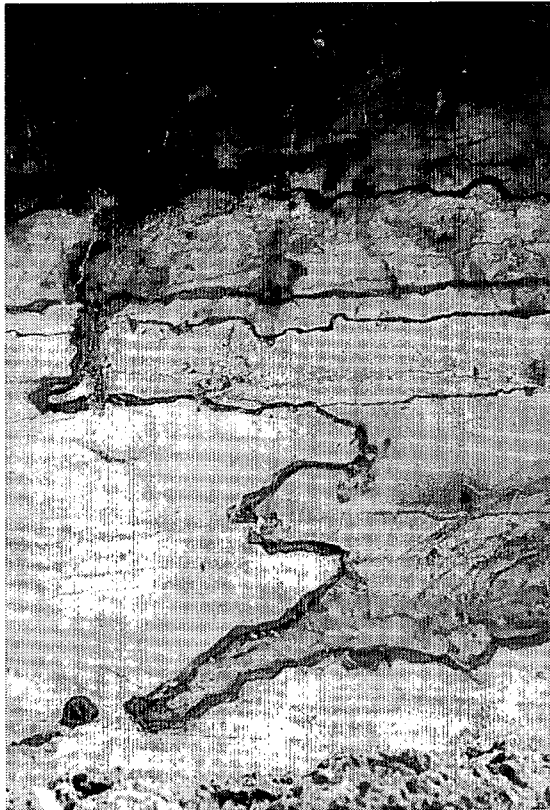
In het halfven van figuur 7 steeg het waterniveau met ca. 25 cm, toen na een periode van droogte in één weekend ca. 50 mm neerslag viel. Uit een inspectie met de spade bleek dat op de hellingen van de 5 à 6 m hoge heuvels rondom het halfven de bovengrond op dat moment nog stofdroog was (Dekker en Wösten, 1983). Dekker (1988) toonde aan dat in droge perioden het zand van de bovenste lagen op de Veluwe waterafstotend is. Na een langdurig droge periode zal als gevolg hiervan, het regenwater moeilijk infiltreren in de dan droge en waterafstotende bovengrond en gemakkelijker lateraal over en eventueel door een dunne oppervlaktelaag naar ingesloten lagere plekken worden afgevoerd. Met het regenwater zal ook waterafstotend fijn organisch materiaal worden meegevoerd. In het halfven van figuur 7 werd plaatselijk een 13 cm dikke schoensmeerachtige laag aan het oppervlak aangetroffen. In de permanente vennen op de Veluwe werd een enkele decimeters dikke laag fijn organisch materiaal aangetroffen. Metingen aan grondkolommen met organisch materiaal uit het ven en halfven toonden een geringe doorlatendheid voor water aan (Dekker, 1984; Dekker e.a., 1984).

De invloed van het venige materiaal in de vennen op het ontstaan en voortbestaan van de vennen is ongetwijfeld groter dan soms wel wordt verondersteld. Daar past ook het verhaal bij van een terreinbeheerder op de Veluwe, die vertelde dat uit een vennetje met een storingsvegetatie alleen maar de drablaag was verwijderd, maar dat het bewuste vennetje daarna opdroogde en geen water meer vasthield. Vrieling en Buitenhuis (1970) veronderstelden dat in de omgeving van Nunspeet de verticale waterafvoer door een ijzerband werd geblokkeerd en dat de genese van vennen in deze omgeving moet worden gerelateerd aan de stagnatie van water op een ijzerband in de ondergrond. Dekker heeft samen met Vrieling in deze Nunspeetse vennen geboord, maar hierbij bleek dat de veronderstelde ijzerband slechts zeer plaatselijk aanwezig was. Wel werd steeds een opvallend dikke laag venig materiaal als venbodem aangetroffen. De geringe kennis over de opbouw van de venbodems, hangt onder meer samen met de vrees dat bij onderzoek met een boor de venbodem wordt lekgeprikt. Wij zijn echter van mening dat boorgaten in vennen weer snel gedicht worden door fijn organisch materiaal dat met het venwater zal toestromen.

Een analoge situatie werd aangetroffen in Drenthe, waar het ontstaan en de instandhouding van vennetjes nogal eens in verband werd gebracht met de aanwezigheid van een



Figuur 7: Halfven links en rechts van zandweg. Met de toevoer van water over het bodemoppervlak is ook fijn organisch materiaal afgezet.



Figuur 8: IJzerkuip in zandafgraving de Blauwe Meren bij Hooger Smilde (Drenthe). Het ontijzerde zand in de kuip is grijs en contrasteert met het blonde zand met ijzerhuidjes buiten de kuip.

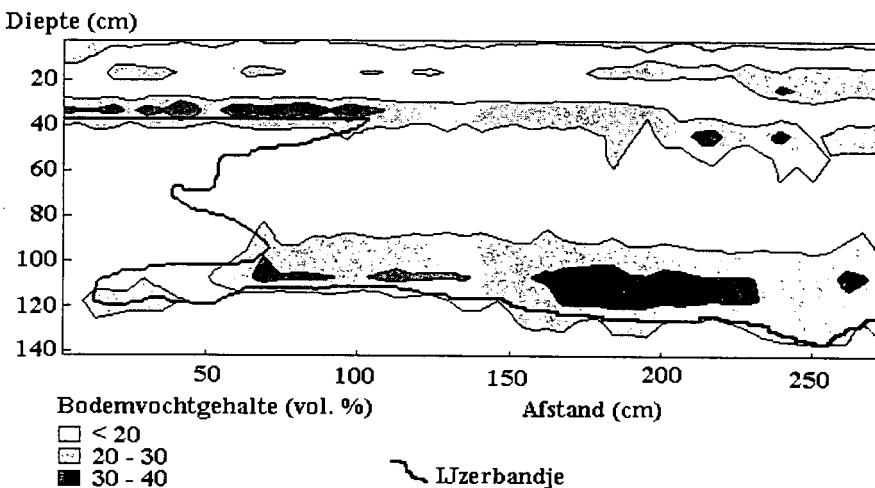
waterhardlaag (Baaijens, 1984; Bakker e.a., 1986; Dekker e.a., 1991; Projectgroep Sellingen, 1982). Bij een aantal onderzochte vennen in de omgeving van Sellingen troffen we echter niet de waterhardlaag aan, die Projectgroep Sellingen (1982) had aangenomen, maar een slecht doorlatende, vette gliedelaag op een eveneens slecht doorlatende, sterk kazige B-horizont (Dekker e.a., 1986). De dikte en de doorlatendheid van de venbodem van hoog boven het grondwater gelegen vennen lijken naast een eventueel onderliggend ijzerlaagje bepalend te kunnen zijn voor de mate van wegzijging van water uit vennen (Bannink e.a., 1989).

Ontstaan van ijzerkuipen in kleine laagtes

Op lagere plekken in dekzandgebieden verzamelt het water zich vaak door oppervlakkige toestroming en laterale stroming over het ijzerbandje. In de laagte zal hierdoor de vochtigheid toenemen, waardoor zich tenslotte veenmosveen kan vormen. Hierdoor wordt het milieu ter plaatse zeer zuur, zodanig dat het ijzerbandje in de laagte oplost en naar de diepte wordt verplaatst. Daarbij wordt het bandje tevens dikker en ontstaat een zogenoemde ijzerkuip (figuur 8).

Wij hebben veelvuldig ijzerkuipen waargenomen in Drenthe o.a. bij de Blauwe Meren in de omgeving van Hooger Smilde, in Westerbork en op de heide van Duurswoude. Plaatselijke benamingen ervoor zijn onder meer 'vergaan schip', 'ijzerketel' en 'ijzerpan'.

Figuur 9 illustreert de invloed van het ijzerbandje en de ijzerkuip op het vochtregime fraai. Daarin wordt een globaal beeld gegeven van de vochtverdeling in en rond een ijzerkuip in de Blauwe Meren op 19 maart 1993. Het contourplaatje is het resultaat van een intensieve vochtbemonstering, waarbij op zeven diepten telkens 50 ringmonsters naast elkaar zijn genomen. In het diagram is ook de positie van het ijzerbandje weergegeven. De humusinspoelingshorizont, de B2h-laag, voorkomend op ca. 30 à 45 cm, is duidelijk natter dan de laag er direct boven en onder. Hij is echter extra nat in het linkerdeel van het dia-



Figuur 9: Variatie in vochtgehalten onder invloed van horizontale en verticale ijzerbandjes in een ijzerkuip in de Blauwe Meren op 19 maart 1993.

gram, waar het ijzerbandje nog onder de B2h-laag aanwezig is. Opvallend is ook het hoge vochtgehalte onder in de kuip, met plaatselijk een volumetrisch vochtgehalte van 30–40%, terwijl het vochtgehalte op dezelfde diepte naast de ijzerkuip en ook er direct onder nog geen 20% bedraagt. Dit laat duidelijk de stagnerende werking van dergelijke ijzerlaagjes zien op het transport van water.

Vennen met ijzerwanden in grotere depressies

De bodems van vennetjes, te vinden in de wat grotere depressies in stuifzandgebieden, blijken vaak te bestaan uit een oud podzolprofiel. In horizontale richting worden deze vennetjes soms begrensd door een in het venstadium gevormde verticale ijzerwand in het omringende stuifzand. Voorwijk en Hardjoprakoso (1945) namen zo'n verticaal gerichte ijzerband van wisselende dikte, maar steeds meer dan 30 cm dik, waar aan de oevers van het Bestmerven, het Zeeserven en het Ontgonnen ven, alle drie in de omgeving van Ommen. De wanden waren opgebouwd uit dunne laagjes met ijzerverbindingen en ze waren buitengewoon hard. Schimmel en Ter Hoeve (1952) beschrijven een verticale ijzerwand aan de oever van de Gerritsflesch bij Kootwijk op de Veluwe en Koster (1978) beschrijft er één aan de oever van de Deelense Was. Zonneveld (1965) ten slotte, vermeldt een verticale ijzerwand bij een ven op de Kalmthoutse Heide. Alle gemelde auteurs hebben waargenomen dat het water aan de venzijde van deze verticale ijzerwal of ijzermuur, duidelijk hoger stond dan aan de landzijde ervan. Dit lijkt te wijzen op de aanwezigheid van een 'grote ijzerkuip' onder dergelijke vennen. In de vennen is, om lekprikken ervan te voorkomen, echter weinig of niet geboord. Het is voor de auteurs dan ook vooral nog onduidelijk of een dergelijke ijzerkuipachtige afzetting onder de vennen aanwezig is. De aanwezigheid van de verticale ijzerwanden aan de oeverzijde van de vennen doen het echter wel vermoeden. Wel is op de bodem van dergelijke vennen ook weinig materiaal gevonden. Op de bodem van de Gerritsflesch komt bijvoorbeeld een halve meter tot een meter weinig materiaal voor (Schimmel en Ter Hoeve, 1952). Ook op de bodem van het Bestmerven komt structuurloos veen voor (Voorwijk en Hardjoprakoso, 1945). Dit materiaal en de eventuele aanwezigheid van ijzerkuipachtige structuren onder het ven zullen beide de instandhouding van het ven bevorderen, aangezien ze beide een geringe verticale doorlatendheid bezitten.

Tot slot

De humusinspoelingshorizont, de B2h, en het onderliggende ijzerbandje, de B2ir, hebben een duidelijke invloed op het vochtregime in podzolgronden. Het infiltreren van regenwater naar diepere lagen wordt er duidelijk door beperkt. Hierdoor zal water zich in geaccidenteerde gebieden over het ijzerlaagje hellingafwaarts verplaatsen naar aanwezige (mini-)vennetjes. Het is echter ook gebleken dat tijdens forse regenbuien na een droge periode water naar de vennetjes wordt aangevoerd via oppervlakkige afstroming. Aan dit fenomeen is in de literatuur tot nu toe weinig aandacht geschonken. Tevens wordt bij oppervlakkige afstroming vaak fijn organisch materiaal meegevoerd, dat in de vennetjes terecht komt. Dergelijke opeenhopen van fijn organisch materiaal op de venbodem kunnen een afdichtende werking hebben. Gytjtja, gliede, kazige B en andere organische drablagen spelen volgens ons een belangrijke rol bij de instandhouding van vennen. De verplaatste en aange-

groeide ijzerbandjes onder minivennen (ijzerkuipen) en de verticale ijzerwanden aan de oevers van grote vennen doen echter tevens vermoeden dat de waterstagnatie van vennen ook door deze structuren wordt bepaald.

Literatuur

- Baaijens, G.J. (1984)** Venen en mensen: water en vuur. Het Dwingelderveld; Deelrapport vegetatie, Laagland bekenrapport 8, pag 8–45.
- Bakker, D.C.E. en H. Rogaar (1993)** Roodzand op de Veluwe; in: *Grondboor en Hamer* 1/2, pag 24–28.
- Bakker, H. de en A.W. Edelman-Vlam (1976)** De Nederlandse bodem in kleur; Pudoc Wageningen, 148 pag.
- Bakker, H. de en J. Schelling (1989)** Systeem van bodemclassificatie voor Nederland, De hogere niveaus; Pudoc, Wageningen, 209 pag.
- Bakker, T.W.M., I.I.Y. Castel, F.H. Everts en N.P.J. de Vries (1986)** Het Dwingelderveld, een Drents heidellandschap. Pudoc, Wageningen, 198 pag.
- Bannink, M.H., L.W. Dekker, J.M.H. Hendrickx en H.C. van Ommen (1989)** Wegzijing van water uit hooggelegen vennen: een gevoeligheidsanalyse; in: *H₂O*, nr 15, pag 456–459 en 464.
- Booij, A.H. (1986)** IJzeroer in Drenthe; Ontstaan, voorkomen, winning en gebruik; in: *Nieuwe Drentse Volksalmanak*, pag 66–87.
- Dekker, L.W. (1984)** Bodemfysisch onderzoek naar de waterbeweging bij humuspodzol-B-horizonten; in: *Beknopt jaarverslag*, De Stichting voor Bodemkartering in 1983, pag 65–70.
- Dekker, L.W. (1988)** Verspreiding, oorzaken, gevolgen en verbeteringsmogelijkheden van waterafstotende gronden in Nederland; Stiboka Rapport 2046, Wageningen.
- Dekker, L.W., M.H. Bannink en A.H. Booij (1986)** Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen; Stiboka Rapport 1859, Wageningen.
- Dekker, L.W., A.H. Booij, H.R.J. Vroon en G.J. Koopman (1991)** Waterhardlagen: indicatoren van een voormalig veendek; in: *Grondboor en Hamer* 2, pag 25–30.
- Dekker, L.W. en J.H.M. Wösten (1983)** Hydrologische gevolgen van het losmaken van humuspodzol-B-horizonten op de Elspeetsche heide en in het Rozendaalsche veld; Stiboka Rapport 1674, Wageningen.
- Dekker, L.W., J.H.M. Wösten en J. Bouma (1984)** Characterizing the soil moisture regime of a Typic Haplohumod; in *Geoderma* 34, pag 37–42.
- Knibbe, M. (1969)** Gleygronden in het dekzandgebied van Salland; Bodemkundige Studies 8, Stiboka, Wageningen, 159 pag.
- Koster, E.A. (1978)** De stuifzanden van de Veluwe, een fysisch geografische studie; in: *Publicatie van het Fysisch-Geografisch en Bodemkundig Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam* 27, 198 pag.
- Laban, C. (1981)** IJzer in en uit eigen bodem; in: *Spiegel der Natuur* 93, pag 92-96.
- Projectgroep Sellingen (1982)** De invloed van grondwaterstandsvaling op enkele heidevennen rond Sellingen. Rapport van de wetenschapswinkel biologie, nr. 10, Rijksuniversiteit Groningen, 17 pag.

- Schimmel, H.J.W. en J. ter Hoeve (1952)** Bodemgesteldheid en waterhuishouding van de 'Gerritsflesch' bij Kootwijk; in: *Tijdschrift K.N.A.G.* LXIX, pag 16-28.
- Schuylenborgh, J. van en M.G.M. Bruggewert (1965)** On soil genesis in temperate humid climate, V; The formation of the 'albic' and 'spodic' horizon; in: *Neth. J. Agric. Sci.*, jrg 13, nr 3, pag 267-279.
- Steur, G.G.L., F. de Vries en C. van Wallenburg (1985)** Bodemkaart van Nederland 1: 250 000, Stiboka, Wageningen, 52 pag.
- Stiboka (1976)** Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000; toelichting bij de kaartbladen 46 West - 46 Oost Vierlingsbeek, Wageningen, 209 pag.
- Stiboka (1979)** Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000; toelichting bij de kaartbladen 33 West Apeldoorn en 33 Oost Apeldoorn, Wageningen, 173 pag.
- Voorwijk, G.H. en S. Hardjoprakoso (1945)** De vennen te Eerde bij Ommen; In: *Tijdschrift K.N.A.G.* LXII, 2, pag 105-117.
- Vrielink, J.G. en A. Buitenhuis (1970)** De bodemgesteldheid van de boswachterij 'Nunspeet'; Stiboka Rapport 864, Wageningen.
- Zonneveld, I.S. (1965)** Studies van Landschap, bodem en vegetatie in het westelijk deel van de Kalmthoutse Heide; in: *Boor en Spade* XIV, pag 216-238.