

Het veen verdwijnt uit Drenthe

Omvang, oorzaken en gevolgen

Alterra-rapport 1661
ISSN 1566-7197



Het veen verdwijnt uit Drenthe

Omvang, oorzaken en gevolgen

Folkert de Vries
Rob Hendriks
Rolf Kemmers
Ria Wolleswinkel

REFERAAT

Vries, F. de, R.F.A. Hendriks, R.H. Kemmers en R. Wolleswinkel, 2008. Het veen verdwijnt uit Drenthe. Omvang, oorzaken en gevolgen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1661. 70 blz.; 41 fig.; 5 tab.

In Drenthe is het areaal veengronden in de afgelopen decennia met 21 000 ha afgenomen naar ca 33 000 ha. Er is sprake van een sluipend proces van afbraak van organische stof door oxidatie, dat voornamelijk een onbedoeld gevolg is van ontwatering en grondgebruik. Uit metingen over een lange periode blijkt dat het veenpakket bij veengronden jaarlijks gemiddeld met 1 cm afneemt. Bij veengronden met diepe zomer grondwaterstanden is de afname een keer zo groot als bij veengronden met ondiepe grondwaterstanden. Bij veengronden met agrarisch grondgebruik is de afname zelfs drie keer zo groot als bij veengronden in natuurgebieden. Het veenverlies heeft gevolgen voor de natuur, de kwaliteit van grond- en oppervlakte water, de landbouw en het klimaat. Door de veranderingen bij de veenbodems verouderd de informatie op bodemkaarten die in het verleden zijn vervaardigd. Hierdoor is er voor allerlei toepassingen voor de gebieden met veenbodems geen adequate bodeminformatie beschikbaar. Dit heeft consequenties voor belangrijke beleidsvelden voor het landelijk gebied binnen de provincie.

Trefwoorden: Veengronden, organische stof, oxidatie, grondwaterstand, grondgebruik, natuurontwikkeling, nutriënten, broeikasgassen, grondwater, oppervlaktewater, provinciaal beleid, maatregelen

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2008 Alterra
Postbus 47
6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 480700
fax: (0317) 419000
e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	5	8 Veeverlies en natuur	44
Samenvatting	6	8.1 Inleiding	44
Inleiding	16	8.2 Veen en veendiktekaart	44
1.1 Aanleiding en doel	16	8.3 Landbouwproductie versus natuurrealisatie	46
1.2 Definities		8.4 Organisch stof en beschikbaarheid mineralen	46
1.3 Leeswijzer	18	8.5 Organisch stof en zuurhuishouding	47
2 Landelijk onderzoek naar de afname van het areaal veengronden in Oost-Nederland	19	8.6 Veenvertering en natuur	49
2.1 Werkwijze	19	8.7 Effecten op vegetatie	51
2.2 Resultaten landelijk	19	8.8 Tot slot	52
2.3 Resultaten voor Drenthe	19	9 Veeverlies en nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater	53
2.3.1 Afname van de veengronden in relatie tot de grondwaterstand	19	9.1 Veen en eutrofiëring	53
2.3.2 Afname van de veengronden in relatie tot het grondgebruik	21	9.2 Veen: bron of buffer?	53
2.3.3 Afname van de veengronden in relatie tot het grondgebruik en grondwaterstand	22	9.3 Modelberekeningen	54
2.4 Conclusies uit de gegevens van de veenkartering	22	9.4 Veenprofielen	55
3 Onderzoek naar veranderingen door kaartvergelijking	23	9.5 Modelresultaten	56
3.1 Werkwijze	23	9.6 Conclusies	75
3.2 Resultaten	23	10 Veeverlies en broeikasgassen	60
3.3 Conclusies uit de gegevens van de kaartvergelijking	25	11 Veeverlies in relatie tot het beheer en beleid	61
4 Onderzoek naar de afname van de veendikte op puntniveau	26	11.1 Relatie met beheersvormen	61
4.1 Werkwijze	27	11.1.1 Waterbeheer	61
4.2 Resultaten	27	11.1.2 Landgebruik	62
4.2.1 Veranderingen bij de moerige gronden	28	11.1.3 Klimaat	63
4.2.2 Veranderingen bij de veengronden	30	11.2 Relatie met beleidsvelden	63
4.2.3 Er ontstaan andere bodemtypen	33	11.2.1 Natuurbeleid	63
4.3 Conclusies uit het onderzoek naar veranderingen op puntniveau	34	11.2.2 Landschapbeleid en Cultuurhistorie	63
5 Kaartinformatie over de veengronden en moerige gronden is niet meer actueel	35	11.2.3 Landbouwbeleid	64
6 Veenbedekking door de eeuwen heen	38	11.2.4 Waterbeleid	64
Veenverlies en landbouwkundig gebruik	41	11.2.5 Energie en klimaat	64
		11.2.6 Plattelandsontwikkeling	65
		11.2.7 Recreatie	65
		12 Naar een meer duurzaam beheer en gebruik	66
		12.1 Actuele basisgegevens	66
		12.2 Maatwerk in het waterbeheer	66
		12.3 Extensief grondgebruik	69
		Literatuur	71



Woord vooraf

Veen heeft in de ontwikkeling van de provincie Drenthe altijd een grote rol gespeeld. Ooit was 50% van de oppervlakte van de provincie bedekt met veen. In de afgelopen eeuwen zijn deze veengebieden op grote schaal verveend voor turfwinning. Het resterende veen verdwijnt nu geleidelijk doordat de veenlagen oxideren. Deze publicatie geeft inzicht in de snelheid waarmee het laatste veen verdwijnt en de consequenties hiervan voor de landbouw, natuur en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

Dit document is samengesteld in opdracht van de Provincie Drenthe. Namens de provincie waren de heren Alex Scheper en Enno Bregman betrokken bij de realisatie. Wij danken hen voor het enthousiasme en de betrokkenheid bij dit onderwerp. Bij de provincie zijn zij belangrijke pleitbezorgers voor het gebruik van actuele bodemgegevens voor de onderbouwing van ruimtelijke plannen.

Bij Alterra hebben Reind Visschers en Fokke Brouwer in het voorjaar van 2007 gegevens verzameld over de verandering van de veendikte op puntniveau. Zij bezochten alle locaties waar in het verleden een uitgebreide beschrijving is gemaakt van de profielopbouw van veengronden en moerige gronden. Door de dikte van de veenlagen nu weer te beschrijven konden we nagaan in welke mate de veendikte in de afgelopen decennia is veranderd. Rolf Kemmers heeft hoofdstuk 8, Veenverlies en natuur, samengesteld. Rob Hendriks en Ria Wolleswinkel zijn de auteurs van hoofdstuk 9 over de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. De overige hoofdstukken zijn samengesteld door Folkert de Vries.



Samenvatting

In de afgelopen decennia is het areaal veengronden in de provincie Drenthe met ca. 42% verminderd van 54 000 ha naar ca 33 000 ha. Er is sprake van een sluipend proces van afbraak van organische stof door oxidatie, dat voornamelijk een onbedoeld gevolg is van de ontwatering en het grondgebruik. Deze publicatie geeft een overzicht van het onderzoek dat is verricht naar het verval van de veengronden in Drenthe en wat hiervan de gevolgen zijn. De verandering bij de veenbodems heeft consequenties voor verschillende beleidsdoelstellingen die de provincie voor het landelijk gebied heeft geformuleerd.

Veen heeft in de ontwikkeling van de provincie Drenthe altijd een belangrijke rol gespeeld. Ooit was de helft van de oppervlakte van de provincie bedekt met dikke pakketten veen. Vanaf 1600 tot ca. 1950 zijn de veengebieden op grote schaal verveend voor turfwinning. Het resterende veen verdwijnt nu geleidelijk als onbedoeld neveneffect van verschillende vormen van beheer. Gronden met veenlagen dicht aan de oppervlakte worden op de bodemkaart ingedeeld naar de veendikte. Bij meer dan 40 cm veen is er sprake van veengronden en bij 5 à 40 cm van moerige gronden. Volgens de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, kwam er rond 1988 in de provincie ca. 54 000 ha veengronden voor. Dit is ca. 21 % van de provinciale oppervlakte. De oppervlakte moerige gronden was toen ongeveer even groot. Uit recent onderzoek is gebleken dat het areaal veengronden sindsdien met 21 000 ha is verminderd. Drenthe verzandt geleidelijk; door de afname van de veendikte veranderen veengronden in moerige gronden en moerige gronden in zandgronden.

Figuur 1 geeft schematisch de samenhang van de verschillende aspecten van veenafbraak weer en de problemen die dit met zich meebrengt voor de verschillende beleidsvelden. Centraal in de figuur staat de veenbodem die door oxidatie van het veen geleidelijk dunner wordt. Dit proces wordt beïnvloed door het beheer, met name het waterbeheer en het landgebruik. De oxidatie van de veenbodems leidt tot veranderingen in de milieukwaliteit door het vrijkomen van nutriënten en broeikasgassen. De nutriënten kunnen uitspoelen

naar het grond- en oppervlaktewater. Door de veranderingen in de bodem veranderen ook de bodemeigenschappen. Dit heeft gevolgen voor het landbouwkundig gebruik en voor de natuur in natuurgebieden kunnen daardoor de groeiplaatspotenties veranderen. In deze beleidssamenvatting geven wij een beknopte uiteenzetting van de verschillende facetten van de veenafbraak. Daarbij verwijzen we naar vervolghoofdstukken die uitvoeriger ingaan op de verschillende aspecten.

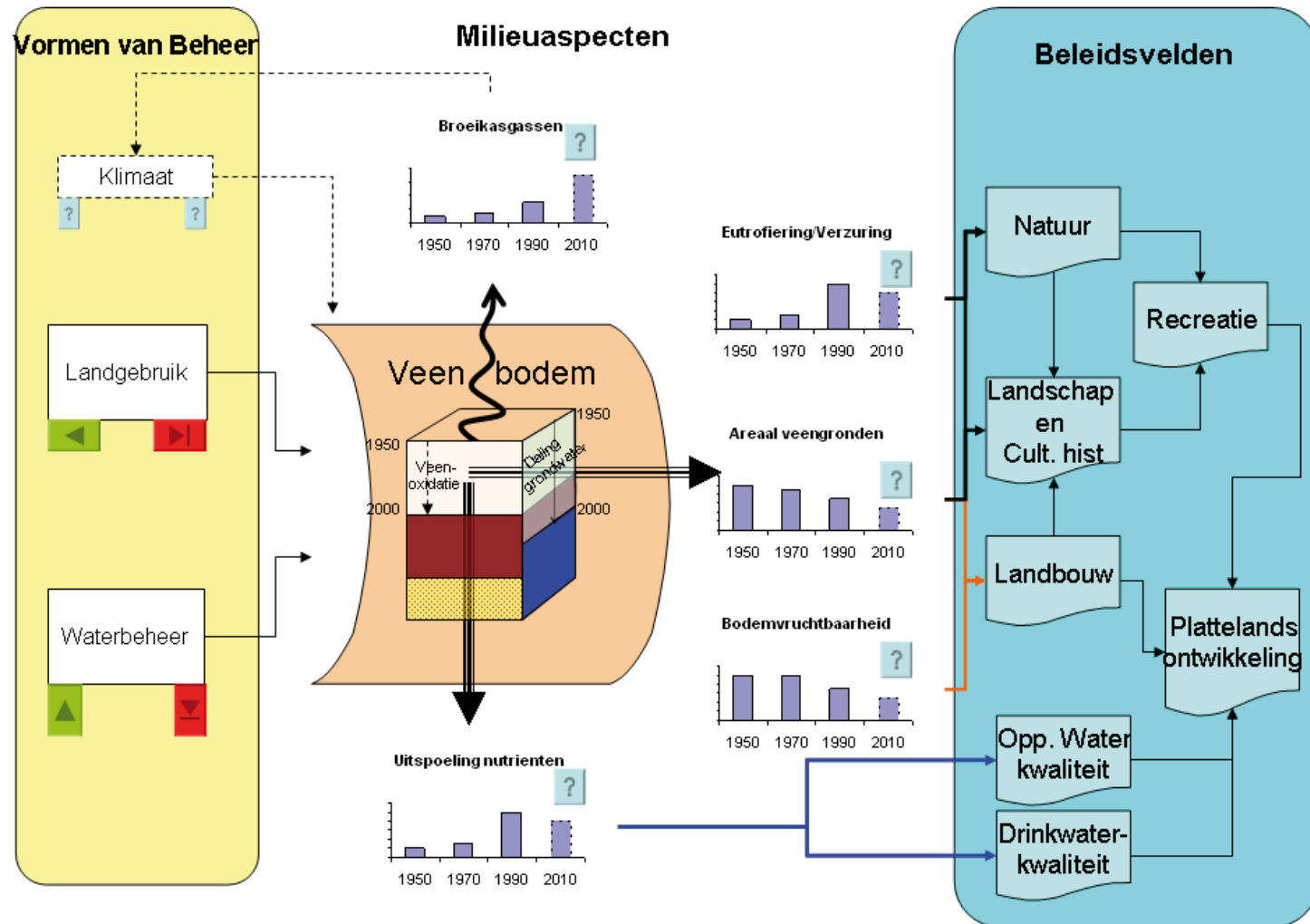
Beheersvormen: beïnvloeding van veenbodems

Veenvorming vindt plaats als afgestorven plantenresten onder natte omstandigheden door gebrek aan zuurstof en door remming van de biologische activiteit niet of onvolledig worden afgebroken. Tijdens het proces van veenvorming is de aanvoer van organische stof groter dan de afbraak. Veen bestaat voor ca. 50% uit koolstof dat door de planten uit de CO₂ in de lucht is vastgelegd. Als de afbraak groter is dan de aanvoer verdwijnt veen weer. Organische stof wordt in de bodem zowel bij aanwezigheid van luchtzuurstof (aerobe omstandigheden) als bij afwezigheid van zuurstof (anaerobe omstandigheden) door micro-organismen voortdurend afgebroken. Als de organische stof aan de luchtzuurstof is blootgesteld, gaat de afbraak sneller. Bij voldoende beluchting overtreft de afbraak de aanvoer van organische stof. Dit verteringsproces bij aanwezigheid van luchtzuurstof wordt ook wel oxidatie genoemd. Naast oxidatie kan het veenvolume ook verminderen door krimp en klink. Uit metingen aan veendiktes op 96 locaties in Drenthe blijkt dat in de afgelopen decennia de veendikte bij de veengronden per jaar gemiddeld met 1 cm is verminderd en bij de moerige gronden met gemiddeld 0,5 cm (hoofdstuk 4).

Waterbeheer: Grote afbraak bij diepe grondwaterstanden

In de afgelopen decennia is er in Drenthe 21 000 ha veengrond verdwenen. Wanneer we de veengronden onderverdelen naar de diepte van de grondwaterstand die erin voorkomt, dan blijkt dat bij de veengronden met diepe zomer grondwaterstanden (GLG > 120 cm

Figuur 1. Schematische weergave van de problematiek rond de veenbodems. Via het beheer is het mogelijk te sturen op behoud van het veen (groene knoppen suggereren een minder intensieve vorm van landgebruik of peilverhoging bij het waterbeheer). Door intensivering van landgebruik of peilverlaging stimuleren we juist veenafbraak. Het is aan het beleid aan te geven waar kritische grenzen liggen (rode knoppen met streep).



- mv.) het areaal met ca. 60% is verminderd. Bij de veengronden met ondiepe grondwaterstanden (GLG < 80 cm - mv.) is het areaal met ca. 30% afgenomen. (hoofdstuk 2). Uit de metingen aan de veendiktes op locaties in veengronden is bij de ondiepe grondwaterstanden een jaarlijkse afname van 0,4 cm vastgesteld tegenover meer dan het dubbele bij grondwaterstanden dieper dan 80 cm (hoofdstuk 4). De grondwaterstanden zijn dus van grote invloed op de afbraaksnelheid. Bij diepere grondwaterstanden is er een betere beluchting van de bodem en daardoor een snellere afbraak.

De grondwaterstand in een gebied is sterk afhankelijk van de hydrologische en landschappelijke ligging. In gebieden met kwel zal de grondwaterstand in de zomer minder diep wegzakken dan in gebieden zonder kwel. Het waterbeheer is er op gericht de grond- en oppervlaktewaterstanden te reguleren en de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater op peil te houden. Het gewenste regime moet zoveel mogelijk aansluiten bij de beoogde functies binnen een gebied. Het waterbeheer heeft grote invloed op de conservering van veenlagen. Vooral ontwateringsmaatregelen hebben per definitie een negatieve invloed op het behoud van veen. Hierbij wordt door een meer of minder intensief stelsel van greppels, drains en sloten overtollig water afgevoerd naar watergangen. In de watergangen wordt door peilbeheer een bepaald peil, de drooglegging, nagestreefd zodat de percelen voldoende ontwaterd zijn voor het beoogde gebruik. In de ontwaterde bodem treedt lucht in waardoor het veen wordt geoxideerd.

Andere menselijke activiteiten die onbedoeld nadelig effect kunnen hebben voor het veenbehoud zijn:


- Telen van gewassen met een sterke verdamping: diep wortelende gewassen zoals maïs en bomen onttrekken vocht aan diepere bodemlagen waardoor deze uitdrogen. Vaak zijn het de diepere lagen die nog 'vers' veen bevatten;
- Grondwateronttrekking, waarbij grondwater uit de ondergrond wordt opgepompt voor industriële toepassing of voor de drink-

watervoorziening. Lokaal kunnen onttrekkingen forse verlagingen van de grondwaterspiegel veroorzaken;

- Beregening met grondwater om gewasschade door vochttekort te bestrijden waardoor ter plekke van de onttrekking een lokale verlaging van de grondwaterstand ontstaat. Ook kan beregening uitgedroogde veenlagen boven in het profiel zodanig bevochtigen dat de omstandigheden voor micro-organismen worden verbeterd, zodat de veenoxidatie wordt verhoogd.

De gebruikelijke wijze om veenoxidatie te verminderen in Nederland is vernatten van de veenbodem. In bepaalde gevallen kan de veenvorming door vernatten zelfs weer op gang komen. Voorbeelden van vernattingsmaatregelen zijn:

- Peilverhoging waarbij, eventueel in combinatie met extensievering van het stelsel van greppels en sloten, de ontwatering wordt verkleind;
- Waterconservering waarbij door een gericht peilbeheer het overtollige neerslagwater zoveel mogelijk in bodem en watergangen wordt vastgehouden;
- Infiltratie van gebiedseigen en eventueel inlaatwater in de bodem. Hierbij wordt met een hoog slootpeil getracht het grondwater te voeden, zodat de grondwaterstand gedurende de zomer zoveel mogelijk op een zelfde niveau blijft;
- Onderwaterdrains: infiltratie gaat vaak moeizaam in veenweidepercelen, omdat de infiltratieweerstand daar hoog is. Met onderwaterdrains kan deze weerstand worden verkleind en de infiltratie sterk worden bevorderd. Deze drains liggen permanent onder slootpeil zodat ze in droge tijden slootwater diep het perceel in kunnen voeren. In het veenweidegebied in het westen van het land worden proeven uitgevoerd met onderwaterdrains. Bijkomend voordeel van deze drains is dat ze in natte tijden de ontwatering bevorderen. Hierdoor is goed boeren mogelijk bij slootpeilen hoger dan wat gebruikelijk als minimale drooglegging wordt gezien. Hogere slootpeilen zijn ook bij onderwaterdrains beter voor veenbehoud;



Bij de laatste twee maatregelen is het zeer goed mogelijk dat er te weinig gebiedseigen water is om ze effectief uit te voeren. Als dat zich voordoet, moet gebiedsvreemd water worden ingelaten om het tekort aan te vullen. Het gebiedsvreemde water dient dan wel aan bepaalde kwaliteitseisen te voldoen. Dat betreft stoffenconcentraties met het oog op de Kaderrichtlijn Water. Maar ook de zuurgraad en concentraties van sulfaat en bicarbonaat. Zijn deze hoog dan kan een proces van 'interne eutrofiëring' worden bewerkstelligd waarbij veenafbraak wordt bevorderd. Het moet nog worden onderzocht of dit proces zich afspeelt in landbouwkundig gebruikte veenweidepercelen. Erg waarschijnlijk lijkt dat niet.

Landgebruik: Meer afbraak bij agrarisch gebruik

Wanneer we de veengronden in Drenthe onderverdelen naar grondgebruik, dan blijkt dat bij de veengronden met een akkerbouwmatig gebruik in de afgelopen decennia bij meer dan 50% van de oppervlakte een verandering is opgetreden naar een bodemtype met geringere veendikte (moerige grond of zandgrond). Bij de veengronden met gras is bijna 40% verdwenen. Bij natuur is de afname het geringst, maar deze bedraagt toch nog altijd 21% (hoofdstuk 2). Uit de metingen aan de veendiktes op locaties in veengronden is bij locaties in natuur een jaarlijkse afname van 0,3 cm vastgesteld tegenover meer dan het drievoudige bij agrarisch gebruik (hoofdstuk 4). Landbouwkundig en met name akkerbouwmatig gebruik, zoals in de veenkoloniën, gaat gepaard met frequente grondbewerking. Hierbij wordt het organische materiaal gefragmenteerd, waardoor het ontsloten wordt voor de micro-organismen. Door grondbewerking wordt de beluchting bevorderd. Kale, pas bewerkte grond is gevoelig voor oppervlaktige uitdroging, waardoor de kans op verstuiwing groter wordt.

Door het grondgebruik is de afbraak van organische stof te beïnvloeden. Ongunstig voor het behoud van organische stof zijn:

- Exploitatie van veen voor de productie van potgrond en tuinaarde, hierbij wordt het veen afgevoerd;

- Infrastructurele ingrepen, met intensieve vergravingen;
- Akkerbouwmatig grondgebruik met frequente grondbewerking;
- Gewassen met een diepe beworteling en een grote vochtonttrekking;
- Grondgebruik gebonden aan een diepe grondwaterstand.

Minder nadelig voor de instandhouding van organische-stofvoorraad zijn:

- Natuurontwikkeling, zonder vergravingen;
- Permanent grasland met een extensief gebruik.

Klimaat

Het klimaat speelt een gecompliceerde rol bij de afbraak van veen. Bij stijging van de temperatuur verloopt de afbraak sneller. Naarmate er meer veen verdwijnt, komen er meer broeikasgassen in de atmosfeer, waardoor de temperatuurstijging wordt versneld. Er is daardoor een positieve meekoppeling aanwezig tussen klimaatverandering en veenafbraak. Op de lange termijn zorgt veenafbraak daardoor voor een versnelling van zijn eigen proces.

Milieuaspecten

Gevolgen voor bodem- en milieukwaliteit

Bij de oxidatie van veengronden verteert de voorraad organische stof geleidelijk. Dit heeft gevolgen voor de bodem- en milieukwaliteiten:

- Verlies aan organische stof en vermindering van de koolstofvoorraad;
- Afname van het areaal veengronden en moerige gronden en toename van het areaal zandgronden. In de afgelopen 20 à 25 jaar is er in Drenthe ca. 21 000 ha veengrond verdwenen. Dit is ca 42 % van de totale oppervlakte veengronden die volgens de bodemkaart uit 1988 in Drenthe aanwezig was (hoofdstuk 2);
- Verandering van bodemkenmerken en bodemvruchtbaarheid;
- Maaiveldval, deze bedraagt 0,5 tot 1 cm per jaar. Op lange



termijn kan dit gevolgen hebben voor de infrastructuur en het afwateringssysteem. In gebieden met maaiveldafval dient meer onderhoud plaats te vinden. Op veel plaatsen in Drenthe varieert de veendikte op korte afstand, door variatie in de begindiepte van de zandondergrond. Dit resulteert in een wisselende maaiveldafval, waardoor het maaiveldreliëf toeneemt. Voor landbouwkundig gebruik brengt dit problemen met zich mee, omdat er ook meer variatie ontstaat in bodemkenmerken. De heterogeniteit binnen een perceel wordt groter (hoofdstuk 7);

- Eutrofiëring en verzuring van natuur, doordat er door de oxidatie extra nutriënten beschikbaar komen. Er ontstaat een productieve vegetatie, waarin concurrentiekrachtige soorten gaan domineren. Vaak gaat dit ten koste van de typerende natuurlijke begroeiing. De biodiversiteit neemt hierdoor af (hoofdstuk 8);
- Uitspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater. Veenvlagen fungeren zowel als bron van nutriënten die kunnen uitspoelen, maar ook als buffer om uitspoeling tegen te gaan, doordat er nutriënten worden vastgelegd. Door verandering in veendikte verandert ook de nutriëntenbelasting. De hydrologische omstandigheden, zoals grondwaterstandsverloop, kwel en inzijging hebben grote invloed op de uitspoeling (hoofdstuk 9);
- Door de oxidatie bij veengronden komen de broeikasgassen kooldioxide (CO_2) en lachgas (N_2O) vrij. Landelijk bedraagt de broeikasgasemissie vanuit de veengronden bijna 4% van de totale Nederlandse emissie. In Drenthe dient de (relatieve) omvang hiervan nog nader onderzocht te worden. Bij de bestrijding van de emissie van CO_2 en N_2O door vernatting, bestaat er een kans op de vorming van methaangas (CH_4), een broeikasgas dat 23 maal zo sterk is als CO_2 (hoofdstuk 10).

Veroudering van de bodemkundige basisinformatie

De bodemkaart van Drenthe is samengesteld uit de meest recente bronnen. Voor meer dan 90% van de oppervlakte dateren de gegevens toch nog van voor 1988. Door de veranderingen bij de

veengronden en moerige gronden is de beschikbare informatie niet meer actueel. Het areaal met verouderde informatie wordt binnen de provincie Drenthe geschat op 80 à 90 000 ha. Binnen de EHS-gebieden is bij 25% van de oppervlakte de informatie over de bodemgesteldheid verouderd. Dit betekent dat beleidsmakers, planologen, gebiedsbeheerders en onderzoekers nu voor veel toepassingen gebruik maken van achterhaalde gegevens. Dit kan leiden tot verkeerde interpretaties en mogelijk tot verkeerde oplossingen en maatregelen.

Beleidsvelden: knelpunten en keuzen

Constatering: de afbraak van veengronden en moerige gronden gaat door!

Bij het huidige gebruik en beheer zal het areaal veengronden en moerige gronden ook in de toekomst blijven afnemen. Het provinciale beleid is gericht op de instandhouding en verbetering van het Drentse landschap, de natuur, landbouw en cultuurhistorie. Er wordt een duurzaam grondgebruik nagestreefd. Door de veranderingen bij de veengronden en de moerige gronden ontstaan er knelpunten voor belangrijke beleidsthema's die de provincie in het Provinciaal Meerjaren Programma 2007-2013 (PMJP) voor het landelijk gebied beoogd. Soms zal er niet aan kunnen worden ontkomen om keuzes te maken.

Natuur

Het provinciale beleid is erop gericht de waarden van natuur en landschap veilig te stellen, door verwerving, inrichting en beheer van de EHS. Het realiseren van de natuurdoelen stelt eisen aan de waterkwantiteit en -kwaliteit en de kwaliteit van bodem en lucht.

Omdat de EHS in belangrijke mate rond de beekdalen met veengronden en moerige gronden is gelegen speelt de problematiek van deze gronden bij natuurontwikkeling een belangrijke rol:

- Eutrofiëring en verzuring;

- Keuze natuurdoeltypen;
- Vogel- en Habitatrichtlijn gebieden;
- De veroudering van de bodemkundige informatie over de gebieden binnen de EHS.

Om de kwaliteit van de gestelde natuurdoelen te kunnen realiseren zullen soms concessies nodig zijn in andere sectoren (landbouw, drinkwaterwinning) om voldoende hoge grondwaterstanden te kunnen realiseren met een goede waterkwaliteit. Zo zullen ook afwegingen gemaakt moeten worden bij de locatiekeuze van stallen in verband met emissienormen voor ammoniak in relatie tot kritische depositieniveaus voor zuur en stikstof in natuur. Indien geen concessies in andere sectoren mogelijk zijn moeten wellicht natuurdoelen worden aangepast.

Landschap en Cultuurhistorie

Het landschap vertelt de Drentse geschiedenis. Het provinciale beleid richt zich op behoud en herstel van landschappelijke en cultuurhistorische waarden.

De veranderingen bij de veengronden hebben consequenties voor:

- Het historisch bodemarchief. Bij de oxidatie van veen worden ook de vroegere bewoningssporen die in het veenpakket aanwezig zijn aangetast. Heterogeniteit binnen een landbouwperceel tengevolge van ongelijke maaiveldaling, wordt veelal weggevoerd door cultuurtechnische ingrepen. Dit gaat gepaard met een diepe grondbewerking, in combinatie met egalisatie. Bij deze ingrepen raken de bewoningssporen in de bovenste lagen van de zandondergrond verstoord;
- Het landschap verandert geleidelijk van een veenlandschap naar een zandlandschap.

Landbouw

De landbouw is in Drenthe van relatief groot economisch belang en wordt als een belangrijke economische drager voor plattelands-

ontwikkeling gezien. De provincie wil de economische functie van het Drentse platteland in stand houden en versterken en tevens de kwaliteiten van het landelijk gebied behouden en ontwikkelen. De landbouw dient ook in de toekomst optimaal te functioneren; in economisch opzicht, maar ook sociaal en ecologisch gezien. De landbouw dient zich duurzaam te ontwikkelen.

Door veenafbraak speelt er voor de landbouw de volgende problematiek:

- Verlies aan organische stof en bodemvruchtbaarheid;
- Erosiegevoeligheid, vooral gevoeligheid voor verstuiven;
- Ongelijke maaiveldaling en daardoor heterogene landbouwpercelen;
- Diepe grondbewerking en egalisatie om nadelige effecten op te heffen;
- Discrepancie tussen optimale situatie voor conservering veengronden en optimale situatie voor landbouwproductie. Ondiepe grondwaterstanden remmen de afbraak van veen, terwijl voor landbouwkundig gebruik een zekere drooglegging nodig is. Onderwaterdrains kunnen beide doelstellingen verenigen;
- Gewaskeuze en ontwikkeling van landbouwsystemen in relatie tot ontwikkelingen op de vrije markt. Hoog productieve, diep wortelende gewassen zijn nadelig voor de conservering van veengronden.

Water (oppervlakte water, grond- en drinkwater)

Bij het thema water staat het nieuwe beleid centraal dat is ontwikkeld in het kader van Waterbeheer 21^e eeuw (WB21). Dit betekent dat er gestreefd wordt naar de trits vasthouden, bergen en, als het niet anders kan, afvoeren. Vasthouden laat zich goed combineren met het realiseren van de EHS. Hierbij gaat het vooral om herstel van beekdallandschappen. De toekomstige watersystemen dienen gezond en duurzaam te zijn. Op termijn is het beleid er opgericht om ruimte voor water te maken, waarbij zowel wateroverlast als waterte-

korten worden voorkomen.

Het waterbeheer speelt bij de conservering van de veengronden en moerige gronden een sleutelrol. Er zijn meerder knelpunten:

- Het dilemma bij de Gewenste Grond- en Oppervlakte Relatie (GGOR) om te streven naar een optimaal grondwaterregime voor het gebruik en een optimaal regime voor de conservering van veen;
- Uitspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater;
- Effecten van vernatting op methaangasvorming en de beschikbaarheid van N en P.

Energie en klimaat

De provincie streeft naar een duurzame energiehuishouding, met een betrouwbare energievoorziening die economisch efficiënt en klimaatneutraal is. De provincie ziet mogelijkheden in het gebruik van energie uit biomassa, vanwege de geringe CO₂-emissie bij deze vorm van energieopwekking. Grootschalige productie van energiegewassen wordt niet uitgesloten.

Bij de problematiek rond de veengronden en moerige gronden is er voor het klimaatbeleid een aantal knelpunten:

- De emissie van broeikasgassen vanuit de veengronden en moerige gronden in relatie tot andere bronnen in de provincie is nog niet gekwantificeerd.
- Het is niet duidelijk welke milieueffecten de transitie naar de grootschalige verbouw van energiegewassen op veengronden en moerige gronden met zich meebrengen. De verwachting is dat de wortels van energiegewassen diep de bodem ingaan en veel vocht onttrekken. Hierdoor komt het oxidatieproces over een groter dieptetraject opgang en verdwijnt er per jaar meer veen.

Voor de overige beleidsthema's die in het PMJP 2007-2013 worden genoemd zijn er raakvlakken met de problematiek rond de veranderende veengronden en moerige gronden.

Plattelandontwikkeling

Drenthe streeft naar een vitaal, aantrekkelijk en leefbaar platteland, waar van de sterke punten dienen als vertrekpunt voor verdere ontwikkeling. Bij het stimuleren en versterken van economische (landbouw-)activiteiten in de gebieden met veengronden en moerige gronden dient men in te zetten op een duurzaam gebruik.

Recreatie

Drenthe dankt zijn aantrekkingskracht voor vakantiegangers vanwege het landschap en de natuur en de betrekkelijke rust. De provincie streeft er naar de toeristische infrastructuur van fiets- en wandelpaden verder te vervolmaken.

Voor de recreatie is het van belang dat de diversiteit in het landschap behouden blijft. Dit vraagt om bescherming en behoud van de identiteit van de gebieden met veengronden en moerige gronden.

Oplossingsrichtingen

De afbraak van organische stof bij veengronden en moerige gronden is een voortgaand proces dat moeilijk gestopt kan worden. Met het beheer is de afbraak van veenbodems te beïnvloeden. In samenwerking met waterschappen en natuurbeherende organisaties worden in waardevolle gebieden, zoals het stroomgebied van de Drentse Aa, al allerlei maatregelen getroffen om de identiteit en kwaliteiten van een gebied te waarborgen. Hierbij streeft men ook naar het behoud van de bodemkundige waarden. De maatregelen die nodig zijn verschillen van gebied tot gebied. Voorop staat, dat voor het maken van de juiste keuzes men dient te beschikken over actuele data.

Actuele gegevens een must voor het onderbouwen van de juiste beslissingen

Voor het onderbouwen van keuzes en beslissingen dient er actuele informatie beschikbaar te zijn over de bodemopbouw, bodemkwaliteit en hydrologie. Zoals eerder aangegeven is de bodemkundige

informatie over de gebieden met veengronden en moerige gronden verouderd. Om in de toekomst te kunnen beschikken over een set actuele gegevens is het wenselijk voor meerdere jaren een dataverzamelingsplan op te stellen en uit te voeren. Voor het beheer van de veengronden en moerige gronden zijn de volgende gegevens van belang:

- Actuele bodemkaart;
- Gegevens over de bodemkwaliteit, zoals over de P-voorraad (fosfaatverzadiging);
- Actuele grondwatertrappenkaart;
- Meetnet met grondwaterkwantiteits – en kwaliteitsgegevens
- Een beschrijving van de geohydrologie (o.a. mate van kwel en karakterisering van het kwelwater)

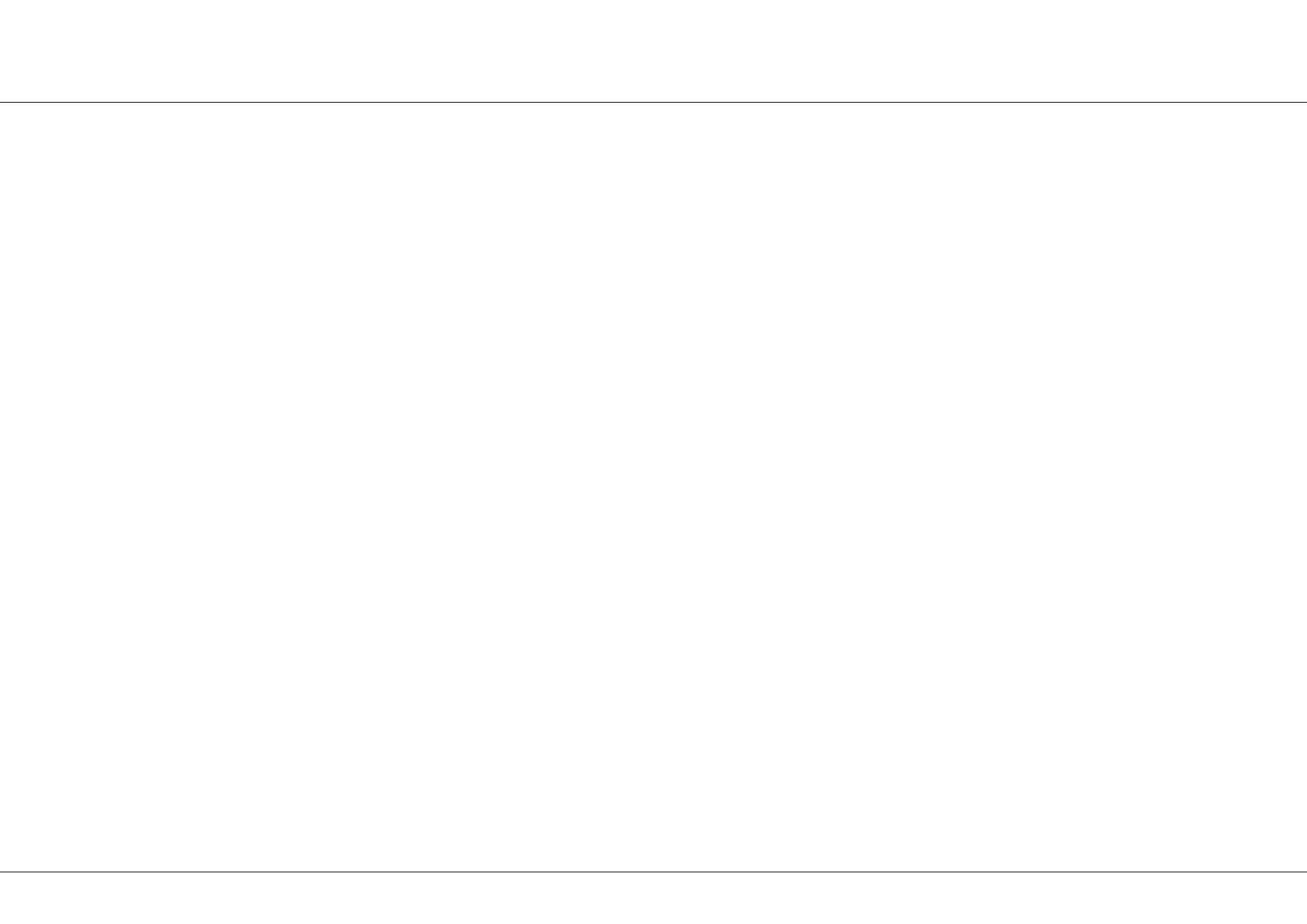
Zorg voor maatwerk in het waterbeheer

Veen is gebaat bij ondiepe grondwaterstanden. Om de optimale situatie voor zowel de gebruiksfunctie als het behoud van veen te bereiken, is maatwerk in het waterbeheer nodig. De door het Waterbeheer 21^e eeuw gepropageerde doelstelling voor het waterbeheer van vasthouden, bergen en, wanneer het niet anders kan dan, afvoeren, kan in belangrijke mate bijdragen in het verbeteren van de omstandigheden voor het behoud van veen. Door het water in de veengebieden vast te houden en te bergen kunnen hogere grondwaterstanden gerealiseerd worden. Vooral in combinatie met natuurontwikkeling kan hiermee de veenafbraak vertraagd worden.

Voorkeur voor extensief grondgebruik

Grondbewerking stimuleert de oxidatie van organische stof. In waardevolle gebieden met veen- en moerige gronden dient ploegen, spitten en graven vermeden te worden. Akkerbouw en intensief gebruikt grasland met regelmatige herinzaai is voor het behoud van de veengronden minder duurzaam dan extensief gebruikt grasland en natuur. Bij de herinrichting van beekdalen met veenbodems dienen cultuurtechnische ingrepen, zoals afgraven en egaliseren, zoveel mogelijk beperkt te blijven







Het veen verdwijnt uit Drenthe

Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Drenthe heeft van oudsher een groot areaal veengronden en moerige gronden. Bij deze gronden komen oppervlakkige veenlagen voor. Door toetreding van lucht oxideert het organische materiaal, waardoor de veenlagen steeds dunner worden. De gebiedsdekkende bodemkaart van de provincie Drenthe dateert van voor 1990. Uit recent onderzoek blijkt dat de kaartinformatie over de veengronden en moerige gronden is verouderd. Het areaal veengronden binnen de provincie is sinds de opname van voor 1990 met meer dan 40% verminderd (De Vries en Brouwer, 2006). Dit geldt waarschijnlijk ook voor de moerige gronden. Veengronden veranderen in moerige gronden en moerige gronden veranderen in zandgronden.

In figuur 1 wordt de problematiek rond de veenbodems schematisch in beeld gebracht. Centraal in de figuur staat de veenbodem die door oxidatie van het veen geleidelijk dunner wordt. Dit proces wordt beïnvloed door het beheer, met name het waterbeheer en het landgebruik. De oxidatie van de veenbodems leidt tot veranderingen in de milieukwaliteit door het vrijkomen van nutriënten en broeikasgassen. De nutriënten kunnen uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Door de veranderingen in de bodem veranderen ook de bodemeigenschappen. Dit heeft gevolgen voor het landbouwkundig gebruik en voor de natuur in natuurgebieden kunnen daardoor de groeiplaatspotenties veranderen. In Drenthe staan in het natuurbesluit de beekdalen centraal: ze vormen de kerngebieden van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het beleid daarvoor is in belangrijke

mate gebaseerd op het voorkomen van veenbodems in de dalen en moerige gronden langs de flanken daarvan. Maar de bodemgegevens blijken verouderd. En bijgevolg is voor het opstellen van provinciale beleidsvisies op dit moment niet de juiste basisinformatie over de bodem beschikbaar. Vraag is dan ook wat dit betekent voor de geformuleerde beleidsdoelen. Inzicht in de betekenis van verlies aan organische stof kan de basis vormen voor besluitvorming over maatregelen om verdere afbraak van organisch materiaal te voorkomen of wellicht te verminderen.

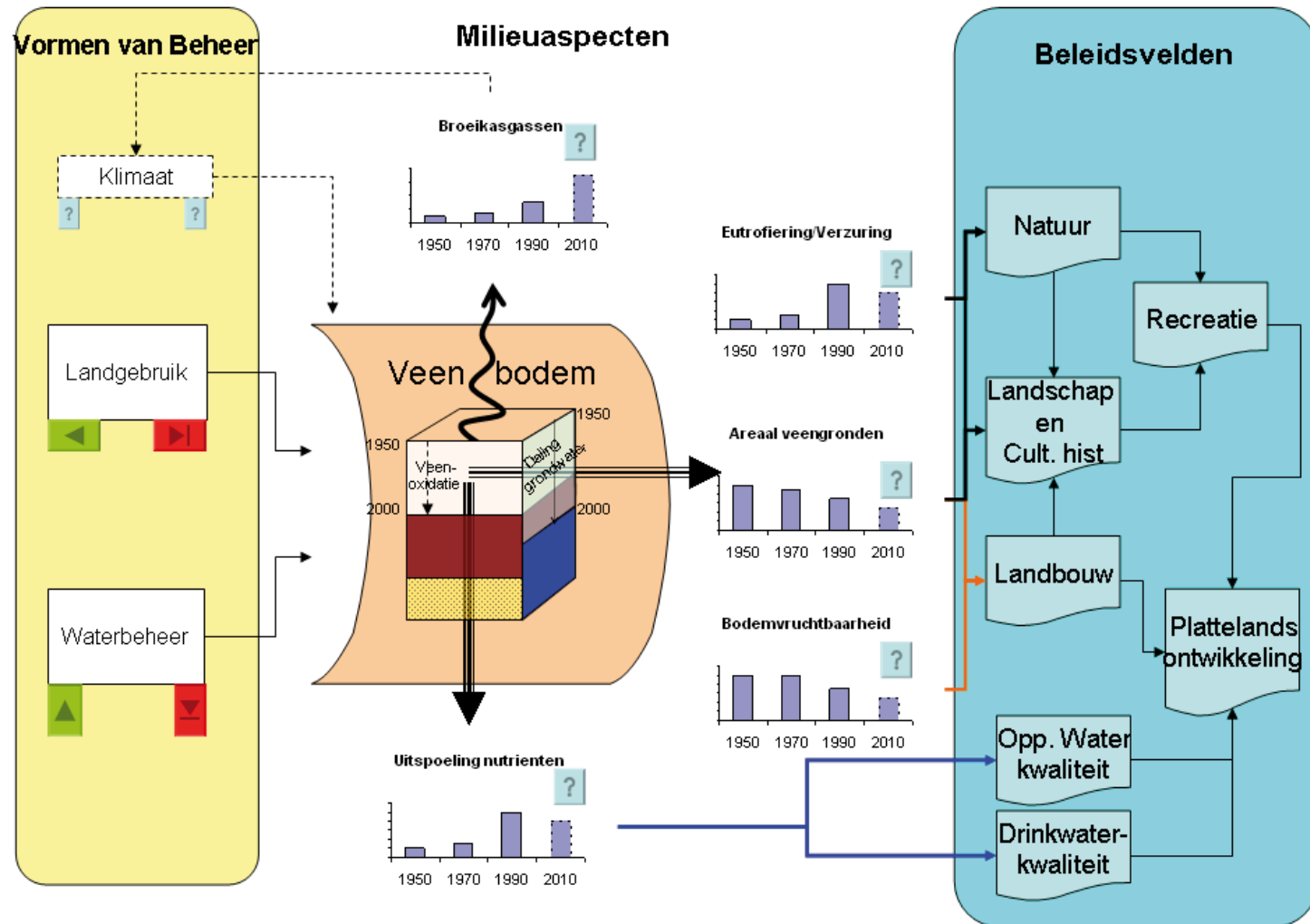
Het doel van deze publicatie is drieledig:

- Op basis van de beschikbare data en nieuw te verzamelen gegevens de veranderingen bij de veenbodems binnen de provincie te kwantificeren;
- Voor natuur, landbouw en de waterkwaliteit nagegaan wat de consequenties zijn van de gestage achteruitgang van de veenbodems;
- Nagegaan welke relatie er is tussen de achteruitgang van de veenbodems en het beheer en het provinciale omgevingsbeleid.

1.2 Definities

Veeenvorming vindt plaats indien door gebrek aan zuurstof en remming van de biologische activiteit het door planten gevormde organische materiaal niet of onvolledig wordt omgezet. Het proces speelt zich af in een milieu, waar, bij overmaat aan water, reducerende omstandigheden heersen. Tijdens het proces van veeenvorming is de aanvoer van organische stof groter dan de afbraak (Hendriks, 1991). Het milieu waarin het veen ontstaat, bepaalt de veensoort. Hierbij is vooral de mate van mineralenrijkdom (rijkdom aan plantenvoedingsstoffen) van belang. Het milieu kan voedselrijk (eutroof), weinig voedselrijk (mesotroof) of voedselarm (oligotroof) zijn; dit wordt grotendeels bepaald door geografische en hydrologische omstandigheden. Bij elk milieu hoort een karakteristieke plantengroei

Figuur 1. Schematische weergave van de problematiek rond de veengebied. Via het beheer is het mogelijk te sturen op behoud van het veen (groene knoppen suggereren een minder intensieve vorm van landgebruik of peilverhoging bij het waterbeheer). Door intensivering van landgebruik of peilverlaging stimuleren we juist veenafbraak. Het is aan het beleid aan te geven waar kritische grenzen liggen (rode knoppen met streep).



en bijgevolg veensoort:

- Het oligotrofe milieu wordt uitsluitend gevoed met zeer voedselarm regenwater. Dit resulteert in veenmosveen en bolster (jong veenmosveen);
- In het mesotrofe milieu wordt door beken en riviertjes of door kwel voedselrijker water aangevoerd. In dit soort situaties ontstaat vooral zeggeveen;
- Het eutrofe milieu wordt gevoed door voedselrijk slibhoudend rivier- of zeewater. Hier ontstaat rietveen en bosveen met wisselende hoeveelheden klei.

Oxidatie van veen: Veen bestaat uit geaccumuleerde, niet of onvolledig omgezette organische stof. In de bodem wordt organische stof zowel onder anaërobe als aërobe omstandigheden door allerlei micro-organismen voortdurend afgebroken. Bij afwezigheid van luchtzuurstof (anaërobe omstandigheden), verloopt de afbraak zeer langzaam. Onder aërobe omstandigheden, als de organische stof aan de lucht is blootgesteld, gaat de afbraak sneller. Dit verteringsproces door micro-organismen wordt ook wel oxidatie genoemd. Naast oxidatie kan het veenvolume ook verminderen door krimp en klink.

Om de Nederlandse gronden in kaart te kunnen brengen zijn er voor de classificatie definities opgesteld:

Veengronden zijn bodems waarbij binnen de zone tot 80 cm diepte moerig materiaal voorkomt over een aaneengesloten dikte van minstens 40 cm.

Moerige gronden zijn bodems met een moerige bovengrond van maximaal 40 cm dikte of een moerige tussenlaag van 5 à 40 cm dikte, die binnen 40 cm diepte begint.

Moerig materiaal is bodemmateriaal dat voor minstens 15 (bij een lutumgehalte van 0%) tot 25 massaprocenten (bij een lutumgehalte van 50%) uit organische stof bestaat.

Minerale gronden zijn gronden waarbij binnen de zone tot 80 cm diepte mineraal materiaal, zoals zand, klei of leem voorkomt over een dikte van tenminste 40 cm.

1.3 Leeswijzer

In de hoofdstukken 2, 3 en 4 van deze publicatie worden verschillende onderzoeken naar het verval van de veengronden en moerige gronden beschreven. Door de veranderingen bij deze gronden veroudert de bodemkundige basisinformatie (hoofdstuk 5). Hoofdstuk 6 schetst in het kort de verbreiding van de veengronden in Drenthe vanaf de late middeleeuwen tot nu. In de hoofdstukken daarna wordt aangegeven wat de gevolgen zijn van de veranderingen bij de veenbodems voor de landbouw (7), natuur (8), de waterkwaliteit (9) en de emissie van broeikasgassen (10). In hoofdstuk 11 wordt er een relatie gelegd tussen de achteruitgang van de veengronden en verschillende beheersvormen en met de verschillende disciplines binnen het provinciale omgevingsbeleid. Hoofdstuk 12 geeft handreikingen naar een meer duurzaam beheer en gebruik van de veenbodems.

Figuur 2. Dik pakket veenmosveen in het oosten van Drenthe. Dit veen wordt aangewend voor turfstrooisel.



2

Landelijk onderzoek naar de afname van het areaal veengronden in Oost-Nederland

2.1 Werkwijze

De gegevens van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, zijn verzameld in de periode 1965-1995. Veel van het veldwerk is al voor 1985 uitgevoerd. Sinds de eerste opname is de kaartinformatie van enkele incidentele gebieden geactualiseerd. Voor veel gebieden in Nederland is de informatie op de bodemkaart al meer dan 20 jaar oud. Voor de uitvoering van het mestbeleid in Nederland worden landbouwpercelen ingedeeld naar de grondsoort veen, klei, zand en löss. Omdat in 2000 bij de voorbereiding van de mestwetgeving het vermoeden bestond dat de informatie over de veengebieden in Oost-Nederland inaccuraat zou zijn, heeft Alterra in de periode 2001-2003 in opdracht van het Ministerie van LNV in Oost-Nederland de zgn. veenkartering uitgevoerd (van Kekem et al., 2005).

Dit landelijke onderzoek had tot doel na te gaan of kaartvlakken die op de bodemkaart als veengrond staan aangegeven, nu nog steeds tot de veengronden gerekend kunnen worden. Het onderzoek had betrekking op ca. 100 000 ha veengronden in Oost-Nederland, waarvan bijna 50 000 ha binnen de provincie Drenthe. De onderzochte veengronden liggen voornamelijk te midden van de zandgronden.

Bij dit onderzoek is in Oost-Nederland bij elk kaartvlak dat op de bodemkaart als veengrond staat aangegeven nagegaan of de veenlagen nog voldoen aan de indelingscriteria voor veengronden, te weten de aanwezigheid van tenminste 40 cm moerig materiaal in het

bodemprofiel tot 80 cm diepte. Hiervoor zijn grondboringen verricht. Per kaartvlak is aangegeven of het vlak nog tot de veengronden behoort of niet. Een deel van de kaartvlakken is opgesplitst in een deel waar nog veengronden voorkomen en een deel waar de veengronden zijn verdwenen. In dit onderzoek zijn de kaartvlakken die niet meer tot de veengronden behoren niet geactualiseerd. Er is dus niet vastgesteld welke bodemeenheden er nu voorkomen.

2.2 Resultaten landelijk

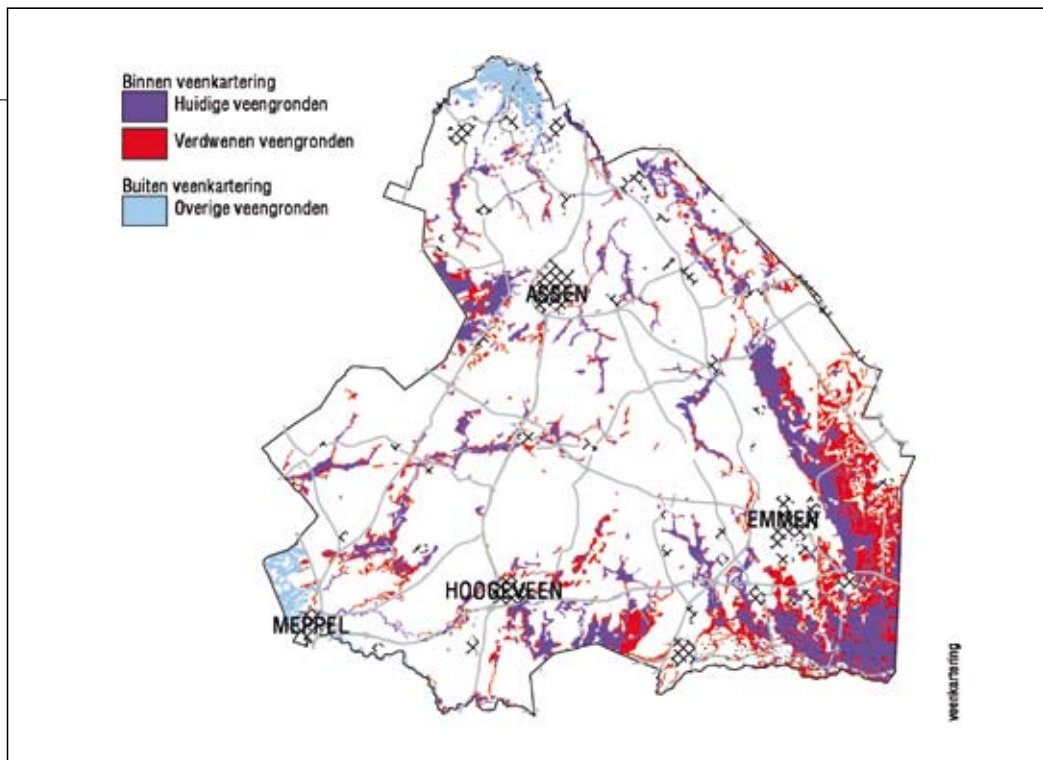
Uit het landelijke onderzoek blijkt dat ca. 47% van het onderzochte areaal van 100 000 ha nu niet meer tot de veengronden gerekend kan worden. De veenlagen zijn door oxidatie nu veel dunner of zijn zelfs geheel verdwenen.

2.3 Resultaten voor Drenthe

Voor de onderzochte veengronden binnen Drenthe blijkt dat een areaal van 21 000 ha thans niet meer tot de veengronden behoort (Figuur 3). Dit is een afname van meer dan 40 % van het oorspronkelijke areaal veengronden. De snelheid van afname is van een aantal factoren afhankelijk. De gegevens in de volgende paragrafen hebben betrekking op de veengronden binnen de provincie Drenthe.

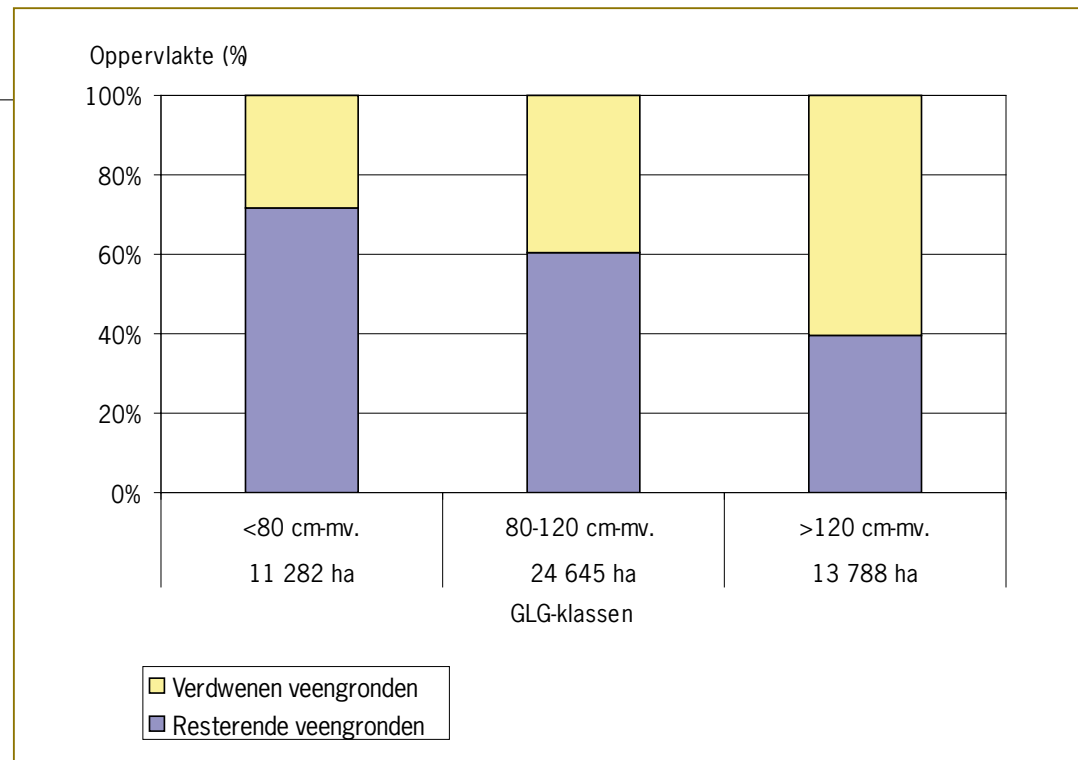
2.3.1 Afname van de veengronden in relatie tot de grondwaterstand

De onderzochte veengronden in Drenthe zijn aan de hand van de gegevens van de grondwatertrappenkaart op basis van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in drie klassen onderverdeeld (GLG: < 80 cm - mv.; 80-120 cm - mv. en > 120 cm - mv.). In Drenthe is een areaal van 11 282 ha onderzocht met ondiepe grondwaterstanden (GLG < 80 cm - mv.). De oppervlakte van deze natte veengronden is met 29% afgenomen (Figuur 4). Bij de onderzochte veengronden met diepe grondwaterstanden (GLG > 120 cm - mv.) bedraagt de afname



Figuur 3. De resultaten van de veenkartering (bron: Van Kekem, et al., 2005).

het dubbele, namelijk 60%. De grondwaterstand heeft dus een zeer grote invloed op de deformatie van de veengronden. Bij diepe grondwaterstanden treedt de grootste vermindering op, doordat tijdens het groeiseizoen gedurende een lange periode en over een grote diepte lucht in het bodemprofiel kan doordringen. Dit bevordert de oxidatie van het organische materiaal. Diepe grondwaterstanden kom o.a. voor bij Nieuw Buinen en Eerste en Tweede Exloërmond. Bij gronden met ondiepe grondwaterstanden treedt veel minder aeratie en daardoor ook minder oxidatie op. Ondiepe grondwaterstanden vinden we bij de veengronden in het Reestdal en in het stroomgebied van de Drentse Aa. Uit onderzoek bij veengronden in West-Nederland is eveneens gebleken dat bij diepe zomer grondwaterstanden een sterkere afbraak van veen optreedt dan bij ondiepe grondwaterstanden (Van den Akker, 2005).

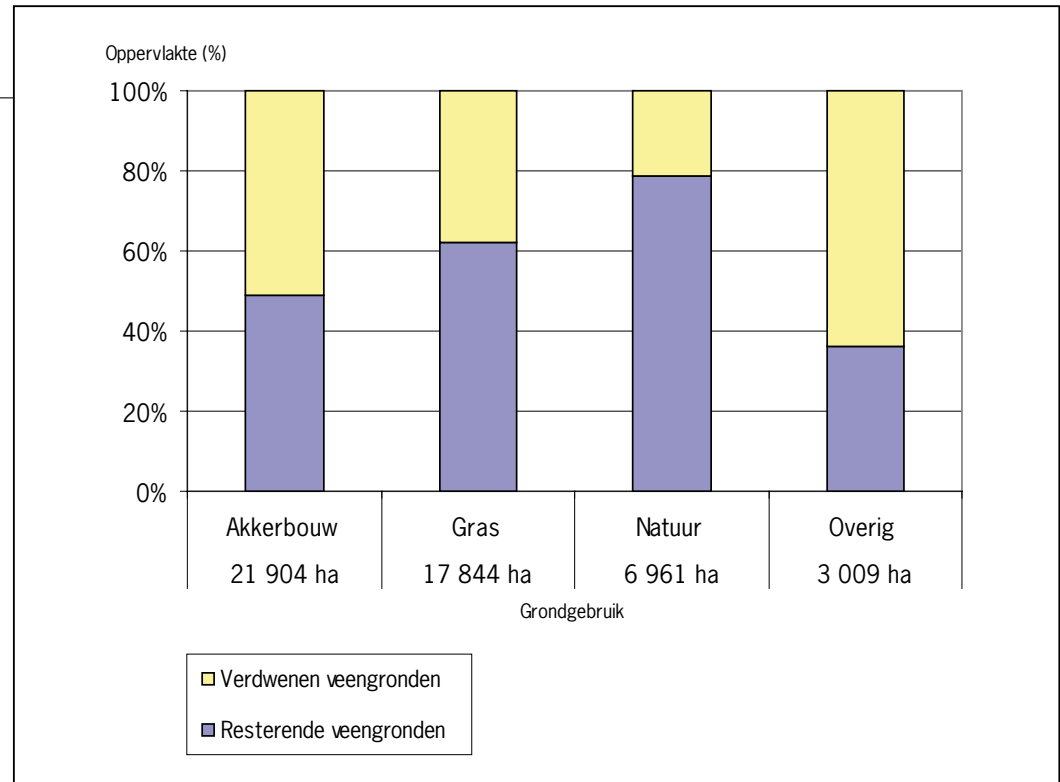


Figuur 4. De onderzochte veengronden in Drenthe onderverdeeld naar de diepte van de GLG en de actuele bodemopbouw.



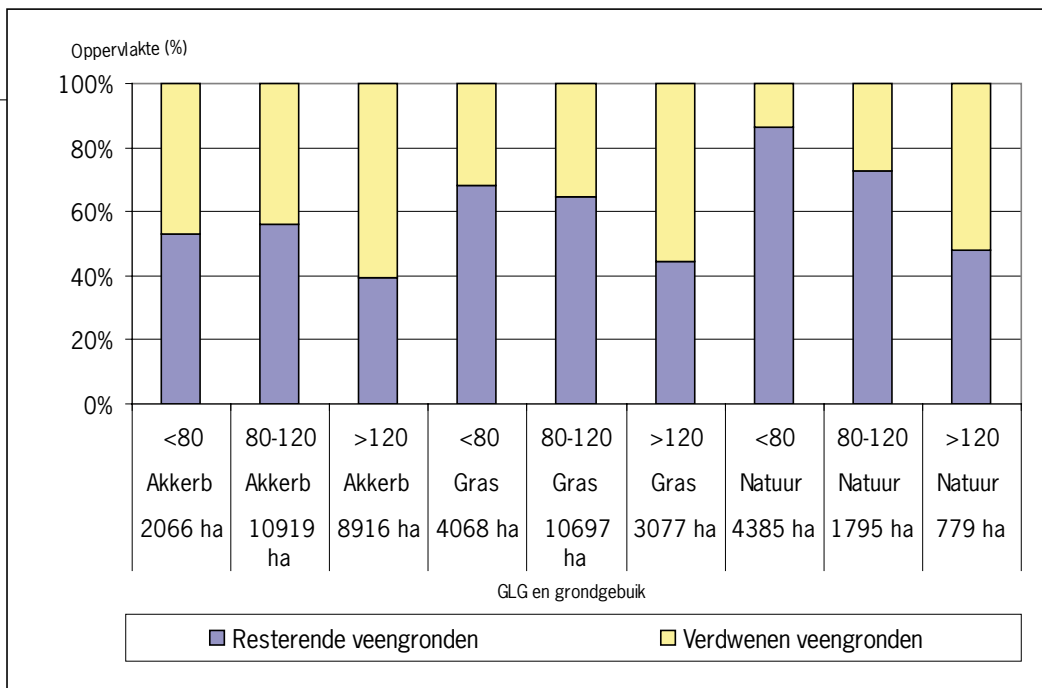
2.3.2 Afname van de veengronden in relatie tot het grondgebruik

Figuur 5 toont de veranderingen bij de veengronden in relatie tot het grondgebruik. Onder natuur bedraagt de afname van het areaal veengronden 21%, terwijl de oppervlakte veengronden onder akkerbouw met meer dan 50% is afgenomen. Bij de categorie overig grondgebruik is de afname het allergrootste, nl. 62%. Deze grondgebruikscategorie heeft betrekking op infrastructuur (wegen) en op bebouwing, inclusief kassen. Binnen deze groep worden relatief veel cultuurtechnische ingrepen gepleegd. De sterke afname bij akkerbouwmatig gebruik, zoals in de Drentse Veenkoloniën, is te verklaren door de frequente grondbewerkingen die bij deze gronden worden uitgevoerd voor de teelt van aardappelen, bieten en granen. Bij het ploegen wordt het veen onder de bouwvoor aangeploegd en vermengd met de bouwvoor. Bij het zaaiklaarmaken en het aanaarden van de aardappelruggen wordt de bouwvoor nogmaals los gemaakt. Deze activiteiten bevorderen de aeratie en daardoor de oxidatie van het veen.



Figuur 5. De onderzochte veengronden in Drenthe onderverdeeld naar grondgebruik en de actuele bodemopbouw.





Figuur 6. De onderzochte veengronden in Drenthe onderverdeeld naar de diepte van de GLG, het grondgebruik en de actuele bodemopbouw.

2.3.3 Afname van de veengronden in relatie tot het grondgebruik en grondwaterstand

In Figuur 6 is de informatie over de grondwaterstanden en het grondgebruik gecombineerd. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat binnen alle grondgebruiksklassen een sterke afname is opgetreden bij de veengronden met diepe grondwaterstanden (GLG > 120 cm - mv.). Ook bij gras en natuur met diepe grondwaterstanden is ongeveer de helft van de veengronden verdwenen. Bij gras en akkerbouw is het verschil tussen ondiepe (< 80 cm - mv.) en matig diepe (80-120 cm - mv.) grondwaterstanden beperkt. Uit de figuur blijkt verder dat de afname het geringst is bij veengronden met ondiepe grondwaterstanden onder natuur, zoals in de bovenlopen van de Drentse Aa. Bij deze categorie is de afname beperkt gebleven tot 14% van de oppervlakte.



Figuur 7. Natuur met hoge grondwaterstanden zorgt voor de beste conservering van veen.

2.4 Conclusies uit de gegevens van de veenkartering

Uit de gegevens van de veenkartering kunnen we voor de provincie Drenthe een aantal conclusies trekken:

- Binnen Drenthe had de veenkartering betrekking op een totaal areaal veengronden van ca. 50 000 ha. Uit de gegevens blijkt dat 42% van dit areaal thans geen veengrond meer is (figuur 3);
- Bij diepe zomergrondwaterstanden vindt de grootste afbraak plaats. In de gebieden met een GLG > 120 cm - mv. is in de afgelopen decennia 60% van de veengronden verdwenen. In gebieden met ondiepe zomergrondwaterstanden (GLG < 80) is dit beperkt gebleven tot 29%;
- Bij akkerbouwmatig gebruik (aardappelen, bieten en granen) is de afbraak groter dan bij grasland en natuur;
- De minste afname is geconstateerd bij natuur met ondiepe grondwaterstanden. In de gebieden met deze combinatie is de afname van het areaal veengronden beperkt gebleven tot 14% van het areaal.

3

Onderzoek naar veranderingen door kaartvergelijking

3.1 Werkwijze

Naast de gebiedsdekkende bodemkaart van Drenthe op schaal 1 : 50 000 is voor een aantal gebieden met veengronden een gedetailleerde bodemkaart op schaal 1 : 10 000 beschikbaar van recente datum. Deze detailkaarten zijn vervaardigd in het kader van voorgenomen landinrichtingsprojecten (Kiestra, 2003, 2006. Stoffelsen, 2004). Door de beschikbaarheid van recente kaarten is het mogelijk de veranderingen die in de loop van de tijd zijn opgetreden te analyseren, door de kaarten van verschillende ouderdom met elkaar te vergelijken. Voor de vergelijking zijn de veengronden in twee groepen ingedeeld:

- ‘dikke’ veengronden waarbij de veenlaag doorloopt tot dieper dan 120 cm - mv. en
- ‘dunne’ veengronden, waarbij de veenlaag binnen 120 cm - mv. overgaat in de zandondergrond.

Daarnaast onderscheiden we:

- moerige gronden, dit zijn gronden met een oppervlakkige veenlaag van maximaal 40 cm dikte en
- zandgronden.

Met deze indeling is het kaartbeeld van zowel de recente detailkaarten als de Bodemkaart van Drenthe, schaal 1 : 50 000, vereenvoudigd. In GIS is vervolgens een overlay gemaakt. Via de overlay

is voor elk kaartvlak van de relatief oude bodemkaart 1 : 50 000 vastgesteld welke veendiktes er volgens de recente detailkaarten voorkomen.

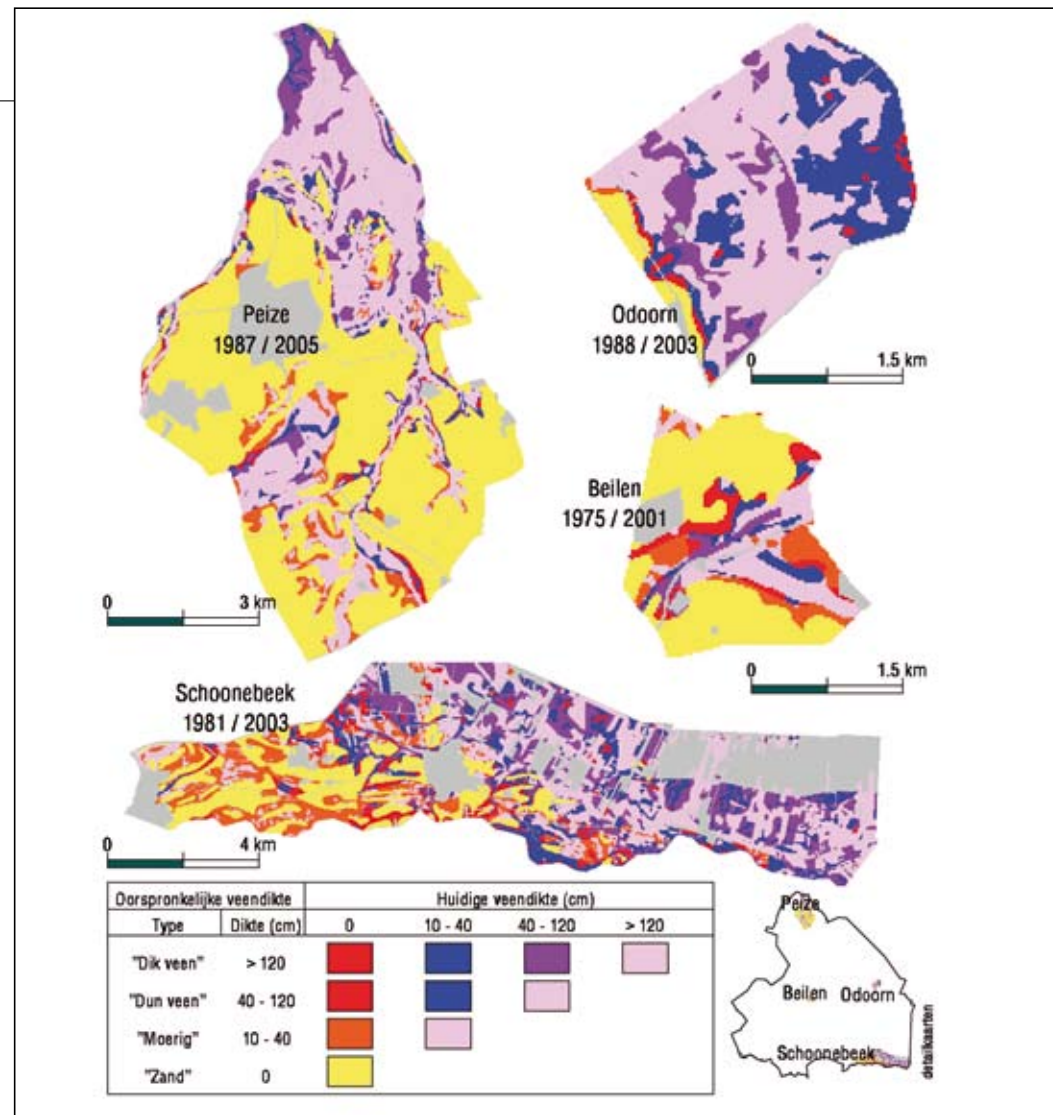
3.2 Resultaten

Figuur 8 toont voor alle gebieden de veranderingen in het kaartbeeld. In de rood en oranje gekleurde vlakken zijn de veenlagen in zijn geheel verdwenen. Hier komen nu zandgronden voor. Bij de blauwe vlakken zijn veengronden veranderd in moerige gronden en in de donker paarse vlakken zijn dikke veengronden overgegaan naar dunne veengronden. De figuren 9 en 10 laten de verschuivingen in arealen zien voor de gebieden Schoonebeek en Peize.

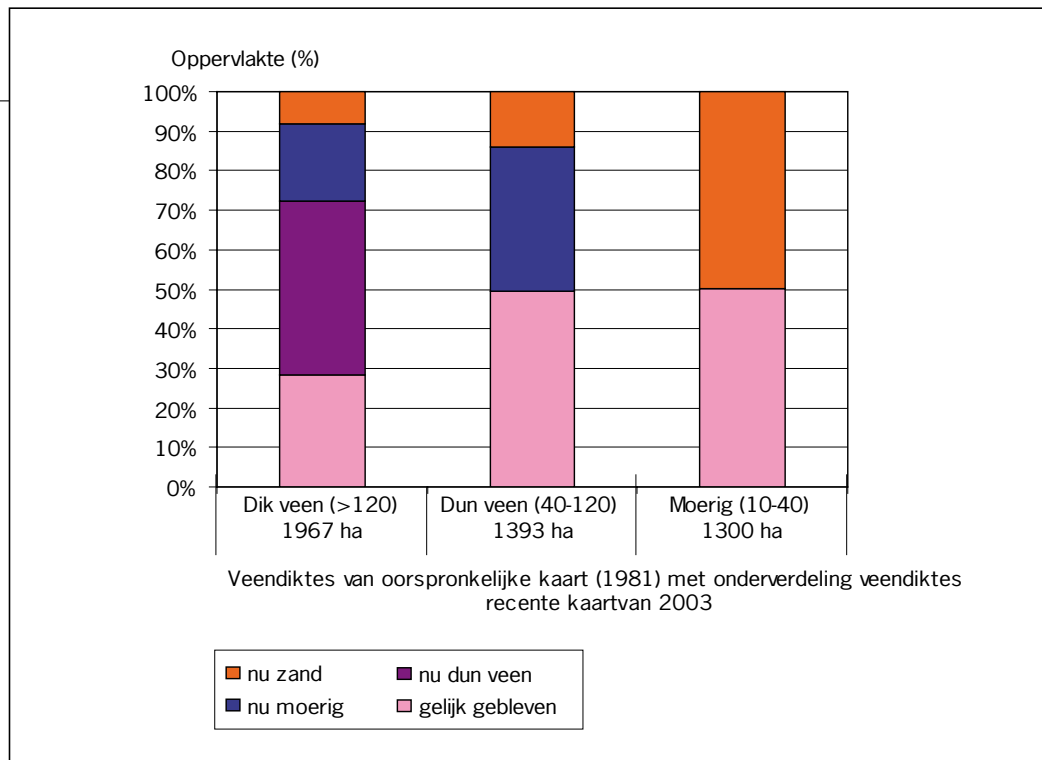
In het gebied Schoonebeek zijn de grootste veranderingen geconstateerd (Figuur 9). Zowel bij de veengronden en moerige gronden is bij een aanzienlijke oppervlakte een verschuiving opgetreden van minstens één klasse. Van de oorspronkelijk dikke veengronden heeft thans slechts 30 % nog een dik veenpakket. Bij 70% van de oppervlakte is een verschuiving opgetreden naar typen met dunne veenlagen. Bij de dunne veengronden is bij ca. 50% van de oppervlakte een verschuiving geconstateerd. Een klein deel is nu zelfs mineraal. Van de oorspronkelijk moerige gronden behoort ca. 50% van het areaal nu tot de zandgronden. In het gebied Peize zijn de verschuivingen minder extreem. In dit gebied is bij iedere groep een verschuiving van ca. 35 % vastgesteld (Figuur 10). De geringere achteruitgang van de veengronden in Peize ten opzicht van Schoonebeek kan verklaard worden door de nattere ligging van de veengronden in Peize en het feit dat er in Peize nagenoeg geen akkerbouw op de veengronden voorkomt, dit in tegenstelling tot het grondgebruik in Schoonebeek. Ook zijn de oorspronkelijke veenpakketten in Peize dikker dan in Schoonebeek.



Een kaart geeft de werkelijkheid gegeneraliseerd weer. Bij de oude kleinschalige bodemkaart, schaal 1 : 50 000, worden de patronen globaler weergegeven dan bij de recente grootschalige kaarten, schaal 1 : 10 000. Een deel van de verschillen tussen de kaarten kan dan ook verklaard worden door verschillen in generalisatie. Het feit bijvoorbeeld dat er bij moerige gronden van de oude kaart volgens de gedetailleerde bodemkaart toch veenpakketten dikker dan 40 cm voorkomen heeft te maken met generalisatieaspecten. De gevonden verschillen tussen de kaarten zijn echter zo evident, dat de belangrijkste oorzaak toch gezocht moet worden bij het slinken van de veenlagen.



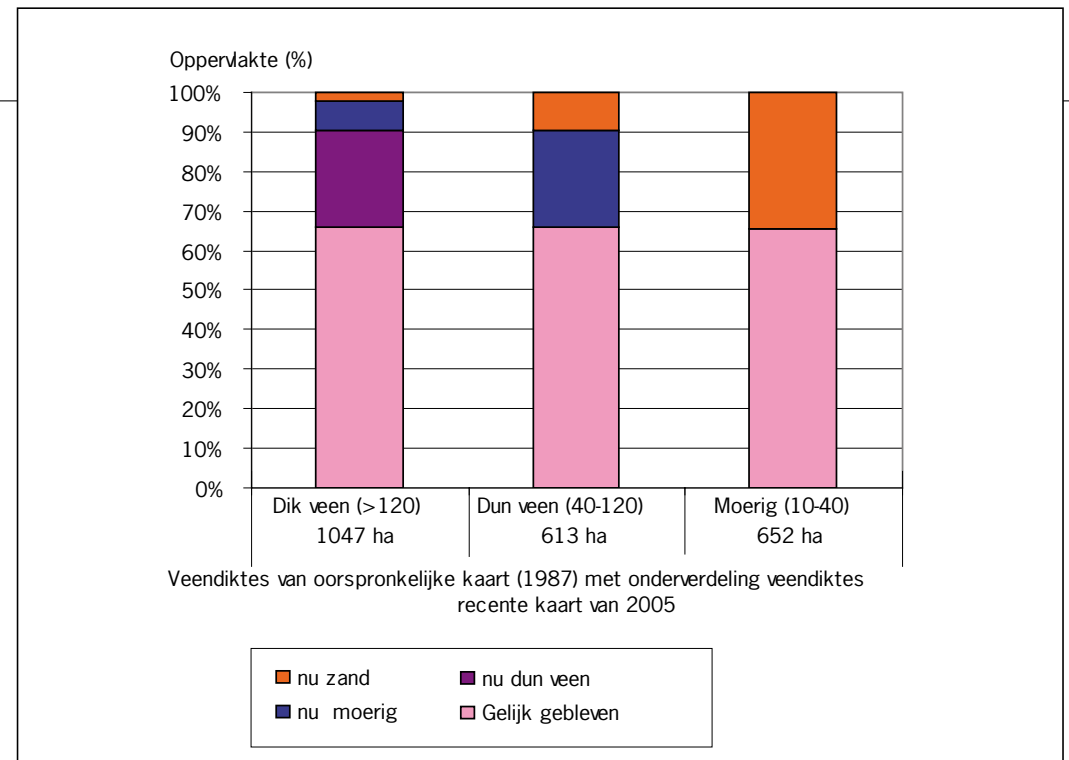
Figuur 8. Vergelijking van de veendiktes uit de periode voor 1990 met die van nu, voor vier gebieden in Drenthe. Per gebied is het jaartal van de oorspronkelijke kaart en dat van de huidige kaart vermeld.



Figuur 9. Verdeling van de huidige veendiktes binnen de veendikteklassen van de bodemkaart uit 1981, voor het gebied Schoonebeek.

3.3 Conclusies uit de gegevens van de kaartvergelijking

Voor vier gebieden zijn bodemkaarten van recente datum (recenter dan 2001) vergeleken met de bodemkaart die in de periode voor 1990 is vervaardigd. In alle vier gebieden zijn bij de veengronden en moerige gronden verschuivingen opgetreden naar bodemtypen met dunnere veenlagen. In het gebied Schoonebeek is de verschuiving het grootst. In dit gebied heeft bij 50 tot 70% van de oppervlakte een verschuiving plaatsgevonden naar een geringere veendikteklasse. In de andere gebieden geldt dit voor 25 tot 35% van de oppervlakte.



Figuur 10. Verdeling van de huidige veendiktes binnen de veendikteklassen van de bodemkaart uit 1987, voor het gebied Peize.



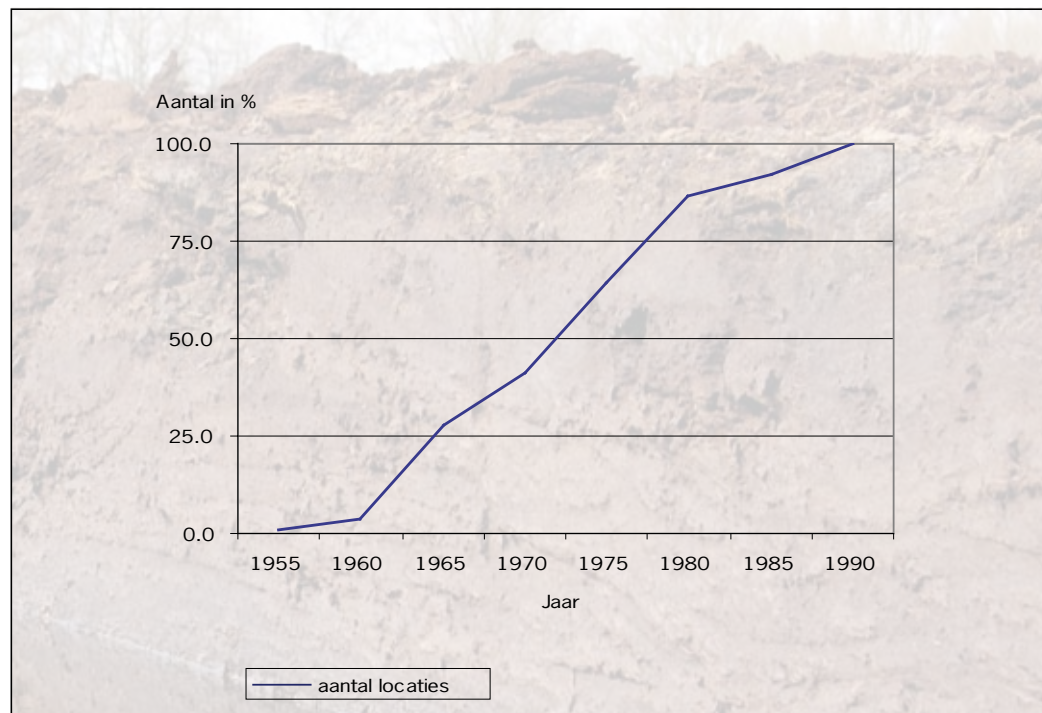
4

Onderzoek naar de afname van de veendikte op puntniveau

4.1 Werkwijze

In opdracht van de provincie Drenthe heeft Alterra in 2007 de veendikte opnieuw bepaald op locaties waar in het verleden het bodemprofiel al eens is beschreven. Hiervoor zijn uit het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) van Alterra de locaties geselecteerd binnen de veengronden en moerige gronden waar reeds voor 1990 de veendikte is gemeten en waarbij tevens een nauwkeurige plaatsbepaling is vastgelegd. Deze selectie leverde 109 locaties op. Figuur 11 geeft een cumulatief overzicht van het tijdstip waarop de veendikte voor de eerste maal is gemeten. Van deze oorspronkelijke metingen dateert de oudste uit 1955 en de laatste uit 1989. Ruim 90% van de metingen zijn voor 1985 uitgevoerd. Omdat men voor 1990 nog niet over GPS-apparatuur beschikte is de exacte ligging van de locaties destijds vastgelegd op een situatieschets.

In het voorjaar van 2007 zijn, gebruikmakend van de situatieschetsen, alle locaties opnieuw bezocht met het doel de actuele veendikte vast te stellen en een nieuwe profielbeschrijving te maken. Het bodemprofiel is beschreven tot een diepte van tenminste 1,50 m-mv., volgens de richtlijnen voor boorbeschrijvingen (Ten Cate et al., 1995). Om zeker te zijn dat er een representatief bodemprofiel werd vastgelegd is rond een locatie binnen een straal van 10 meter meerdere keren geboord. De meest voorkomende profielopbouw is vervolgens beschreven.



Om de verandering in veendiktes vast te stellen zijn de veendiktes in het oorspronkelijke en het huidige bodemprofiel met elkaar vergeleken. Per locatie is de gemiddelde jaarlijkse afname in veendikte berekend door de totale afname te delen door het aantal jaren dat is verstreken sinds het tijdstip van de eerste beschrijving.

Om de locaties in te kunnen delen naar grondgebruik is het verloop van het grondgebruik over de periode tussen de twee metingen achterhaald. Zowel bij de oorspronkelijke meting als bij de nieuwe van 2007 is informatie verzameld over het grondgebruik. Voor de tussenliggende periode is met behulp van gegevens uit verschillende versies van het Landelijke Grondgebruiksbestand (LGN) het grondgebruik bepaald: LGN2 uit 1992; LGN3 uit 1997 en LGN5 uit 2004. Het grondgebruik is hierbij ingedeeld in de klassen akkerbouw, gras en natuur (bos en natuur). De locaties waarbij over in de periode tussen te twee metingen zowel akkerbouw als gras voorkwam zijn ingedeeld in een aparte klasse, de klasse wisselbouw.

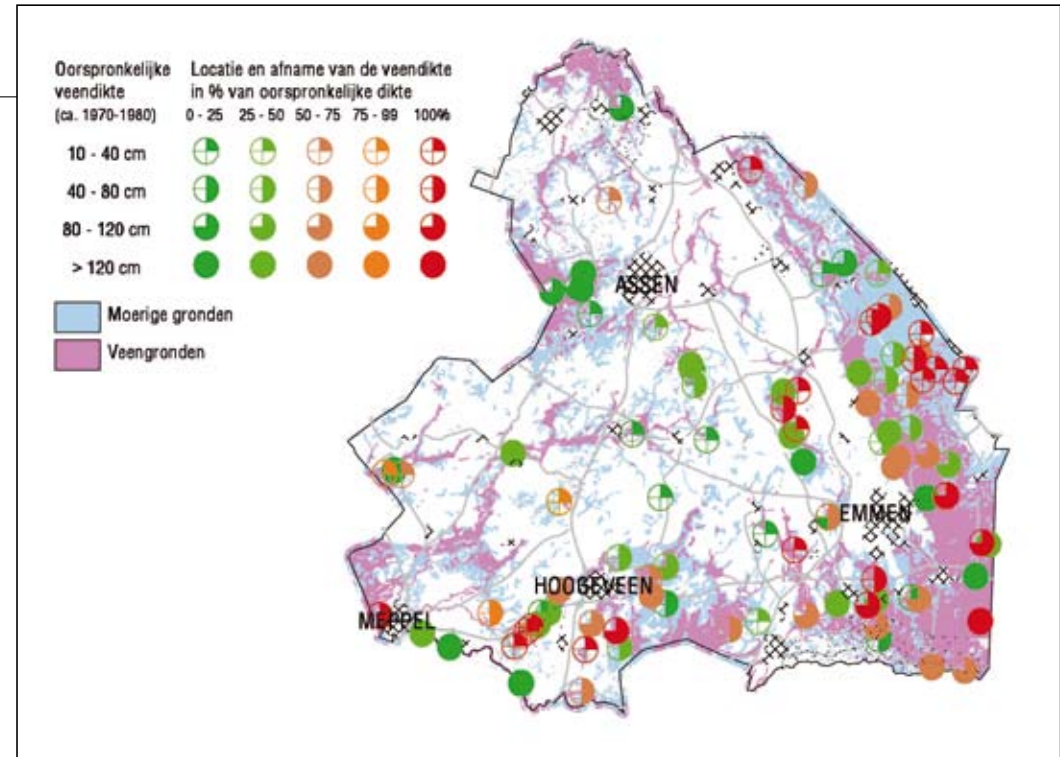
Figuur 11. Cumulatieve verdeling van locaties over de jaren waarin de eerste profielbeschrijving is vervaardigd.

4.2 Resultaten

Van de in totaal 109 bezochte locaties kon om uiteenlopende redenen bij 14 locaties geen profielbeschrijving worden opgesteld. Bij 7 locaties was dit niet mogelijk omdat ter plekke van de locatie nu een woonwijk, een zandafgraving, turfstrooiselwinning of parkeerplaats is gelegen. Daarnaast kon in enkele gevallen geen beschrijving gemaakt worden omdat geen toestemming werd verleend, of omdat het perceel in het voorjaar tijdens de veldwerkperiode onder water stond. Het veldonderzoek heeft uiteindelijk geresulteerd in 95 complete profielbeschrijvingen. Bij 24 locaties kon uit de profielopbouw worden opgemaakt dat er ooit een diepe groundbewerking is uitgevoerd, zoals mengwoelen of dieploegen.

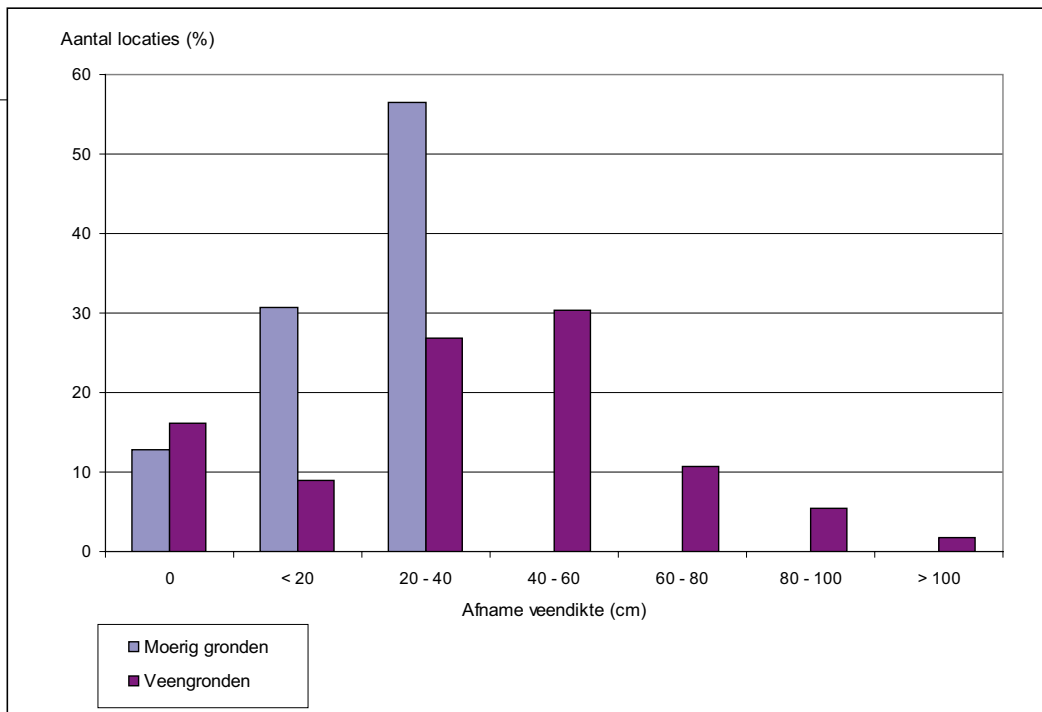
De locaties zijn naar hun oorspronkelijke veendikte ingedeeld in moerige gronden (veendikte 10-40 cm) met 39 locaties en veengronden (veendikte > 40 cm) met 56 locaties.

Figuur 12 geeft de ligging van de beschreven punten en de veranderingen die zijn opgetreden. De vorm van het symbool geeft de oorspronkelijke veendikte aan. Een kwart cirkel betekent dat de oorspronkelijke veenlaag 10 tot 40 cm dik was. Een volledig ingekleurde cirkel geeft aan dat de veenlaag oorspronkelijk een dikte had van meer dan 120 cm. De kleur van het symbool geeft de veranderingen weer. Bij de groene punten is de verandering gering. Bij de rode punten is alle veen verdwenen.



Figuur 12. Ligging van de bezochte locaties met informatie over de afname van de veendikte.





Figuur 13 Onderverdeling van de totale afname in veendikte bij de moerige gronden (39 locaties) en bij de veengronden (56 locaties) over de periode tussen de eerste meting (voor 1985) en de meting in 2007.

Figuur 13 toont een grafiek met een onderverdeling naar de totale afname in veendikte. Bij de moerige gronden is de veendikte bij meer dan 50 % van de locaties met 20 tot 40 cm afgenomen. Dit betekent dat alle veen nagenoeg is verdwenen. Bij de veengronden komt een grote spreiding voor in de afname. Bij een aantal locaties is de afname miniem, terwijl er ook locaties zijn met een afname van meer dan 60 cm.

4.2.1 Veranderingen bij de moerige gronden

Tabel 1 geeft een overzicht van de veranderingen bij de moerige gronden. Bij deze gronden is de veendikte gemiddeld met 17 cm verminderd, dit is omgerekend een afname van gemiddeld 0,5 cm per jaar. Van de 39 bezochte locaties is bij 20 locaties de veenlaag geheel of nagenoeg geheel verdwenen, waardoor er nu ter plekke een zandgrond voorkomt. Veel van deze “nieuwe zandgronden” worden als veldpodzolgronden (Hn21) geïnclassificeerd. Bij 5 locaties is de veendikte nagenoeg niet gewijzigd. Op 11 locaties was het bodemprofiel verwerkt. In het bodemprofiel is de verwerking herkenbaar

doordat de oorspronkelijke zand- en veenlagen met elkaar vermengd zijn. Bij een verdere onderverdeling van de waarnemingen naar grondwaterstandsdiepte en grondgebruik zijn er voor de categorie met ondiepe grondwaterstanden en in mindere mate ook voor de categorie natuur onvoldoende gegevens beschikbaar voor het doen van uitspraken. Verschil in matig diepe en diepe grondwaterstanden heeft bij de moerige gronden nagenoeg geen invloed op de afbraak van de oppervlakkige veenlagen, terwijl er wel een duidelijke invloed merkbaar is van het grondgebruik. Bij akkerbouw en bij wisselbouw (afwisselend gras en akkerbouw) is de gemiddelde afname per jaar groter dan bij grasland (0,7 cm per jaar ten opzichte van 0,4 cm per jaar). Dit verschil in afname wordt verklaard door groundbewerkingen die plaatsvinden bij akkerbouwmatig gebruik. Op de 5 locaties in natuur is de gemiddelde afname het kleinst, namelijk 0,2 cm per jaar. Wanneer we uitgaan van de mediane waarden zijn de verschillen nog wat duidelijker.



Tabel 1. Overzicht van de veranderingen in veendikte op de bezochte locaties in oorspronkelijke moerige gronden.

Combinatie	Aantal locaties					Gemiddelde veendikte in cm			
	Totaal	Veendikte is niet veranderd	Nog moerige grond	Nu minerale grond	Verwerkt profiel	Oorspronkelijke dikte	Huidige dikte	Totale afname	Gemiddelde en (mediane) afname per jaar
Alle locaties	39	5	19	20	11	30	13	17	0,5 (0,5)
Locaties in oorspronkelijke moerige gronden, ingedeeld naar GLG (cm - mv.)									
Ondiep (<80)	2	0	1	1	1	30	13	17	0,5
Matig. diep (80-20)	19	3	8	11	3	27	11	16	0,5 (0,5)
Diep (>120)	18	2	10	8	7	32	14	18	0,5 (0,5)
Locaties in oorspronkelijke moerige gronden, ingedeeld naar grondgebruik									
Akkerbouw	9	0	3	6	2	32	8	24	0,7 (0,6)
Wisselbouw (afwisselend gras en akkerbouw)	13	0	5	8	3	30	8	22	0,7 (0,6)
Grasland	12	5	8	4	3	28	17	11	0,4 (0,25)
Natuur	5	0	3	2	3	26	17	9	0,2 (0,15)
Locaties in oorspronkelijke moerige gronden, ingedeeld naar oorsprong									
Hoogveen	26	2	12	14	9	31	11	20	0,6
Laagveen	13	3	7	6	2	28	16	12	0,3
Locaties in oorspronkelijk moerige gronden, ingedeeld naar verstoring van de profielopbouw									
Verwerkt	11	1	6	5	11	32	15	17	0,6
Niet verwerkt	28	4	13	15	0	29	12	17	0,5



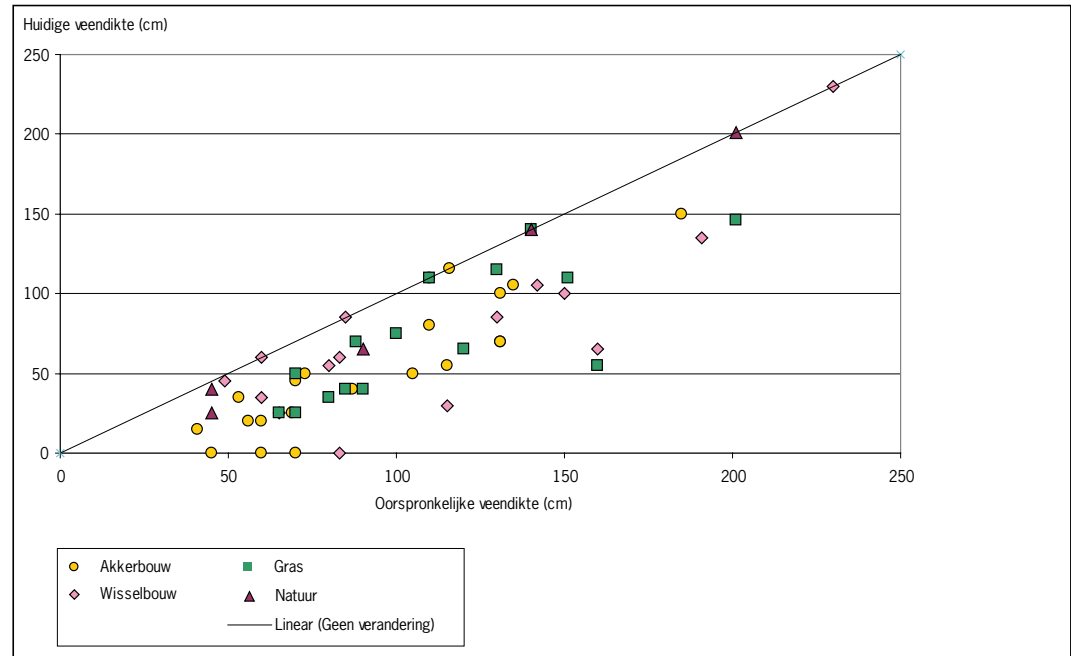
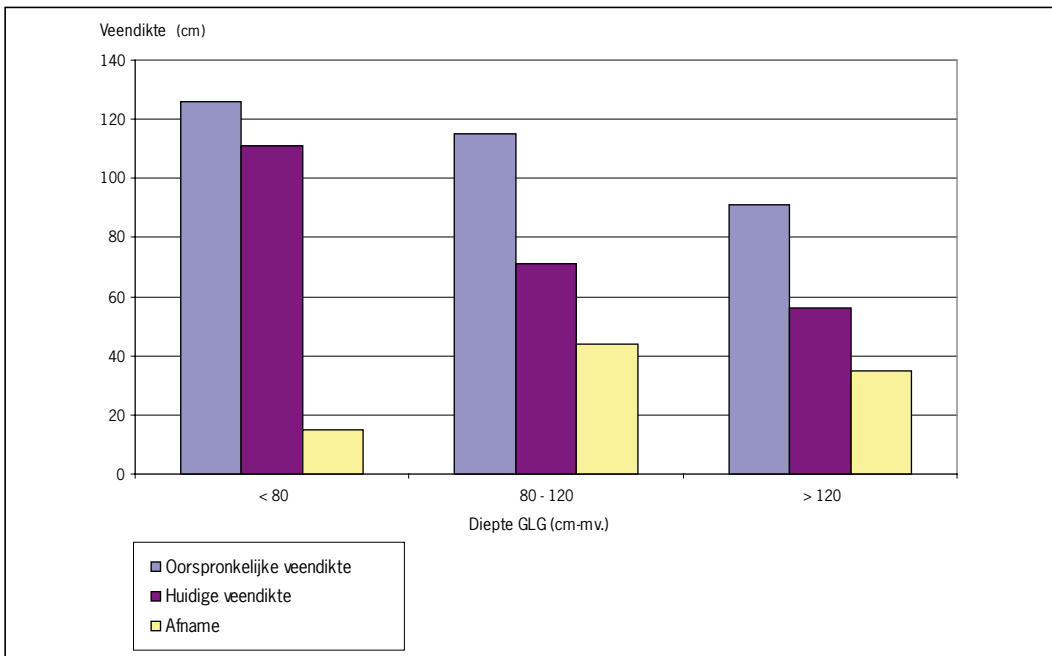
4.2.2 Veranderingen bij de veengronden

Bij de veengronden is de veendikte per jaar gemiddeld met 1 cm verminderd (tabel 2). De variatie in afname is echter groot, de gemiddelde jaarlijkse afname varieert van locatie tot locatie van 0 tot meer dan 2,5 cm. Van de 56 bezochte locaties is bij 9 locaties nagenoeg geen verandering opgetreden in de veendikte. Terwijl op 19 locaties veranderingen zo groot zijn dat er nu andere bodemtypen voorkomen. Hiervan komt op 12 locaties nu de profielopbouw van een moerige grond voor. En op 7 locaties is de profielopbouw zelfs gewijzigd in die van een zandgrond. Bij 4 locaties komt dit doordat alle veen is verdwenen en bij 3 locaties is door een diepe grondbewerking het veen onder een dikke laag zand (> 40 cm) bedolven, zodat binnen 80 cm - mv. nu minder dan 40 cm veen voorkomt.

Figuur 14 De gemiddelde oorspronkelijke veendikte en de veranderingen per GLG-klasse over de periode tussen de metingen van voor 1985 en nu.

In Figuur 14 zijn de resultaten van metingen onderverdeeld naar de Gemiddeld Laagste Grondwaterstanden (GLG) die bij de locaties voorkomen. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat bij de locaties met een ondiepe GLG (< 80) het oorspronkelijke veenpakket dikker was dan bij de locaties met diepere GLG's. Verder blijkt uit de figuur dat de afname in veendikte bij de veengronden met een ondiepe GLG veel kleiner is dan bij de diepere GLG's. De jaarlijkse afname bedraagt bij de gronden met een ondiepe GLG gemiddeld 0,4 cm (tabel 2). Dit is veel geringer dan bij de gronden met een matig diepe (1,2 cm) en diepe GLG's (1,0 cm). Tegen de verwachting in is de afname bij de matig diepe GLG's iets groter dan bij de diepe GLG's. Bij de matig diepe standen wordt het gemiddelde omhoog getrokken doordat er meer locaties voorkomen met een afname van tenminste 2 cm per

Figuur 15. Afname van de veendikte bij de veengronden in relatie tot de oorspronkelijke veendikte van voor 1985.



jaar. De mediane waarden voor beide groepen zijn nagenoeg gelijk. Bij de veengronden met diepe grondwaterstanden is het oorspronkelijke veenpakket dunner, dit veenpakket verkeert al in een gevorderd stadium van oxidatie. Een verdere afbraak van het deels verweerde organische stof verloopt minder snel.

Wanneer we de afname van de veendikte relateren aan het grondgebruik, dan blijkt er een zeer groot verschil in afbraak te zijn tussen

de veengronden met een agrarisch gebruik en de veengronden met natuur. Bij agrarisch gebruik bedraagt de gemiddelde jaarlijkse afname ongeveer 1 cm en bij de veengronden in natuurgebieden is dat gemiddeld per jaar 0,3 cm. Bij de agrarische gronden is geen verschil geconstateerd tussen akkerbouw, wisselbouw en gras. Wel is het opvallend dat bij de gronden die permanent in akkerbouw liggen het veenpakket gemiddeld 20 cm dunner is. En dat bij dit gebruik de meeste verwerkte gronden voorkomen.



Tabel 2. Overzicht van de veranderingen in veendikte op de bezochte locaties in oorspronkelijke veengronden

Combinatie	Aantal locaties					Gemiddelde veendikte in cm			
	Totaal	Veendikte is niet veranderd	Nu moerige grond	Nu minerale grond	Verwerkt profiel	Oorspronkelijke dikte	Huidige dikte	Totale afname	Gemiddelde en (mediane) afname per jaar
Alle locaties	56	9	12	7	14	104	69	35	1,0 (1,0)
Locaties in oorspronkelijke veengronden, ingedeeld naar GLG (cm - mv.)									
Ondiep (<80)	8	4	0	0	0	126	111	15	0,4 (0,3)
Matig diep (80-120)	18	1	4	2	3	115	71	44	1,2 (1,1)
Diep (>120)	30	4	8	5	11	91	56	35	1,0 (1,0)
Locaties in oorspronkelijke veengronden, ingedeeld naar grondgebruik									
Akkerbouw	21	1	2	6	9	93	55	38	1,1 (1,0)
Wisselbouw (afwisselend gras en akkerbouw)	15	4	3	1	2	112	74	38	1,0 (1,0)
Grasland	15	2	5	0	1	111	74	37	1,0 (1,0)
Natuur	5	2	2	0	2	104	94	10	0,3 (0,15)
Locaties in oorspronkelijke veengronden, ingedeeld naar oorsprong									
Hoogveen	32	4	6	7	13	98	62	35	1,0 (1,0)
Laagveen	24	5	6	1	1	112	77	35	0,9 (0,9)
Locaties in oorspronkelijke veengronden, ingedeeld naar verstoring van de profielopbouw									
Verwerkt	14	0	5	7	14	76	38	39	1,1 (1,1)
Niet verwerkt	42	9	7	0	0	113	79	34	0,9 (1,0)

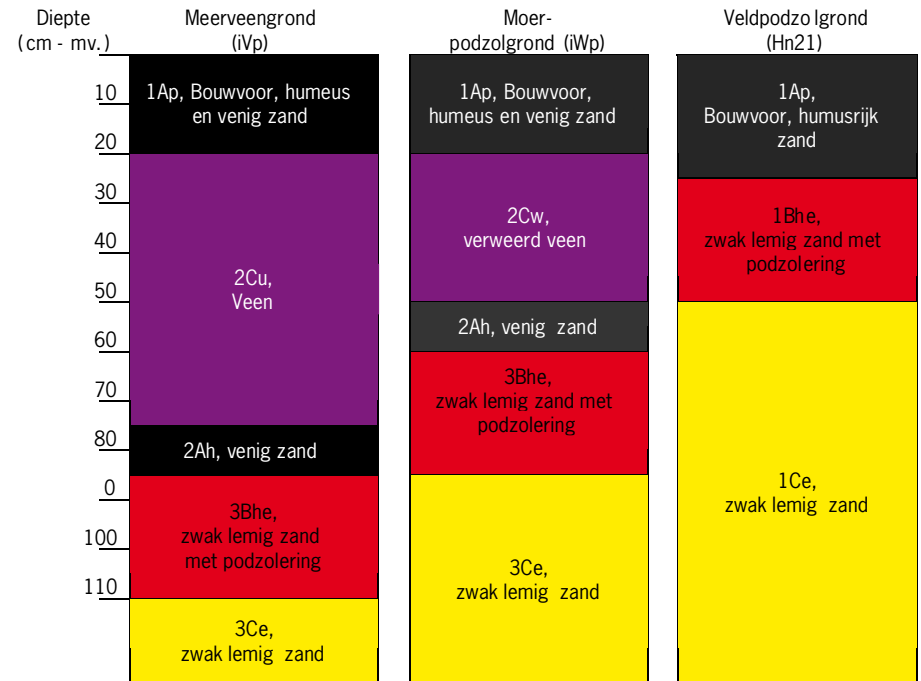
Uit tabel 2 kunnen we verder opmaken dat er weinig verschil is in afbraak tussen de hoogveen- en laagveengronden. Wel is het opvallend dat diepe groundbewerkingen, zoals diepwoelen en diepploegen vooral zijn uitgevoerd in de gebieden met hoogveen, zoals in de veenkolonien. Bijna alle verwerkte veengronden zijn gedegradeerd naar een ander bodemtype. Van de 14 locaties is bij 5 locaties nu

een moerige grond aangetroffen en bij 7 een zandgrond. Op een aantal locaties is alle veen niet verdwenen, maar is het door de groundbewerking nu bedekt met een dikke laag zand. Dit is een vorm van conservering.

4.2.3 Er ontstaan andere bodemtypen

Door het verdwijnen van de veenlagen ontstaan in feite andere bodemtypen met andere eigenschappen. De kenmerken van deze “nieuwe bodems” zijn afhankelijk van de profielkenmerken in de minerale lagen en het stadium waarin de afbraak verkeert. Figuur 16 geeft de sequentie weer van de geleidelijke veranderingen bij een meerveengrond (iVp) in het veenkoloniale gebied. Via een moerpodzolgrond (iWp) ontstaat er uiteindelijk een veldpodzolgrond (Hn21) met een humusrijke bouwvoor. In beekdalen komt geen podzolprofiel in de onderliggende zandlagen voor. De deformatie van madeveengronden (aVz) in beekdalen zal via een broekeergrond (vWz) uiteindelijk resulteren in een beekeerdgrond (pZg21). Het proces van veranderingen wordt versneld door grondbewerking. Ondiepe veenlagen worden bij het ploegen aangesneden en vermengd met de bovengrond. Op de overgang van het veen naar de zandondergrond komt vaak een dichte gliedelaag voor, die slecht doorlatend en moeilijk bewortelbaar is. Door middel van (meng-)woelen of diepploegen tracht men deze storende laag te breken. Bij grondbewerking treedt er een menging op van de lagen in het bodemprofiel. Na de bewerking wordt de oorspronkelijke veenlaag broksgewijs op verschillende dieptes in het profiel aangetroffen. Bij het onderzoek naar de verandering in veendikte bleek dat bij een kwart van de locaties (24 van de 95) het bodemprofiel verwerkt is.

De afbraak van organisch materiaal gaat gepaard met de emissie van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO₂) en lachgas (N₂O) (zie hoofdstuk 10). In sommige natuurgebieden wordt getracht door maatregelen de vorming van veen te stimuleren. De snelheid waarmee het organische materiaal zich ophoopt is afhankelijk van de begroeiing, grondwaterstanden, temperatuur en topografie. Het proces van veenvorming verloopt langzaam, per 1000 jaar bedraagt de toename van de veendikte slechts 20 à 60 cm (Jones, 2005).



Figuur 16. Schematische weergave van de veranderingen in de profielopbouw van een meerveengrond (links) die door de afbraak van organische stof geleidelijk verandert in een zandgrond met een podzolprofiel (rechts).

4.3 Conclusies uit het onderzoek naar veranderingen op puntniveau

Op 95 locaties is de huidige veendikte vergeleken met de veendikte uit de periode 1955 – 1989. De belangrijkste conclusies uit deze vergelijking zijn:

- Bij slechts 14 locaties is de veendikte niet veranderd, bij de overige 81 locaties is de veendikte afgenomen;
- Bij de moerige gronden bedraagt de gemiddelde jaarlijkse afname 0,5 cm
- Bij de moerige gronden is in de afgelopen decennia bij 50% van de locaties de moerige laag verdwenen, waardoor het nu zandgronden zijn;
- Bij de veengronden bedroeg de afname in veendikte gemiddeld 1 cm per jaar. Bij deze gronden is ca. 35% van de locaties overgegaan naar een moerige grond (12 locaties) of een zandgrond (7 locaties);
- Bij de veengronden met matig diepe en diepe grondwaterstanden (GLG > 80 cm - mv.) bedraagt de gemiddelde afname in de veendikte ca. 1 cm per jaar. Dit is meer dan het dubbele vergeleken met de afbraak van de veengronden met ondiepe grondwaterstanden (GLG < 80 cm - mv.) met een afname van 0,4 cm per jaar;
- Bij de moerige gronden en bij de veengronden bedraagt de gemiddelde afname bij landbouwkundig gebruik respectievelijk 0,7 en 1 cm per jaar. Dit is ongeveer het drievoudige van de afname in natuurgebieden, waar de afname respectievelijk 0,2 en 0,3 cm per jaar bedraagt;
- In gebieden met veengronden en moerige gronden heeft men de afgelopen jaren veel gedaan aan grondverbetering. Bij een kwart van de locaties is diepe groundbewerking uitgevoerd, veelal met het doel om storende lagen te breken en om het landbouwperceelen te egaliseren.

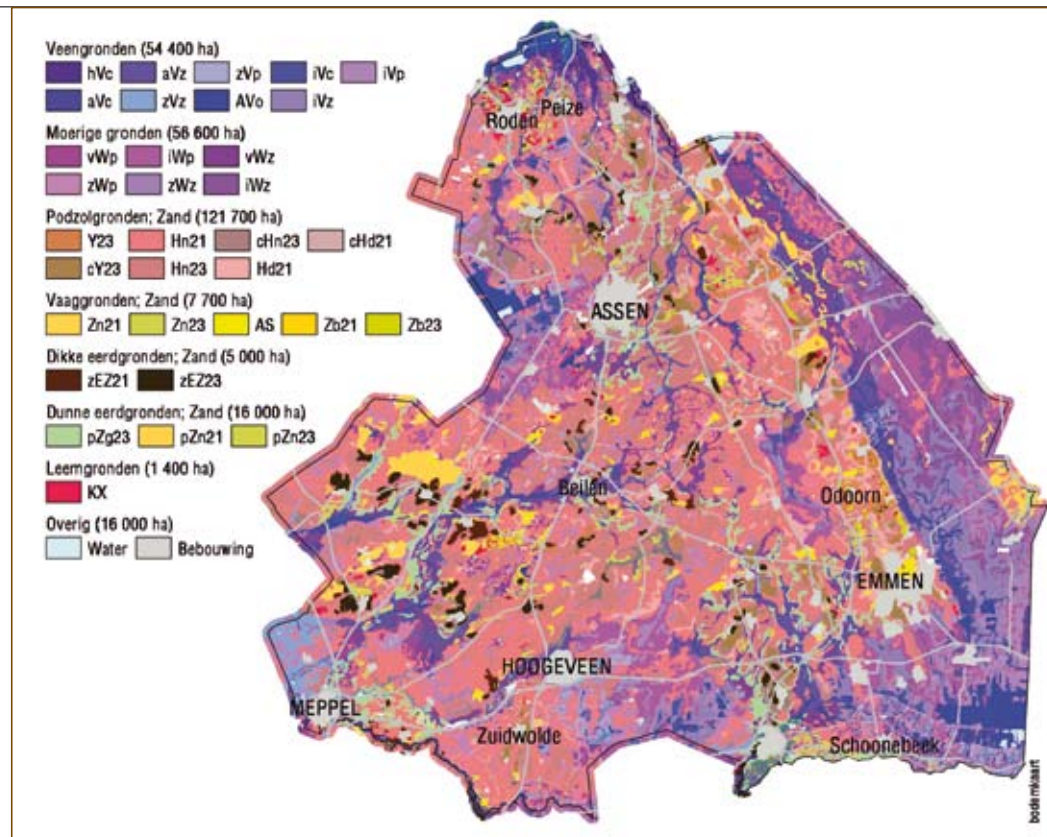


5

Kaartinformatie over de veengronden en moerige gronden is niet meer actueel

De beschikbare informatie over de bodemopbouw van de provincie varieert in ouderdom. Voor de gehele provincie Drenthe is de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, aanwezig. De ouderdom van deze kaart verschilt van kaartblad tot kaartblad. De oudste gegevens dateren van voor 1972 en de meest recente gegevens van 1988. Daarnaast zijn er voor gebieden met een gezamenlijke oppervlakte van ca. 40 000 ha gedetailleerde kaarten van recentere datum beschikbaar. Alterra heeft voor de provincie uit de beschikbare informatie een gebiedsdekkende bodemkaart gecompileerd. Deze kaart is dus samengesteld uit gegevens van de bodemkaart, schaal 1 : 50 000 en gegevens van recente bodemkaarten, schaal 1 : 10 000 (De Vries en Brouwer, 2006). Daarnaast is er een analyse uitgevoerd naar de actualiteit van de gegevens. Uit deze analyse blijkt dat de beschikbare bodemkaarten geen goed beeld geven van de gebieden met veengronden en moerige gronden.

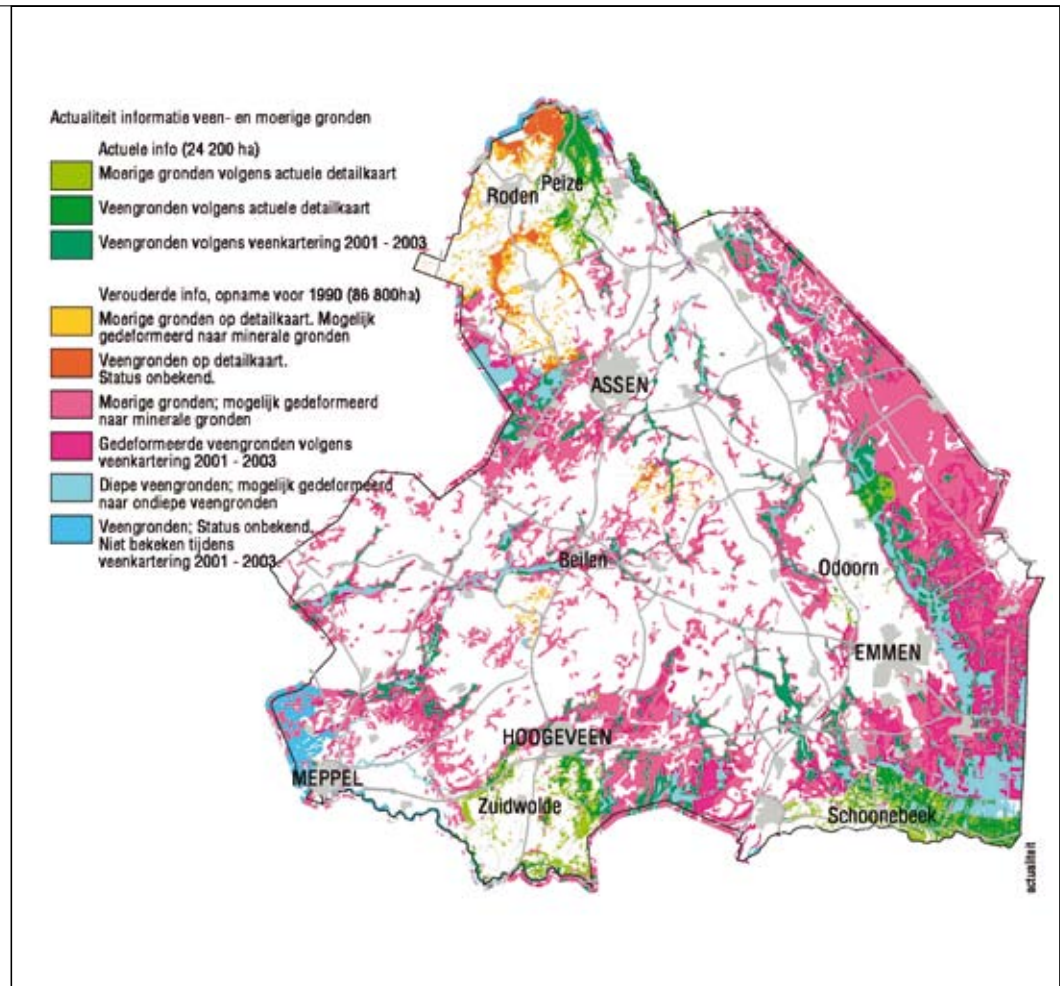
Figuur 17 toont de bodemkaart van Drenthe in een sterk verkleind formaat. Per hoofdgroep staat de oppervlakte vermeld. De veengronden en moerige gronden beslaan gezamenlijk ca. 111 000 ha. Uit de veenkartering in 2001-2003 blijkt dat binnen Drenthe door de wegwijnende veenlagen 42% van het areaal veengronden op de bodemkaart nu niet meer tot de veengronden gerekend kan worden. Door de oxidatie van veenlagen veranderen veengronden geleidelijk over in moerige gronden en lokaal zelfs in minerale gronden (hoofd-



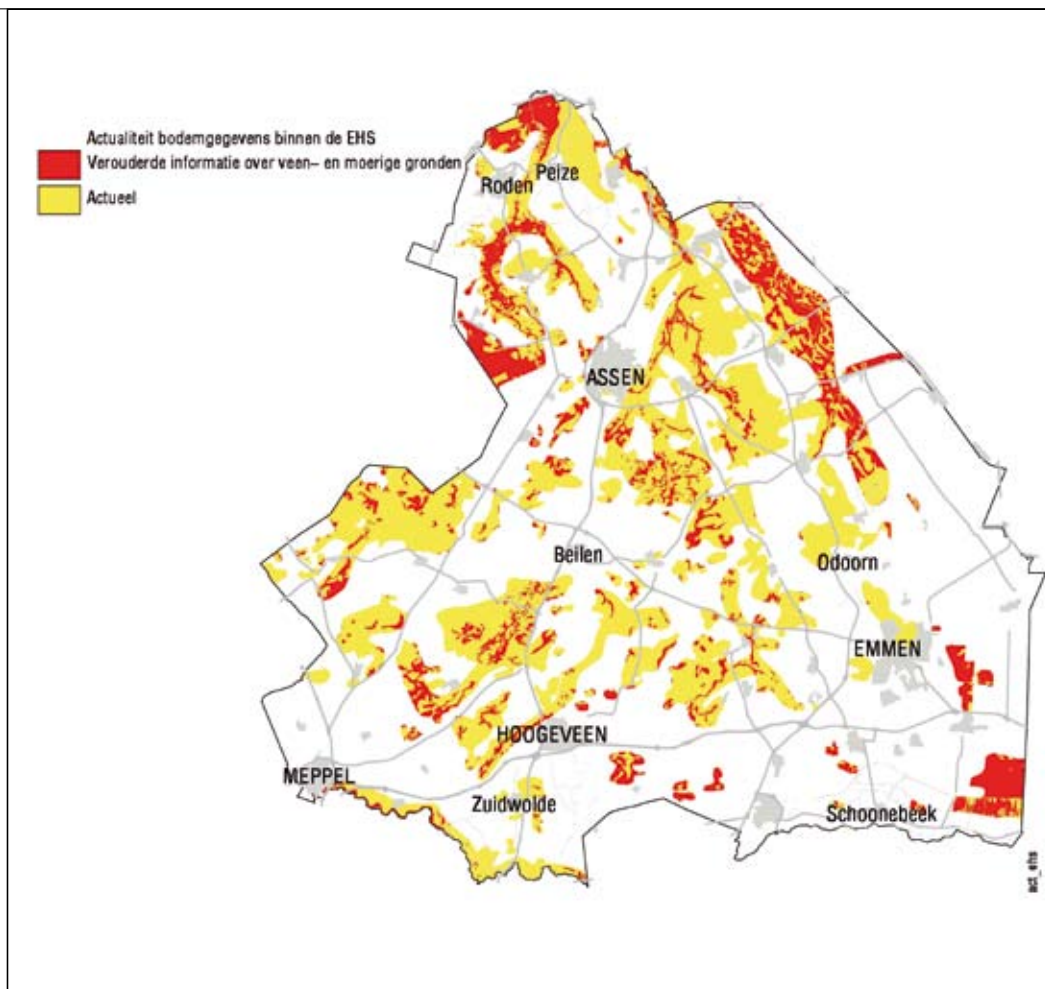
Figuur 17. Sterk verkleinde bodemkaart van Drenthe, samengesteld uit gegevens van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 en uit gegevens van gedetailleerde bodemkaarten

stuk 2 en 4). Bij de veenkartering zijn de gebieden met gedeformeerde veengronden niet opnieuw in kaart gebracht, zodat op dit moment niet bekend is welke bodemtypen er nu voorkomen. Uit de kaartvergelijking (hoofdstuk 3) en de vergelijking van de veendiktes op puntniveau (hoofdstuk 4) blijkt dat bij de moerige gronden de veendikte eveneens verminderd. In het gebied Peize is het areaal moerige gronden met 25% verminderd en in het gebied Schoonebeek zelfs met 50%. Bodemkaarten van gebieden met veengronden en moerige gronden hebben dus een beperkte houdbaarheid. Bij kaarten met een ouderdom van 15 à 20 jaar dienen we sterk te twifelen aan de juistheid van de informatie over gebieden met veengronden en moerige gronden. In onze analyse veronderstellen we dat de informatie die voor 1990 over de moerige gronden is verzameld niet meer betrouwbaar is. Op grond van de gegevens over de veenkartering, kaartvergelijking en vergelijking van de veendikte op locaties is Figuur 18 samengesteld. Volgens dit overzichtkaartje is in Drenthe de informatie van een gebied van bijna 87 000 ha van onvoldoende kwaliteit. In figuur 17 zijn dit de oranje, paarse en blauwe gebieden.

Bij de invulling van het ruimtelijke beleid van de provincie wordt gebruik gemaakt van de informatie op de bodemkaart. Het provinciale natuurbeleid richt zich op het realiseren van natuurgebieden en robuuste natuurlijke verbindingzones binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De beekdalen met veengronden en moerige gronden vormen veelal de kern van deze verbindingzones. De natuurlijke kwaliteit die wordt nagestreefd hangt samen met het te realiseren natuurdoeltype. Deze wordt vastgesteld met informatie over de bodem en de (geo)-hydrologische situatie. Bij gebruik van verouderde informatie is de kans groot dat een minder goed passend natuurdoeltype wordt gekozen. Met als gevolg dat suboptimale inrichtingsmaatregelen worden getroffen en dat het beheer niet is afgestemd op de potenties van het te realiseren natuurgebied. Binnen het zoekgebied van de EHS (bruto EHS) komt een aanmerkelijke oppervlakte veengronden en moerige gronden voor. Binnen zowel de



Figuur 18. Overzicht van de actualiteit van de bodemkaart van de gebieden met veengronden en moerige gronden.



Figuur 19. Actualiteit van de bodemkaart binnen de (bruto-) EHS.

bruto EHS als het nader begrensde EHS-gebied in POP II is voor ca. 25% van de oppervlakte alleen verouderde informatie beschikbaar (Figuur 19).

Bij het waterbeheer wordt per gebied voor belangrijke functies het Gewenste Grond- en Oppervlaktewaterregime (GGOR) vastgesteld aan de hand van o.a. bodemkundige informatie, met het water-noodinstrumentarium (Projectgroep Waterlood, 1998). In gebieden waar nog veen aanwezig is dient het waterbeheer ook gericht te zijn op de conservering van het veen. Voor de keuze van optimale gebieden voor landbouw, zijn de gegevens en de daarvan afgeleide thematische kaarten van belang. Helaas is de bodemkundige informatie over de Veenkoloniën, een belangrijke landbouwregio, door het verdwijnen van de veengronden en de moerige gronden voor nagenoeg het totale gebied verouderd.

Veel modelberekeningen op het gebied van hydrologie, natuur en milieu maken gebruik van bodemkundige invoergegevens. De aanwezigheid van organische stof speelt vooral een belangrijke rol bij de beschikbaarheid en het uitspoelen van nutriënten en de adsorptie, afbraak en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen.

Uit de analyse naar de actualiteit van de bodemkaart van de provincie Drenthe kunnen we concluderen dat door de veranderingen bij de moerige gronden en de veengronden de bodeminformatie van een gebied met een oppervlakte van 87 000 ha verouderd is. Binnen de EHS is er voor 25% van het areaal geen adequate bodeminformatie beschikbaar. Dit betekent dat beleidsmakers, planologen, gebiedsbeheerders en onderzoekers nu voor veel toepassingen gebruik maken van achterhaalde gegevens. Dit kan leiden tot verkeerde interpretaties en mogelijk tot verkeerde oplossingen en maatregelen.

6

Veenbedekking door de eeuwen heen

Rond 1500, aan het einde van de Late Middeleeuwen, was bijna de helft van de provincie Drenthe bedekt met een metersdikke veenlaag. Het merendeel van het Drentse hoogveen is sindsdien verdwenen als gevolg van vervening. Daarnaast heeft de boekweitbrandcultuur, ontginning, ontwatering en landbouwkundig gebruik gezorgd voor grootschalige oxidatie van veenlagen.

Laagveen en hoogveen

Na een lange koude periode in het Pleistoceen verbeterde het klimaat in het Holoceen, waardoor onder invloed van een sterke stijging van de zeespiegel ook de regionale grondwaterstanden stegen. Hierdoor kwam tijdens het Atlanticum (ca. 5000 v. Chr.) in de beekdalen veengroei op gang. Het soort veen dat zich in de beekdalen ontwikkelde was afhankelijk van de landschappelijke en hydrologische situatie. In de brongebieden en langs de bovenloop van de beken overheerste de invloed van voedselarm regenwater en ondiep grondwater en kwam vooral broekbosveen en veenmosveen tot ontwikkeling. In de middenloop heersten voedselrijkere omstandigheden door aanvoer van nutriënten uit overstromingswater en kwelwater. Door de uitbundige begroeiing ontstonden er mesotrofe broek- en zeggeveen. In de benedenloop was het milieu het meest voedselrijk door de aanvoer van kalk en andere nutriënten vanuit het diepere grondwater en door invloed van overstromingswater. Hier ontstond eutroof rietzeggeveen en broekveen. De ontwikkeling van het veen in de benedenlopen stond gedurende een lange periode in het Holoceen onder invloed van de zee. Hoge zeespiegelstanden

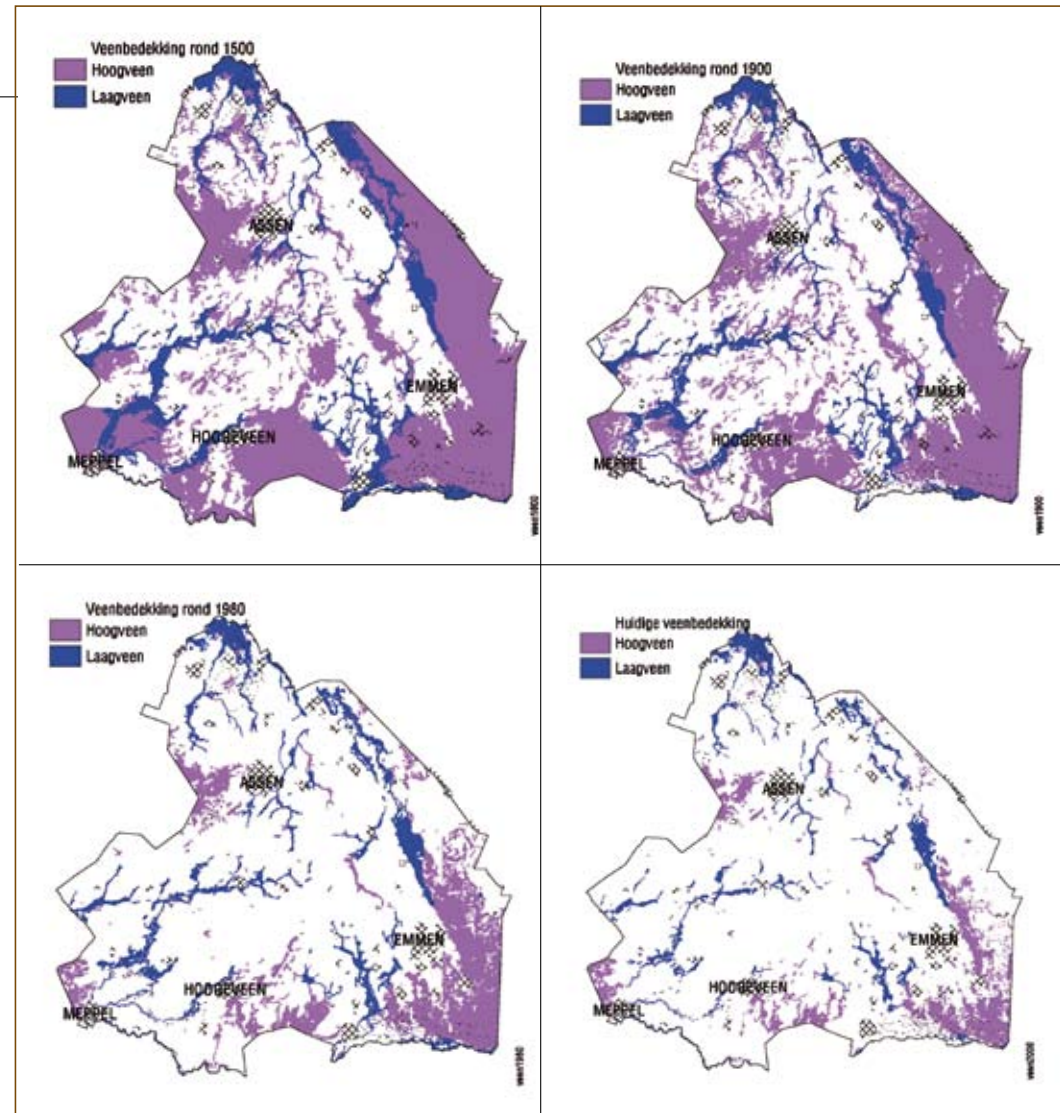
Figuur 20. Grote delen van Drenthe waren in het verleden bedekt met een dik pakket veen. Hier wordt de turf te drogen gelegd.



zorgden voor stagnatie van de afvoer en daardoor optimale natte omstandigheden voor de groei van het veen in de stroomdalen. Vanwege het ontstaan in relatief voedselrijke condities wordt het veen in de dalen tot het laagveen gerekend.

In afgesloten laagtes op de dekzandplateaus kwam in het Atlanticum de veengroei eveneens op gang. Aanvankelijk ontstonden mesotrofe broek- en zeggevenen, naarmate de veenlaag dikker werd verminderde de invloed van het grondwater en ging de invloed van voedselarm regenwater overheersen. Hierdoor wijzigde de begroeiing geleidelijk in veenmossen, wollegras en enkele heidesoorten. Het veen breidde zich uit en er ontstonden grote veenmosbulten die, als een soort spons, zeer veel water vasthielden. Dit water sijpelde deels lateraal weg, waardoor in de omliggende gebieden nattere omstandigheden ontstonden. Vanaf ca. 2000 v. Chr. kon het veen zich ook over deze terreindelen uitbreiden. Er ontstonden zeer grote aaneengesloten voedselarme hoogveengebieden, met dikke veenpakketten. De term hoogveen wordt gebruikt voor veenpakketten die in de ontwikkeling het stadium van 'regenwaterveen' hebben bereikt.

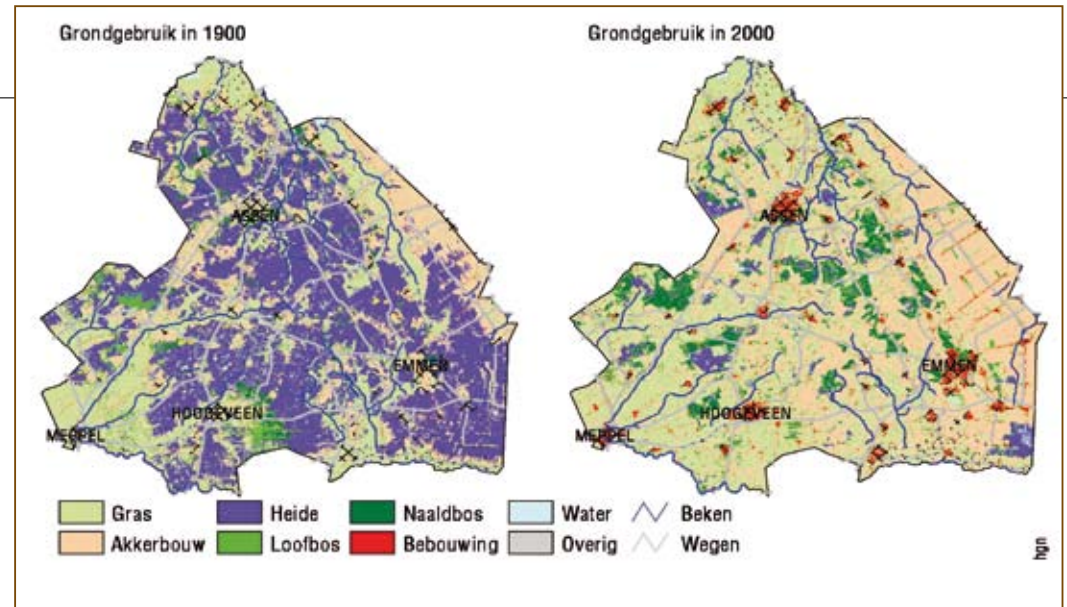
Theo Spek heeft in zijn zeer lezenswaardig proefschrift over de ontwikkeling van het Drentse esdorpenlandschap (Spek, 2004) een reconstructie gemaakt van de veenbedekking binnen de provincie Drenthe. Hij benaderde dit vanuit de disciplines van de bodemkunde, paleo-ecologie, historische geografie en naamkunde. Zijn conclusie is dat grote delen van Drenthe bedekt zijn geweest met een dik pakket hoogveen. De meeste hoogvenen hebben de grootste omvang bereikt in de Late Middeleeuwen. In Figuur 21 geeft het kaartje met de veenbedekking omstreeks 1500 de maximale veenbedekking weer. In de Middeleeuwen werd al begonnen met de exploitatie van de veengebieden. In Noord- en Zuidwest-Drenthe begon men zelfs in de tiende tot dertiende eeuw al met de vervening en het in cultuur brengen van de venen in de zogenaamde 'wold'-gebieden. Voorbeelden hiervan zijn gebieden bij Roderwolde en Paterswolde in het noorden



Figuur 21. Reconstructie van de veenbedekking rond 1500 tot heden (bronnen: Spek, 2004 en Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000).

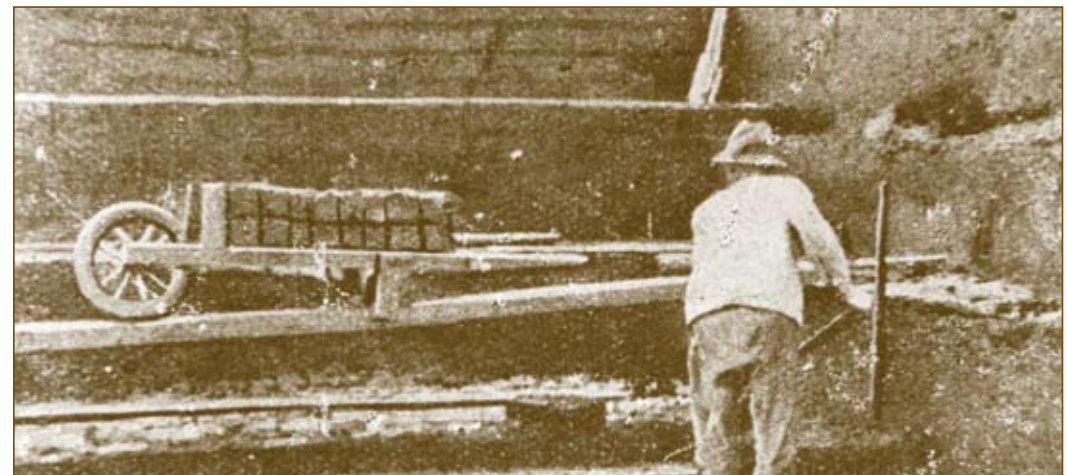
en Ruinerwold en Koekange in het zuidwesten. De grootschalige vervening en ontginning van het veen vond plaats vanaf 1600 tot ongeveer 1950. In deze periode zijn de veenkoloniën systematisch verveend. De turf gestoken in het hoogveen was, door het ontbreken van slib, uitermate geschikt als brandstof voor de kachel. Bij het vervenen werd niet alle veen weggegraven, omdat bijvoorbeeld de waterstand dat niet toeliet. En omdat het bovenste losse veen minder geschikt was voor turf. Na het vervenen werden de relatief dunne veengronden in gebruik genomen als landbouwgrond. Thans vindt nog op enkele plaatsen op kleine schaal vervening plaats voor de productie van potgrond en turfstrooisel.

De Historische Grondgebruiksk kaart (HGN, Kramer en Knol, 2004) in Figuur 22 toont het grondgebruik rond 1900 en 2000. Op het kaartje van rond 1900 springen de grote uitgestrekte heidegebieden in het oog. Het zandgebied op het Drents Plateau was een 'grote stille heide' en ook bij de nog niet verveende gebieden, zoals in de Zuidelijke Veenkoloniën, overheerste dit grondgebruik. Akkerbouw vond een eeuw geleden vooral plaats op de ontgonnen veengronden. Hooi- en graslanden kwamen voornamelijk voor in de beekdalen. De heidevelden op de nog niet afgegraven veengronden en op de schrale zandgronden werden beweid met schapen. Door de introductie van de kunstmest en de opkomst van de mechanisatie is men in de loop van de vorige eeuw op grote schaal gestart met de ontginning van de zandgronden op het Drents Plateau. De turfwinning ging tot 1950 gestaag door, waarbij de zuidelijke veenkoloniën geleidelijk werden verveend. De vervening en ontginning resulteerden ook in de aanleg van een systematisch afwateringstelsel. De verbeterde drooglegging stimuleerde de verdere afbraak van het veen door oxidatie.



Figuur 22. Het grondgebruik rond 1900 en 2000 (Bron: Historische Grondgebruiksk kaart, © Alterra)

Dat er in het verleden al veranderingen optraden bij de veenkoloniale gronden bewijst een artikel van Booi uit 1956. Hij schrijft 'dat de boeren de gewoonte hebben om los veen aan te ploegen en dat hierdoor zakking van het maaiveld optreedt'. Ook werd er toen al melding gemaakt van 'versleten' gronden (Booi, 1956).





7

Veenverlies en landbouwkundig gebruik

Het landbouwareaal op veengronden en moerige gronden in de provincie Drenthe bedraagt meer dan 80 000 ha. Dit is bijna 45% van het totale landbouwgebied in de provincie. Ongeveer de helft van het areaal is in gebruik voor akkerbouw en de rest wordt geëxploiteerd als grasland. Akkerbouw komt vooral voor in de veenkoloniale gebieden ten oosten van de Hondsrug, en verder tussen Emmen en Hoogeveen en bij Smilde. Door de slinkende veenlagen zijn de gronden aan verandering onderhevig. Dit heeft consequenties voor het gebruik.

Bij de veengronden met akkerbouw is de veendikte in de afgelopen decennia met gemiddeld 38 cm afgenomen. Per jaar bedroeg de

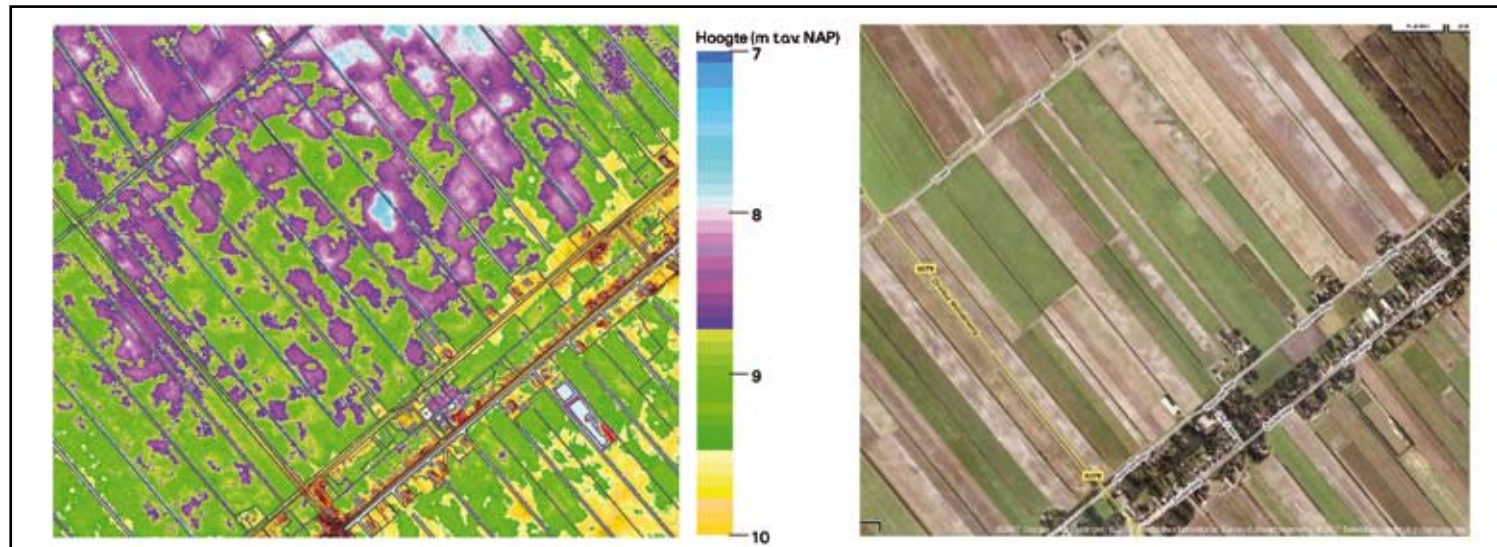
afname ca. 1 cm. Bij de moerige gronden bedroeg de gemiddelde afname per jaar 0,5 cm. Gelijktijdig hiermee is het maaiveld in de zelfde mate gedaald. Door het golvende reliëf van de onderliggende dekzandondergrond is de veendikte niet overal gelijk. Hierdoor treedt er variatie op in maaiveld daling. Op plaatsen met dikkere veenlagen is de daling groter dan op plaatsen waar de veenlaag al grotendeels is verdwenen. Door de ongelijke maaiveld daling neemt het oppervlaktereliëf toe. Figuur 23 toont een fragmentje van de hoogtekaart van het veenkoloniale gebied bij Valthermond. Dit is een gebied met veengronden en moerige gronden. Door de ongelijke maaiveld daling bedragen de hoogteverschillen binnen de lange percelen meer dan 1 meter. Door de vrij geleidelijke overgangen van hoog naar laag is het reliëf op zich geen belemmering voor het bewerken van de gronden. De variatie in hoogteligging gaat echter ook gepaard met een variatie in bodemopbouw en bodemkenmerken (Tabel 3). Op de hoge delen is het veen volledig verdwenen en komt nu een zandgrond voor met een humeuze bouwvoor. In de lage delen resteert vaak nog een laag(je) veen op een dichte compacte gliedelaag en bestaat de bouwvoor uit humusrijk tot weinig zand.

Kenmerken	Lage delen	Hoge delen
Bodemopbouw	Veengronden en moerige gronden	Zandgronden
Samenstelling bouwvoor	Humusrijk tot weinig zand	Humusrijk zand
Grondwatertrap	II en III (GHG < 40 cm en GLG < 120 cm)	VI en VI (GHG > 40 cm en GLG > 120 cm)
Doorlatendheid	Matig	Groot
Kans op wateroverlast	Groot	Gering
Berijdbaarheid	Gering tot matig	Groot
Vochtleverend vermogen	Matig tot goed	Matig
Stikstof nalevering	Groot	Gering

Tabel 3. Overzicht van de kenmerken van de lage en hoge delen binnen een perceel, waar de veengronden en de moerige gronden gedeeltelijk zijn verdwenen.

De heterogeniteit binnen een perceel is een extra handicap bij landbouwkundig gebruik. In natte perioden verzamelt zich water in de lage delen van het perceel. Door de aanwezigheid van de compacte, slecht doorlatende gliedelaag onder de veenlaag zakt het water maar langzaam weg. De laagtes blijven daardoor lang nat. In het voorjaar vormt dit een belemmering bij het zaaien en poten van de gewassen, omdat gewacht moet worden tot de lage delen van het perceel voldoende droog zijn om te bewerken. Bij de oogst, van vooral aardappelen, kunnen de laagtes eveneens limiterend zijn voor het tijdstip. Tijdens het groeiseizoen zal in perioden van droogte juist bij de hoge delen gewasschade optreden vanwege vochttekorten. Op plaatsen waar nog veenlagen voorkomen, komt door de oxidatie van het veen extra stikstof vrij. De beschikbaarheid van stikstof voor het gewas varieert daardoor van plaats tot plaats, dit resulteert eveneens in variatie in gewasgroei. Bij granen vergroot een overmaat aan

stikstof de kans dat het gewas gaat legeren, of platliggen. Door de verschillen in bodemcondities ontstaat er variatie in gewasgroei en afrijping, en uiteindelijk ook variatie in de kwaliteit van het geoogste product. De wisselende bodemcondities hebben verder ook invloed op de ontwikkeling van onkruid en ziekten. Een juiste timing van bestrijding hiervan is niet eenvoudig, omdat de kans groot is dat mid-delen op de ene plek te laat worden toegediend en op de andere te vroeg of dat op de ene plek een minder intensieve bestrijding nodig is dan op de ander plek. Bovengenoemde problemen zijn vooral merkbaar bij de wat extremere weersomstandigheden, zoals bij een nat voorjaar of een droge zomer.



Figuur 23. Maaiveldhoogte (links) en luchtfoto(rechts) van “bonte” percelen bij Valthermond (Bron: AHN en Google earth).



Figuur 24. Perceel met verschillen op korte afstand. Op de donkere plekken komt nog veen voor en op de grijze gedeelten is alle veen verdwenen.

Om de bezwaren van de bijna versleten veen- en moerige gronden te verminderen, wordt er bij deze gronden vaak een diepe grondbewerking in combinatie met egalisatie uitgevoerd. Met een zgn. mengwoeler, scherpe woeler of diepploeg wordt de grond tot een diepte van tenminste 80 cm los gemaakt. Vervolgens wordt het perceel met de kilverbak geëgaliseerd. Deze werkzaamheden zijn al bij een groot aantal percelen in de veenkoloniale gebieden toegepast. Bij deze bewerking worden de bodemlagen grof met elkaar vermengd. De oorspronkelijke veenlaag wordt veelal in brokken op verschillende dieptes in het profiel teruggevonden. De bewerking heeft een positief effect op de doorlatendheid en de bewortelbaarheid, waardoor de kans op wateroverlast en droogteschade wordt verminderd. Een voorwaarde voor een goed resultaat is wel dat de bewerking wordt uitgevoerd onder droge omstandigheden. Een bezwaar van deze ingreep is dat het natuurlijke landschap wordt genivelleerd en dat de archeologische sporen die onder de veenlagen in de bodem voorkomen nu worden uitgewist. Sporen van de prehistorische bewoners



Figuur 25. Een diepploeg in actie.

van het gebied, voordat de veengroei rond 6000 v. Chr. op gang kwam. Van de 95 locaties die dit voorjaar bezocht zijn om de veendikte opnieuw vast te stellen bleek het bodemprofiel bij 24 locaties verwerkt te zijn.

8

Veenverlies en natuur

8.1 Inleiding

Uit het rapport 'De bodem van Drenthe in beeld' (de Vries en Brouwer, 2006) blijkt dat de informatie over de veengronden en moerige gronden op de bodemkaart verouderd is. Door oxidatie is de laatste decennia veel organische stof verdwenen, waardoor de veendikte is afgenomen, veengronden in moerige gronden zijn veranderd en moerige gronden soms geheel zijn verdwenen. Dit proces lijkt nog niet ten einde. Voor het provinciale beleid is het van belang te weten wat de consequenties zijn van dit verlies aan organische stof voor de verschillende beleidssectoren. Inzicht in de betekenis van organische stofverlies kan de basis vormen voor besluitvorming over maatregelen om dit te voorkomen of wellicht terug te draaien. Een van de beleidssectoren, waarvan de doelstellingen in hoge mate afhankelijk zijn van organischestofvoorraden in de bodem is het natuurbeleid.

Ook tegen de achtergrond van de komende EU-soil strategy kan de vraag gesteld worden of de kwaliteit van de bodem toereikend zal zijn voor de functievervulling natuur en of natuurbeheer tot een duurzame vorm van bodemgebruik leidt, zodat ook voor komende generaties de bodem draagkracht behoudt voor 'ecosystem services'. Het is moeilijk om criteria te formuleren waarmee gebieden getoetst kunnen worden op geschiktheid voor natuurontwikkeling (Kemmers et al. 2007). Natuur past zich immers aan de 'natuurlijke' omstandigheden aan en is het moeilijk 'risk areas' aan te geven. Niettemin stelt natuur ook grenzen aan condities, voorbij welke de levenskansen voor organismen beperkt zijn.

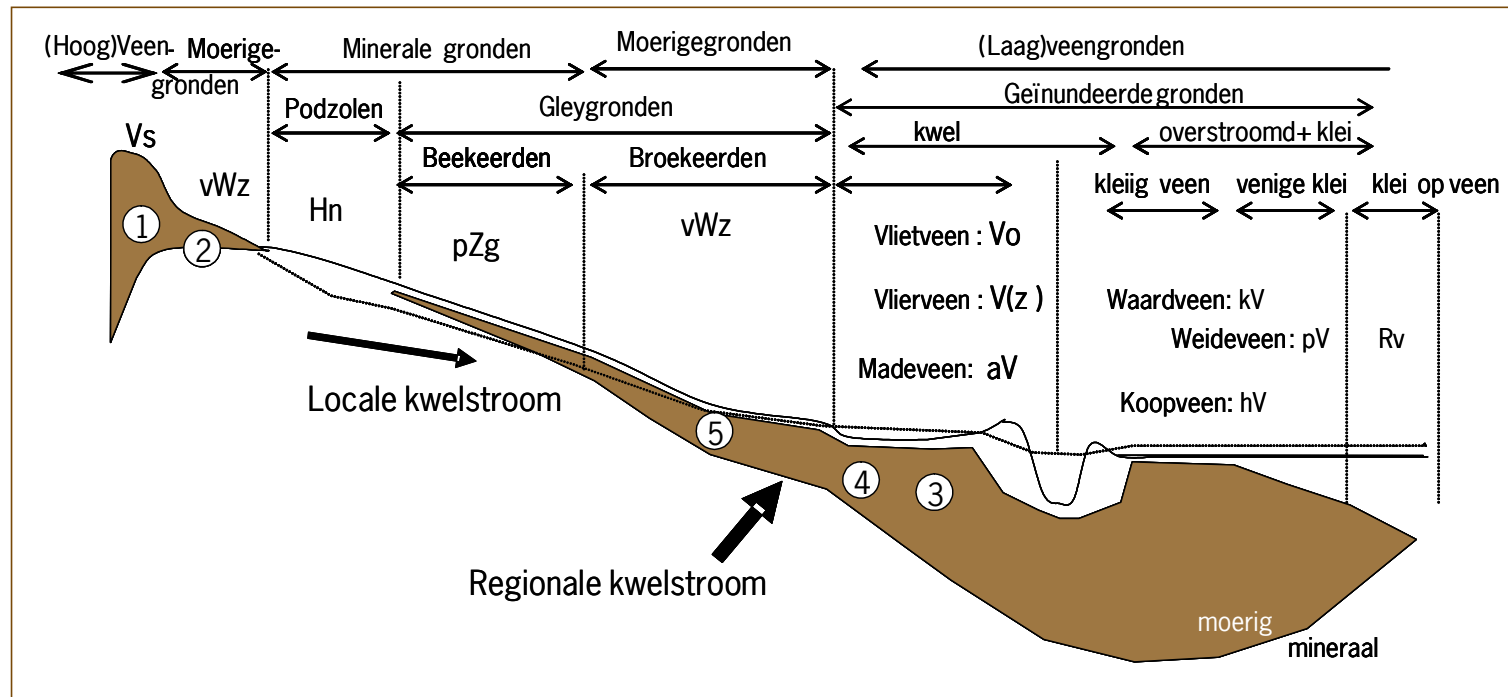
In de provincie wordt het natuurbeleid voor een belangrijk deel vorm gegeven binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Daarbinnen zijn natuurdoelen geformuleerd, die via inrichtingsmaatregelen en terreinbeheer gerealiseerd zullen moeten worden. Een van de voorwaarden daarbij is dat de terreincondities zijn afgestemd op de te realiseren doelen. Voor de meeste natuurdoelen zijn daarom zgn. abiotische randvoorwaarden geformuleerd, waarbij gedacht moet worden aan de gewenste grondwaterstand, de bodemzuurgraad en de beschikbaarheid van voedingsstoffen in de bodem.

8.2 Veen en veendiktekaart

Op de bodemkaart is er sprake van moerige gronden en veengronden. De Vries en Brouwer (2006) constateren dat daarin veranderingen zijn opgetreden gedurende de laatste decennia. Wat is nu de betekenis van deze veranderingen voor natuur? Daartoe is het goed eerst kort stil te staan bij de definitie van deze gronden. Veengronden zijn bodems waarin over een aaneengesloten dikte van tenminste 40 cm moerig materiaal voorkomt. Moerige gronden zijn bodems met een moerige bovengrond van minder dan 40 cm dikte of een moerige tussenlaag binnen 40 cm diepte. Moerig materiaal is grond die voor tenminste 15 tot 25 % uit organische stof bestaat. Veengronden en moerige gronden worden dus onderscheiden naar de dikte van moerige lagen en de diepte waar die voorkomen. Het zijn dus ruim gedefinieerde begrippen die vooral gehanteerd worden om de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden aan te geven. Zo gedefinieerd maakt het dus niet uit of een veengrond bestaat uit een 65 cm dikke moerige laag met 95% organische stof of een >150 cm dikke laag met 45% organische stof (zie Tabel 4). Ecologisch is dit echter een wereld van verschil. Zo ook kunnen twee veengronden van 65 cm dikte en > 85% organische stof tot ecologisch geheel verschillende werelden behoren, wanneer de één als hoogveen en de ander als laagveen is ontwikkeld. In de ecologie worden veel meer

Tabel 4. Verschillende veentypen volgens de code van de bodemkaart met een aantal eigenschappen en het vegetatietype dat daarbij voorkomt. De nummercode verwijst naar de landschappelijke positie van het veentype in Figuur 26

Nr	Vegetatie	Bodem code	Veen dikte (cm)	Org. stof %	pH-KCl	Basen verzadiging (%)	N-tot g/kg Os	C/N	N-voorraad kgN/ha	N-leverantie (kgN/ha.ettm)	Ads. Cap keg/ha
1	Dopheide-Veenmos	Vs	65	96	3,1	8	6,2	80,4	303	0,016	16
1	Dopheide-Veenmos	Vs	65	95	2,9	6	9,0	55,7	444	0,004	16
2	Kleine zeggen	vWz	30	89	3,2	9	14,0	35,6	925	0,049	25
2	Kleine zeggen	vWz	30	63	3,4	10	23,6	21,1	2817	0,152	93
3	Kleine zeggen	V	>150	83	3,8	18	30,5	16,4	2470	45,0	37
3	Veldrus	V	65	84	4,7	45	39,1	12,8	3102	59,2	35
4	Dotterbloem	aVc	130	62	5,1	67	17,2	29,1	2070	9,0	97
4	Dotterbloem	aVc	>150	47	4,0	22	38,6	12,9	5174	8,3	164
5	Blauwgras	vWz	35	36	5,0	63	42,3	11,8	5670	4,4	236
5	Blauwgras	pZg	20	13	5,4	75	42,3	11,8	3854	0,6	545



Figuur 26. Landschappelijke doorsnede van een beekdal met voorkomen- de karakteristieke grond- soorten en veentypen. De nummers verwijzen naar veentypen waarvan enkele eigenschappen in Tabel 4 Error! Reference source not found. zijn vermeld.

gradaties gebruikt om het organischestofgehalte aan te geven. In Tabel 4 zijn enkele eigenschappen van veenbodems weergegeven die op verschillende plaatsen in Drenthe werden bemonsterd.



8.3 Landbouwproductie versus natuurrealisatie

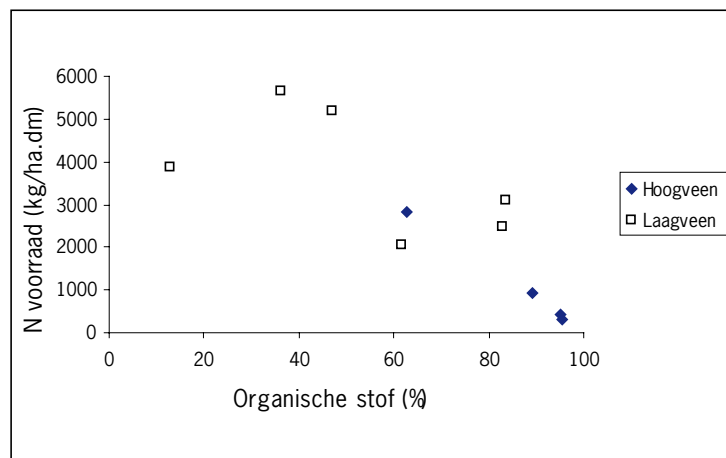
In tegenstelling tot landbouwgewassen zijn natuurlijke vegetaties doorgaands gebaat bij een lage tot matige beschikbaarheid van voedingsstoffen, zoals stikstof en fosfor, die door natuurlijke processen beschikbaar komen. De belangrijkste bron van deze voedingsstoffen is de organische stof in de bodem. De organische stof wordt door bodemorganismen afgebroken waarbij de voedingsstoffen in minerale vorm vrij komen door een proces wat we mineralisatie noemen. De mate waarin deze minerale voedingsstoffen beschikbaar komen is niet alleen afhankelijk van de voorraad organische stof maar ook van de afbreekbaarheid (aard cq. kwaliteit) van de organische stof en de activiteit van de bodemorganismen. Hoe actiever de bodemorganismen, hoe beter de afbreekbaarheid van de organische stof en hoe groter de voorraad, des te meer zal er aan minerale voedingsstoffen beschikbaar komen voor de natuurlijke begroeiingen. Bij het verdwijnen van organische stof zoals geconstateerd door de Vries en Brouwer (2006) moeten er dus ook veel minerale voedingsstoffen beschikbaar komen die door de begroeiing kunnen worden opgenomen of naar het grond- en oppervlaktewater kunnen uitspoelen.

Om enig gevoel te krijgen voor de orde van grootte van ecologische consequenties van deze veranderingen zullen we hieronder een landschappelijke doorsnede bespreken met verschillende veengronden en moerige gronden (Figuur 26). Als uitersten nemen we het hoogveen zoals dat bijvoorbeeld voorkomt in de Weerribben (Ov) of het Korenburgerveen (Gld) en het laagveen dat in beekdalen van Drenthe zoals de Elperstroom, de Lindevallei of de Reest voorkomt. Daartussen komen in de praktijk allerlei overgangen voor met veraarde hoog- en laagveengronden.

8.4 Organisch stof en beschikbaarheid mineralen

In Figuur 27 is aangegeven hoeveel stikstof er per hectare in een bodemlaag van 10 cm dikte in verschillende veengronden voorkomt.

Opvallend is dat er in 'laagveen' veel meer stikstof aanwezig is dan in 'hoogveen'. Verder valt op dat er een tendens is dat er meer stikstof in een bodemlaag voorkomt, naarmate het gehalte organische stof daarvan lager is. Blijkbaar neemt het stikstofgehalte van de bodem toe naarmate het organischestofgehalte afneemt. Uit Figuur 27 kan worden herleid dat er bij elke 10 cm veen die verdwijnt in hoogveen tussen 500 en 3000 kg stikstof en in laagveen tussen 2000 en 6000 kg stikstof per hectare beschikbaar komt. Deze stikstof zal uitspoelen of door de natuurlijke begroeiing worden opgenomen. De activiteit van de bodemorganismen is op haar beurt ook weer afhankelijk van bodemomstandigheden. Als de bodem zuur, nat en koud is dan zijn bodemorganismen minder actief dan onder neutrale, drogere en warme omstandigheden. Uiteraard is het bodemleven (evenals de natuurlijke begroeiing) in een evenwichtige situatie aangepast aan de plaatselijke omstandigheden, zodat overal weer andere bodemorganismen (bacteriën, schimmels, wormen, mijten) en plantensoorten voorkomen. Ook is daardoor de natuurlijke vruchtbaarheid van de bodem overal verschillend en zijn de vegetaties



Figuur 27. De voorraad stikstof die per hectare in een bodemlaag van 10 cm dikte voorkomt is in laagveen groter dan in hoogveen en neemt toe naarmate het veen sterker is verteerd en een lager gehalte organische stof bevat.

die er groeien meer of minder productief. Daarom zijn bijvoorbeeld hoogveen- en laagveenvegetaties verschillend van karakter. Organische stof is in relatie tot natuur dus vooral van betekenis voor de beschikbaarheid van mineralen.

Indien het evenwicht tussen bodemomstandigheden, bodemorganismen en natuurlijke begroeiingen verstoord wordt, dan zullen zich veranderingen voltrekken waarbij de voedingsstoffenhuishouding verandert en de beoogde plantensoorten en natuurdoeltypen in het gedrang komen en mogelijk niet meer gerealiseerd kunnen worden. Een van deze verstoringen is een structurele daling van de grondwaterstand in veen- of moerige gronden, waardoor zuurstof in de bodem dringt en bodemorganismen actiever worden, zodat er meer organische stof wordt afgebroken en minerale voedingsstoffen beschikbaar komen. Deze voedingsstoffen kunnen uitspoelen (zoals bijvoorbeeld nitraat), door adsorptie in de bodem worden vastgehouden (bv. fosfaatadsorptie, kationenadsorptie) of door de vegetatie worden opgenomen. In dit laatste geval wordt de vegetatie produc-

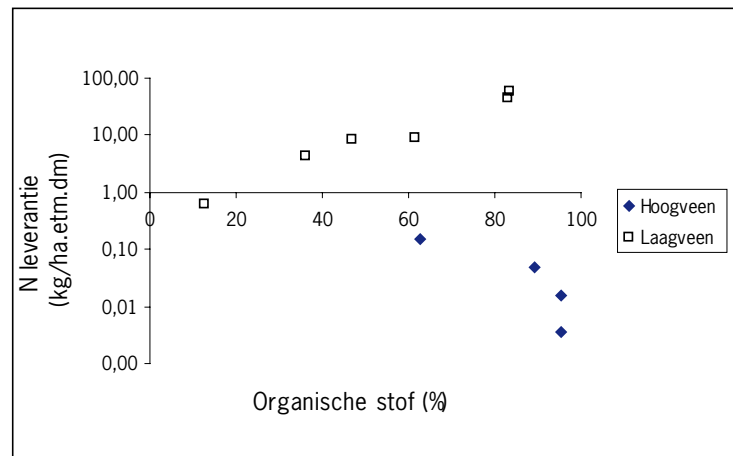
tiever (raakt ge-eutrofeerd) en door lichtconcurrentie tussen plantensoorten zullen minder productieve soorten geleidelijk verdwijnen. Juist deze minder productieve soorten behoren vaak tot de zeldzamere plantensoorten die op de rode lijst van te beschermen soorten staan en tot de belangrijkste doelsoorten van het natuurbeleid behoren. Figuur 28 geeft aan hoeveel stikstof er per dag per hectare in een bodemlaag van 10 cm dikte door mineralisatie beschikbaar kan komen in de verschillende veengronden.

In 'laagveen' komt een veelvoud meer stikstof door mineralisatie beschikbaar dan in 'hoogveen'. Verder is opvallend dat in laagveen de stikstofmineralisatie afneemt naarmate het organischestofgehalte afneemt maar in hoogveen juist toeneemt bij afnemend organischestofgehalte.

8.5 Organisch stof en zuurhuishouding

Organisch stof in de bodem bestaat uit meer of minder intensief verteerd plantaardig materiaal. Dit verteerde plantaardige materiaal wordt humus genoemd, wat voor een groot deel uit complexe organische verbindingen bestaat: de zgn. humus- en fulvozuren. Deze verbindingen bestaan uit negatief geladen organische moleculen en positief geladen zuurionen, die door elektrostatische kracht enigszins worden gebonden aan de organische moleculen. De totale hoeveelheid zuurionen die gebonden kan worden hangt af van de hoeveelheid organische stof: de potentiële zuurbuftercapaciteit van het adsorptiecomplex. De sterkte van deze binding kunnen we meten als zuurgraad van de bodem. In Figuur 29 is het verband aangegeven tussen het organisch stofgehalte en de zuurbuftercapaciteit van een bodemlaag van 10 cm dikte. Opvallend is dat de buftercapaciteit van hoogveen lager is dan van laagveen en dat de buftercapaciteit stijgt als het organischestofgehalte daalt.

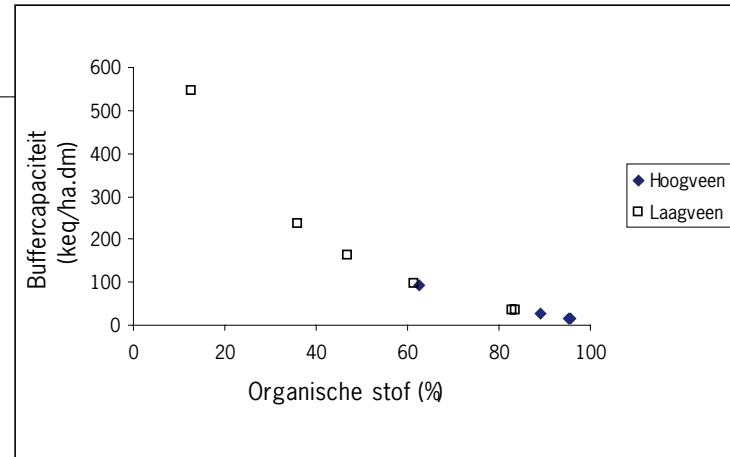
Figuur 28. De hoeveelheid stikstof die door mineralisatie in een veenlaag van 10 cm dikte per hectare en per dag beschikbaar kan komen is in laagveen een veelvoud groter dan in hoogveen. Naarmate veen verder is verteerd en het organischestofgehalte daalt, neemt de stikstofleverantie in laagveen af, maar in hoogveen juist toe.



Jaarlijks bedraagt momenteel de landelijk gemiddelde zuurdepositie ca. 3000 Mol/ha, waartoe een buffercapaciteit van ca. 3 keq/ha benodigd zou zijn. Uit bovenstaande figuur kan worden herleid dat er bij elke 10 cm hoogveen of laagveen die verdwijnt 10-100 keq resp. 50-550 keq zuurbuffercapaciteit per hectare 'verdwijnt'.

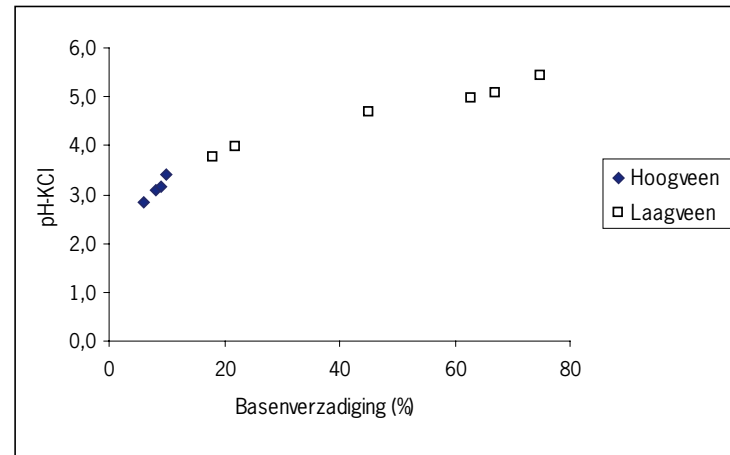
De afbraak van organische stof is onder zuurstofrijke omstandigheden een zuurvormend proces. Oxidatie (afbraak) van veen heeft daarom een verzurende invloed. Onder natte zuurstofloze omstandigheden ontstaan in de veenbodem rottingsprocessen. Dit is juist een zuurverbruikend proces. Omdat veen 'elektrisch neutraal' moet zijn, moeten de zuurionen die bij rottingsprocessen verdwijnen gecompenseerd worden door andere positieve ionen: de zgn. basische kationen. Zuurionen kunnen dus omgewisseld worden door basische kationen en omgekeerd. In kwelmilieus bestaan deze basische kationen hoofdzakelijk uit calciumionen die door grondwater worden aangevoerd (zie ook Figuur 26). Veen in kwelmilieus (laagveen) heeft daardoor wat wij noemen een hoge basenverzadiging van het adsorptiecomplex en reageert minder zuur dan bv. hoogveen (zie Figuur 30). In hoogveen is er geen alternatieve bron van basische kationen, waardoor zij mede onder invloed van bodemademhaling en zuurafscheiding door veenmossen extreem zuur kunnen worden.

De zuurgraad en de basenverzadiging zijn dus complementair. In Figuur 30 is de relatie tussen zuurgraad en basenverzadiging weergegeven zoals we die in hoogveen en laagveen hebben gemeten. In hoogveen gaat een hoge zuurgraad (lage pH!) samen met een lage basenverzadiging. De hogere basenverzadiging van laagveen maakt dat de zuurgraad er goed gebufferd is tegen verzurende invloeden. Verzuring is afhankelijk van de potentiële zuurbuffercapaciteit van de bodem en de basenverzadiging. Zo heeft een bodem met een potentiële zuurbuffercapaciteit van 100 keq/ha en een basenverzadiging van 90% een actuele zuurbuffercapaciteit van 90 keq/ha en bij een basenverzadiging van 25% een actuele zuurbuffercapaciteit



Figuur 29. De potentiële zuurbuffercapaciteit van laagveen is veel hoger dan van hoogveen. Naarmate de verteringsgraad van veen toeneemt en het organischestofgehalte daalt neemt de zuurbuffercapaciteit toe.

van nog slechts 25 keq/ha. Een bodem met veel organische stof en een lage basenverzadiging, zoals hoogveen is dus veel gevoeliger voor verzuring dan veraard laagveen met weinig organische stof. Als de balans tussen zuurproductie en zuurconsumptie verstoord raakt, bijv. door ontwatering en oxidatie, dan kan de zuurbuffer uiteindelijk uitgeput raken en de bodem alsnog verzuurd raken. Eerder hebben we al uiteengezet dat de zuurgraad een belangrijke randvoorwaarde is voor een actief bodemleven en hogere plantensoorten.



Figuur 30. De pH en de basenverzadiging van hoogvenen zijn lager dan die van laagvenen. Naarmate de basenverzadiging daalt, neemt door bufferwerking de pH in minder sterke mate af.

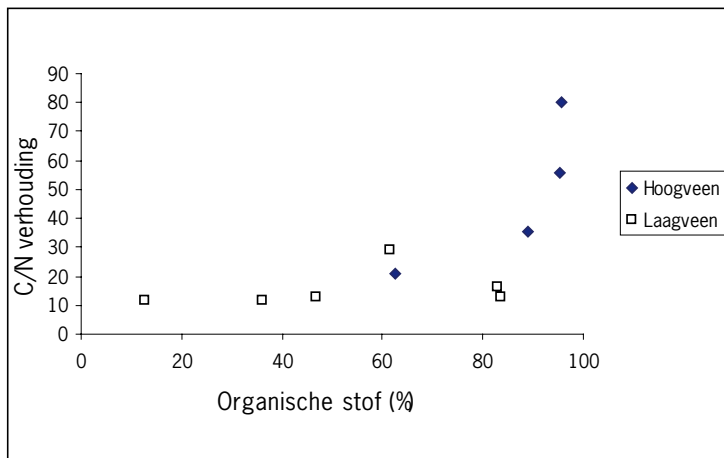


8.6 Veervertering en natuur

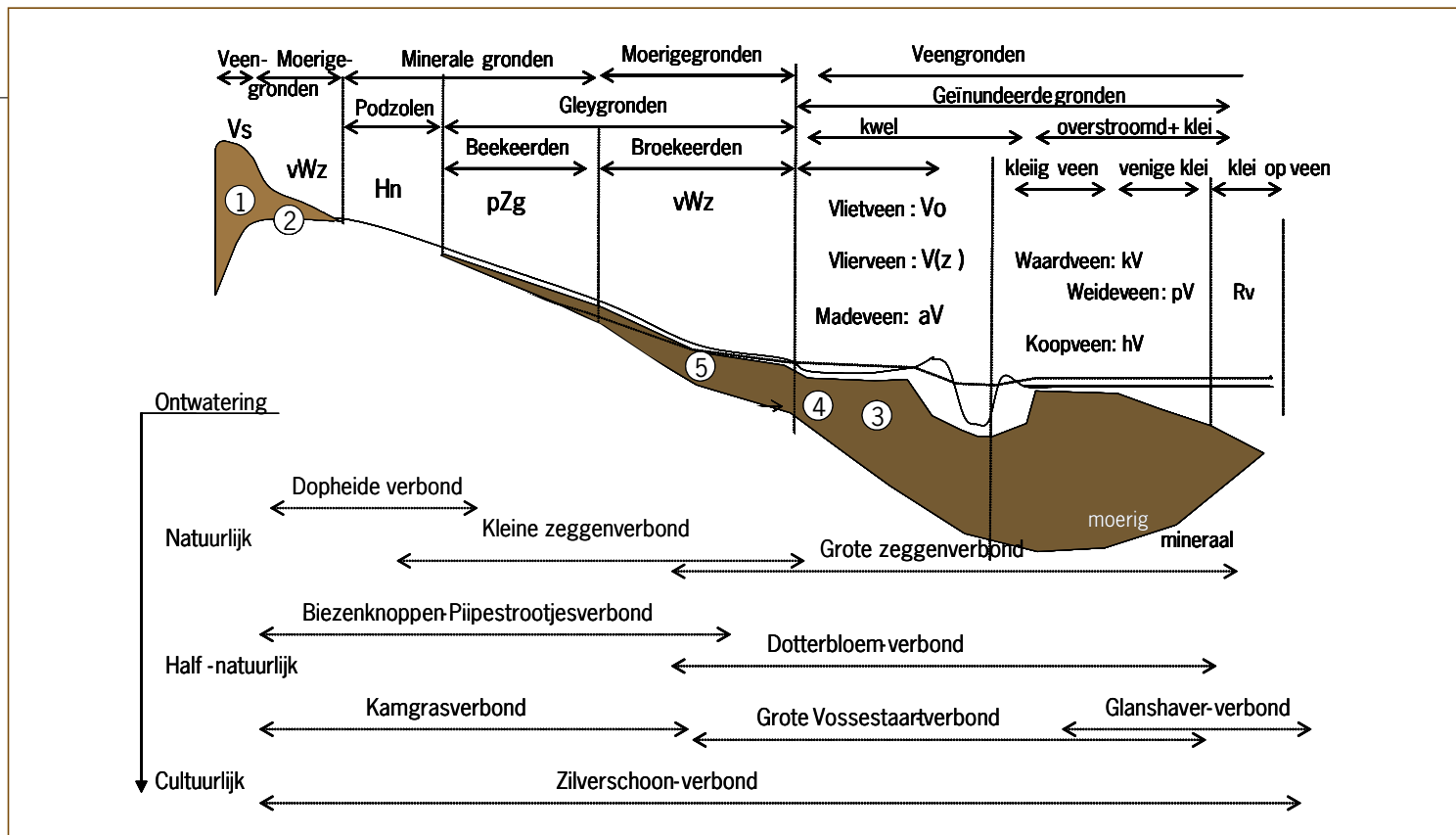
In het algemeen wordt in natuurgebieden de verteringsgraad van het veen in combinatie met de zuurgraad of de basentoestand genomen als indicator voor de ecologische toestand. Onverteerd veen bestaat vrijwel geheel uit organische stof. Dit zijn afgestorven plantenresten die nauwelijks zijn afgebroken omdat het bodemleven weinig actief is door te natte, zuurstofloze en zure omstandigheden. Als dit eeuwenlang heeft plaatsgevonden kan een dik veenpakket gevormd zijn. Hoogveen zijn niet alleen nat, maar ook zuur en bieden daardoor een slechter milieu voor afbraak dan laagveen die alleen nat maar niet zuur zijn. Laagveen bestaan daarom doorgaans uit een veel dunner veenpakket dan hoogveen.

De laatste decennia zijn in veel veengebieden de grondwaterstanden structureel gedaald door drainage, waterwinning, beeknormalisatie of andere oorzaken. Het veen zakt dan in elkaar en bovendien treedt oxidatie op door zuurstoftoetreding. Niet alle organische stof verdwijnt door oxidatie in de vorm van CO_2 naar de atmosfeer. Een deel wordt weer vastgelegd in de biomassa van het bodemleven.

Figuur 31. Naarmate de C/N-verhouding lager is, neemt de stikstofrijkdom van de organische stof toe. Hoogveen hebben organische stof die armer is aan stikstof dan laagveen. Bij vertering van veen daalt het organischestofgehalte en neemt de stikstofrijkdom van de organische stof toe.



Doordat omstandigheden voor bodemleven aanvankelijk verbeteren, worden bodemorganismen actiever en zullen zij zich gaan vermeerderen. Hierdoor wordt een deel van de dode plantaardige biomassa (koolstof) omgezet in biomassa van bodemorganismen. Dit kunnen aanzienlijke hoeveelheden zijn! De organische stof bevat naast koolstof ook veel stikstof en fosfor. De rijkdom van de organische stof aan stikstof of fosfor wordt uitgedrukt door de zgn. C/N (of C/P)-verhouding van de organische stof. Vers, juist afgestorven strooisel heeft doorgaans een hoge C/N-verhouding, omdat de planten geneigd zijn voedingsstoffen terug te trekken in overwinteringorganen (knoppen, spruiten, wortels) voor afsterven. Bij afbraak van vers organische stof door zuurstoftoetreding komt dus zowel koolstof als stikstof en fosfor vrij. Een deel van deze mineralen wordt echter hergebruikt door de groeiende populaties bodemorganismen. Stikstof en fosfor worden gebruikt voor de aanmaak van lichaamseigen eiwitten van micro-organismen. Je zou kunnen stellen dat micro-organismen in deze fase een grote stikstofhonger hebben. Het proces van afbraak en gedeeltelijke nieuwvorming van complexe eiwitten door micro-organismen noemen we humificatie, waardoor een deel van de stoffen weer wordt vastgelegd. We noemen deze vastlegging immobilisatie, bijv. stikstof-immobilisatie. Tijdens deze humificatie verdwijnt koolstof toch vooral naar de atmosfeer, terwijl de meeste stikstof wordt geïmmobiliseerd. Hierdoor wordt de C/N-verhouding van de organische stof tijdens humificatie steeds lager, totdat er een verzadiging ontstaat en de stikstofhonger is verdwenen. In Figuur 31 is de C/N-verhouding weergegeven in relatie tot het organisch stofgehalte. Hoogveen waarin nauwelijks vertering plaatsvindt heeft veel hogere C/N-verhoudingen dan laagveen. Hoogveen bestaat dus uit stikstofarm organisch materiaal. De organische stof van



Figuur 32. Schematisch overzicht van de landschappelijke verspreiding van begroeiingstypen op veengronden in natuurlijke, halfnatuurlijke en ontwaterde toestand.

laagveen is veel rijker aan stikstof wat zich uit in een lage C/N-verhouding. Goed gehumificeerd organisch materiaal, ook wel veraard veen genoemd, heeft dus een lage C/N-verhouding. Dit betekent dat gehumificeerde organische stof rijker aan stikstof is dan onverteerd organisch materiaal. De kwaliteit van de organische stof verandert dus tijdens afbraak en humificatie. Voor beide veentypen geldt dat naarmate het veen sterker wordt verteerd de organische stof rijker wordt aan stikstof, wat zich uit in een daling van de C/N-verhouding. Voor planten is het verteerde en goed gehumificeerde organische materiaal een rijke voorraadschuur. Tegelijkertijd heeft dit gehumificeerde materiaal een veel stabiel karakter en breekt het nog maar erg langzaam af (zie ook Figuur 28).

De afbraaksnelheid van organische stof is dus lager naarmate het

sterker is gehumificeerd. Ondanks dat het gehumificeerde of veraarde organisch materiaal rijk aan stikstof is, komt de stikstof maar langzaam voor de plant beschikbaar (zie ook Figuur 28). Het is dus een duurzame maar langzaam stromende bron. De term veraarding die vaak in een adem met humificatie wordt genoemd heeft betrekking op het feit dat tot de actiever wordende bodemfauna ook 'gravende en woelende' organismen (wormen, mijten) behoren die de afgebroken organisch stof vermengen met de onderliggende minerale bestanddelen van de bodem zoals zand en kleideeltjes.



8.7 Effecten op vegetatie

Het is op voorhand vaak moeilijk te voorspellen hoe veenoxidatie uitpakt voor de vegetatie. Het is evident dat er voedingsstoffen beschikbaar komen, zoals stikstof, fosfor of kalium. De productiviteit van natuurlijke vegetaties wordt bepaald door de beperkende factor. Soms is dat kalium, maar vaak ook fosfor of stikstof. Dat is geheel afhankelijk van plaatselijke omstandigheden en het gebruiksverleden en beheer. In zijn algemeenheid leidt ontwatering en daarop volgende vertering van veen tot een productievere vegetatie, waarin concurrentiekrachtige soorten (vaak grassen, russen of ruigtekruiden) gaan domineren en het aantal soorten afneemt. Soorten die minder

concurrerend vermogen hebben verdwijnen. Vaak zijn dit nu juist de doelsoorten waarop het natuurbeleid zich richt. In Figuur 32 is de landschappelijke dwarsdoorsnede nog eens afgebeeld, maar nu met de verspreiding van begroeiingstypen en hoe deze begroeiingstypen zich bij toenemende drainage ontwikkelen naar een steeds mindere mate van natuurlijkheid. Tenslotte wordt in Tabel 5 een indruk gegeven van de plantensoorten die bij de verschillende begroeiingstypen thuishoren bij onverteerd veen en na ontwatering. Het blijkt dat veel rode lijst soorten verdwijnen en vervangen worden door algemene soorten en dat de biodiversiteit afneemt.

Plaatscode Figuur 32	Begroeiingstype	Kenmerkende soorten bij onverteerd veen o.a.	Dominerende soorten na ontwatering van veen o.a
1	Dopheide-verbond	Dopheide, veenmossen, Beenbreek , Eenarig wollegras , Lavendelhei , Zonnedauw , Snavelbies, Veenbies, Veenbes	Pijpestrootje, haarmossen, berken(bosontwikkeling)
2	Kleine zeggen- verbond	Moerasviooltje, Gevlekte orchis , Moeraskartelblad , Veenpluis, Waterdrieblad , Biezeknoppen, Draadzegge , Klokjesgentiaan , Zwarte zegge, Sterzegge, Waternavel	Reukgras, Pijpestrootje, Veldrus, Tormentil, Lidrus, Moerasstruisgras, Rood zwenkgras, wilgenstruweel
3	Kleine zeggen- verbond	Wateraardbei , zwarte zegge, Moerasviooltje, Zompzegge, Draadrus , Schildereprijs, Sterzegge, Dotterbloem, Lidrus, Veldrus, Holpijp, Zeegroene muur, Snavelzegge, Ronde zegge, Noordse zegge , Geelgroene zegge	Reukgras, Witbol, Ruwe smele, Moerasstruisgras, , Fioringras, Egelboter-bloem, Pitrus, Hennegras
4	Dotterbloem-verbond	Dotterbloem, Echte koekoeksbloem, Egelboterbloem, Waterkruiskruid , Zenegroen, Veldrus, Kruipende boterbloem, Holpijp, Noordse zegge , Ratelaar , Moeraswalstro, Moerasvergeet-mijnietje, Moerasrolklaver, ,	Mannagrass, Liesgras, Rietgras, Kale jonker, Beemdgras, Geknikte vossestaart, Witte klaver, Pitrus
5	Biezenknoppen-Pijpestrootje-verbond	Blauwe zegge, Blonde zegge , Vlozegge , Tweehuizige zegge , Welriekende nachtorchis , Gevlekte orchis , Muggenorchis , Zwarte zegge, Parnassia , Armbloemige waterbies , Groenknolorchis , Draadzegge , Spaanse ruiter	Pijpestrootje, Hennegras, Grote wederik, Melkeppe Tandjesgras, Riet

Tabel 5. Overzicht van een aantal kenmerkende soorten die voorkomen in begroeiingstypen op onverteerd en ontwaterd veen. Vetgedrukte soorten komen voor op de nationale Rode Lijst van het ministerie LNV (Bal et al, 2001).

8.8 Tot slot

Veen is een kwestie van balans.

Bij levend veen slaat de balans tussen accumulatie en afbraak van organische stof door naar het eerste proces, bij verterend veen naar het tweede. Levend veen vormt daarom een belangrijke component van het landschap waarin organische stof en voedingsstoffen worden vastgelegd en buffercapaciteit wordt opgebouwd. Afhankelijk van de landschappelijke positie en de activiteit van het bodemleven gaat dit meer of minder snel. In hoogveen worden daardoor vooral koolstof en maar weinig voedingsstoffen vastgelegd, terwijl in laagvenen veel meer voedingsstoffen, zoals stikstof, worden vastgelegd. Laagvenen zijn daardoor van nature iets productiever, wat tot uiting komt in de aard van de begroeiing. Voor hoogveen is echter onlangs vastgesteld dat de afbraak kan worden versneld door atmosferische depositie van stikstof. Bij stikstofverzadiging van het veenmosdek kunnen hogere planten meer stikstof opnemen en het veenmosveen onderdrukken. Door de concurrentie verdringen kruiden en grasachtigen de veenmossen. Waardoor een een voedselrijker strooiseltype ontstaat dat weer een stimulans vormt voor microbiologische activiteit en veenafbraak. (Limpens and Berendse, 2003). Hiermee lijkt het duidelijk dat de huidige N-depositieniveaus consequenties hebben voor de overlevingskans van hoogveen in Nederland.

Omgekeerd geldt ook dat verterend veen een bron van koolstof en voedingsstoffen is, waarbij buffercapaciteit verloren gaat. In dat opzicht komen bij laagvenen door oxidatie veel meer voedingsstoffen vrij dan in hoogvenen en is het verlies aan zuurbuffercapaciteit in laagvenen aanmerkelijk groter dan in hoogvenen. In zijn algemeenheid leidt dit tot verlies aan kwetsbare plantensoorten. Door drainage van laagveen doen zich daarbij twee processen voor met een tegengesteld effect op het bodemleven. Door zuurstoftoetreding wordt het bodemleven aanvankelijk actiever en wordt de afbraak gestimuleerd. Uiteindelijk wordt ook de zuurbuffercapaciteit aangetast en het veen zuurder, waardoor de biologische activiteit weer zal afnemen.

Afbraak leidt dus tot een verruimd aanbod van voedingsstoffen voor plant en bodemleven, maar verzuring leidt tenslotte tot een verminderde bodembioologische activiteit en een verminderde behoefte van het bodemleven aan voedingsstoffen, waardoor extra groeipotentieel voor de vegetatie ontstaat. De vegetatie raakt dan ge-eutrofeerd, waarbij de productiviteit toeneemt en een beperkt aantal soorten (meestal grasachtige) gaan domineren.





9

Veenverlies en nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater

9.1 Veen en eutrofiëring

Het is bekend dat het oppervlaktewater in Nederlandse laagveengebieden veelal eutroof is: sloten bevatten hoge concentraties stikstof (N) en fosfor (P). Uit diverse onderzoeken blijkt dat de veenbodem zelf een belangrijke bron van nutriënten is (Hendriks, 1997 en 2003, Hendriks et al., 2008, Van Beek et al., 2004). Andere belangrijke bronnen zijn bemesting en nutriëntenrijke kwel. De veenbodem kan een grotere bron van N en P zijn dan deze twee bronnen afzonderlijk.

Over de rol van veen bij de belasting van grond- en oppervlaktewater met N en P in de (voormalige) veengronden van Drenthe is nog weinig bekend. Met het oog op de drinkwaternorm van 50 mg nitraat per liter (omgerekend 11,3 mg N/l) en de Europese Kaderrichtlijn Water is deze kennis wel geboden. Dikke veenpakketten zijn in Drenthe afgegraven en geoxideerd door ontwatering, een proces dat werd en wordt versterkt door het toepassen van mengwoelen en reguliere grondbewerking in de veenkoloniale gronden. Dit heeft geresulteerd in de verandering van 42% van de voormalige veengronden in voornamelijk dunne veengronden op zand, moerige zandgronden en zandgronden.

Deze veranderingen kunnen grote gevolgen hebben voor de belasting van grond- en oppervlaktewater met N en P. Zo is bekend dat bij dikke veenpakketten de uitspoeling van nitraat verwaarloosbaar is door de grote capaciteit van deze bodems voor denitrificatie (microbieel omzetten van nitraat in gasvormig N) (Hendriks, 1997). Voor

dunne veengronden op zand in Friesland, daarentegen, berekende Hendriks et al. (2002) nitraatuitspoelingsvrachten van wel 35 kg N per ha per jaar.

De vraag is dan ook: wat hebben de veranderingen in de oorspronkelijke veengronden van Drenthe door het verdwijnen van het veen voor gevolg (gehad) voor de belasting van grond- en oppervlaktewater met N en P? Hiervoor is het noodzakelijk om een goed begrip te hebben van de rol van veen bij deze belasting.

9.2 Veen: bron of buffer?

Veenbodems zijn van nature rijk aan N en P opgeslagen in de vaste organische stof en gebonden aan het bodemcomplex. Door ontwatering van het veen treedt luchtzuurstof in het profiel en wordt het veen afgebroken en gemineraliseerd (microbieel omzetten van organische in anorganische verbindingen). Hierbij gaan organische en anorganische N- en P-verbindingen in oplossing. Een deel hiervan spoelt uit naar grond- en oppervlaktewater. Vaak zijn in diepere (onder de GLG) veenlagen grote hoeveelheden ammonium en fosfaat gebonden aan het bodemcomplex. Worden deze lagen doorstroomd door overtollig neerslagwater, dan wordt het bodemcomplex uitgelooft en spoelen de vrijgekomen N- en P-verbindingen uit naar grond- en oppervlaktewater (Hendriks, 1997).

Naast de rol van bron, kan de veenbodem ook een rol vervullen als buffer voor N- en P-verbindingen uit mest. Veen heeft een groter 'geheugen' voor N en P dan zandbodems (Hendriks et al., 2002). N en P van mest worden ingebouwd in de organische stof van veen, waardoor een N- en P-rijkere organische stof ontstaat in het bovenste deel van het profiel. Nitraat uit kunstmest of gevormd uit organische mest en ammoniumkunstmest door stikstofmineralisatie en nitrificatie (microbieel omzetten van ammonium in nitraat), dat niet wordt opgenomen door het gewas, wordt in natte organischestofrijke



veenbodems vrijwel volledig gedenitrificeerd en verlaat als gasvormig N de bodem (Hendriks, 1997). Ook bezit veen een veel groter fosfaatbindend vermogen dan (nagenoeg) puur zand (Schoumans, 1999). In een niet te natte veenbodem kan een grote hoeveelheid fosfaat uit mest, direct of gevormd door fosformineralisatie, worden vastgelegd. Dit geldt in mindere mate ook voor ammonium.

De veenbodem heeft echter ook het vermogen de genoemde bufferwerking weer deels teniet te doen. Door de grote hoeveelheid organische stof van veen bestaat er bij organische bemesting concurrentie tussen veen en mest om zuurstof voor afbraak en mineralisatie van organische stof en nitrificatie (Hendriks, 1997). Bij natte veengronden is het zuurstofaanbod beperkt. Door zuurstofgebrek wordt minder organische mest omgezet in nitraat, ammonium en fosfaat, verbindingen die kunnen worden gedenitrificeerd of vastgelegd. Gevolg is dat er meer organische N- en P-verbindingen uit mest kunnen uitspoelen. Dit proces van concurrentie om zuurstof is groter naarmate het veen eutrofer (N-rijker) is. In eutroof veen is de zuurstofvraag groter door de hogere afbraaksnelheid en het hogere N-gehalte dan in oligotroof (N-arm) veen. Bij droge veenbodems speelt dit proces veel minder door het grotere zuurstofaanbod.

Of een veenbodem(laag) als bron of als buffer voor uitspoeling van N en P fungeert, hangt af van een samenspel van veel factoren, zoals dikte en diepte van de veenlaag, veensoort, mate van veraarding, organischestofgehalte, N- en P-gehalte, fysische en chemische eigenschappen van de bodem, mate van ontwatering, hydrologische randvoorwaarden als drainage en kwel/wegzijging, en grootte en aard van de bemesting (Hendriks, 1997). Effecten van veranderingen van veengronden op N- en P-belasting van grond- en oppervlaktewater worden bepaald door een subtiel samenspel van processen, eigenschappen, omstandigheden en randvoorwaarden. Daarnaast kan het lang duren, soms decennia, voordat veranderingen zich manifesteren in een meetbaar effect. Om deze effecten te kunnen analyseren of

voorspellen is een instrument nodig dat alle belangrijke processen en randvoorwaarden in zich heeft. Een dergelijk instrument is een procesgeoriënteerd computermodel dat dynamisch de nutriëntenuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater kan berekenen.

9.3 Modelberekeningen

Om effecten van veranderingen van veenbodems in Drenthe op de N- en P-belasting van grond- en oppervlaktewater te kunnen voorspellen, is een aantal representatieve veenprofielen doorgerekend met de modellen SWAP en ANIMO. ANIMO (Groenendijk et al., 2005) is een dynamisch nutriëntenuitspoelingsmodel dat de N- en P-uit/afspoeling naar grond- en oppervlaktewater berekent op basis van processen in de N- en P-kringloop. De daarvoor benodigde hydrologische parameters worden geleverd door het model SWAP (Kroes & van Dam, 2003). Omdat in het model de processen van N- en P-kringloop zijn gebaseerd op de organischestofkringloop, is ANIMO uitermate geschikt voor het simuleren van de N- en P-huishouding van veengronden.

Beide modellen vormen de kern van het modelinstrumentarium STONE (Kroon et al., 2001) waarmee onder andere het mestbeleid wordt geëvalueerd. Daarvoor is heel Nederland ruimtelijk geschematiseerd in zogenaamde STONE-plots, unieke modelgebieden van 100 tot 5 000 ha. Voor het doorrekenen van de veenprofielen zijn voor elk profiel alle relevante Drentse STONE-plots verzameld. Hieruit is de meest representatieve plot gekozen, de plot die in de STONE-schematisatie het beste past bij de gekozen veenprofielen. Van deze plot zijn alle relevante gegevens gebruikt om in te voeren in de modellen. Voor typische veenparameters is gebruik gemaakt van kennis van Hendriks (1991 en 1993) en Hendriks et al. (2008).

Met de modellen zijn de veenprofielen doorgerekend voor een periode van 30 jaar met de meteorologische gegevens van 1971-2000

en met gegevens over bemesting uit STONE voor de simulatieperiode 2001-2015. Deze bemesting wordt representatief geacht voor de huidige bemesting. De resultaten van de 30 doorgerekende jaren zijn gemiddeld om een uitspraak te kunnen doen in termen van een gemiddelde op jaarbasis. Dit is gedaan om effecten van weerjaren uit te middelen.

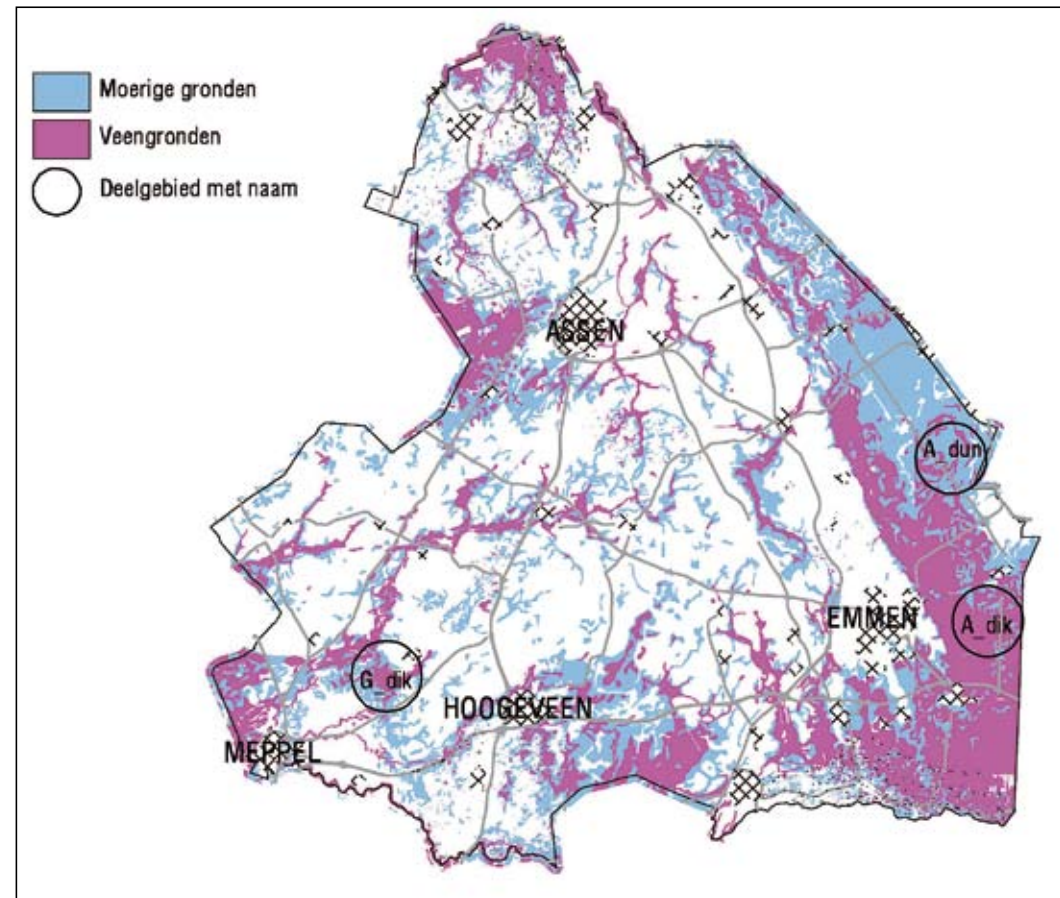
9.4 Veenprofielen

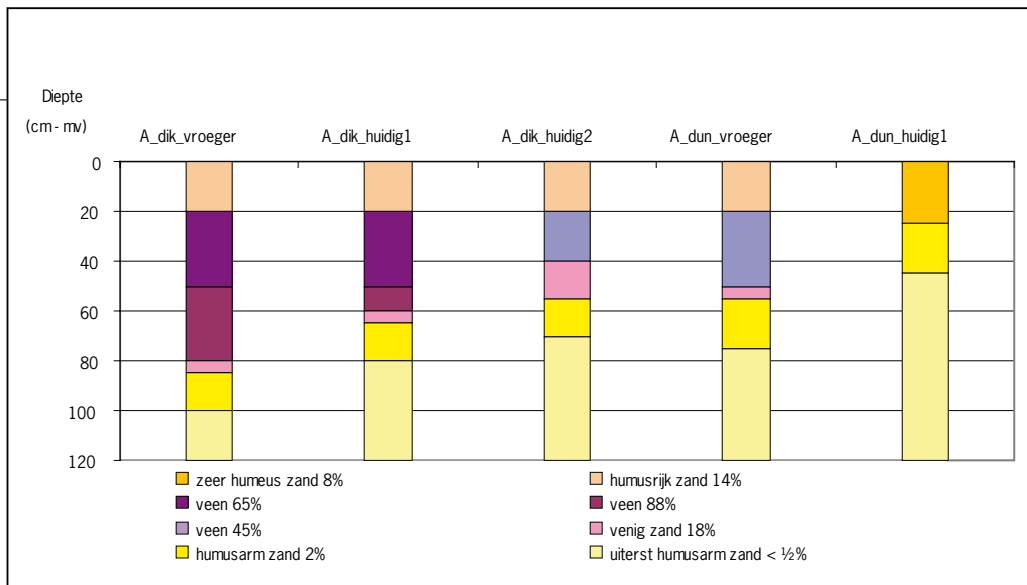
Voor het doorrekenen zijn voorbeeldgebieden gezocht die representatief zijn voor de veranderingen die in Drenthe bij veenbodems optreden sinds de opname van de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000, 20 tot 30 jaar geleden. Twee van de gekozen voorbeeldgebieden liggen in het veenkoloniale akkerbouwgebied ten oosten van Emmen (Figuur 33). Ze worden aangeduid met de A van Akkerbouw. Bij deelgebied A_dik betreft het een veenkoloniale meerveengrond met een oorspronkelijke veenlaag van ca. 65 cm dikte (A_dik_vroeger). Voor de huidige situatie zijn er twee varianten: A_dik_huidig1 met een veenmosveenlaag van 45 cm dikte en variant A_dik_huidig2 met een zelfde veenlaag van 35 cm. Deelgebied A_dun heeft betrekking op moerige gronden, waarbij de veenmosveenlaag oorspronkelijk 35 cm dik was (A_dun_vroeger) en thans in zijn geheel is verdwenen, waardoor een zandgrond is ontstaan (A_dun_huidig1). Het gewas op de profielen van beide gebieden is aardappels.

Het derde voorbeeldgebied ligt in Zuidwest-Drenthe ten westen van Ruinen. Het betreft een gebied met madeveengronden, veengronden met een moerige bovengrond en variatie in veendikte. De veensoort is zeggeveen. Er komt overwegend grasland voor. De gekozen veenprofielen liggen ook onder grasland en worden dan ook aangeduid met de G. Voor dit gebied hebben we naast het oorspronkelijke profiel met 80 cm veen (G_dik_vroeger) drie varianten gekozen: G_dik_huidig1, -2 en -3, met respectievelijk 60, 35 en 0 cm veen. In Figuur 34 en Figuur 35 is de profielopbouw schematisch weergege-

ven. De informatie hiervoor is ontleend aan gegevens van de bodemkaart en het Bodemkundig Informatiesysteem (BIS) van Alterra.

Figuur 33. Ligging van de drie voorbeeldgebieden waaruit de doorgerekende veenprofielen zijn gekozen.





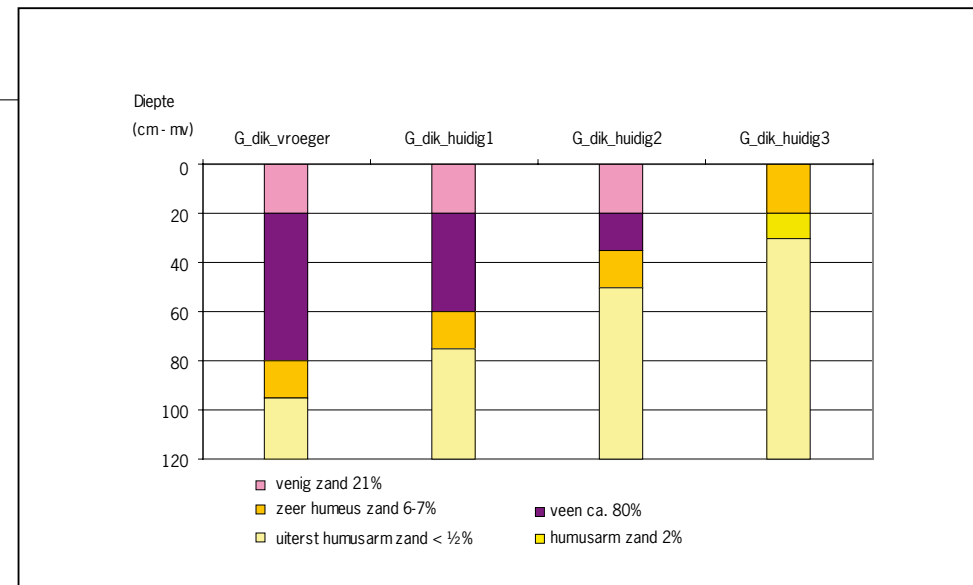
Figuur 34. Organischestofgehalte als functie van de diepte voor de profielen van voorbeeldgebieden A_dik en A_dun.

Percentages geven het organischestofgehalte als massa-% van de droge stof waarmee is gerekend in ANIMO.

9.5 Modelresultaten

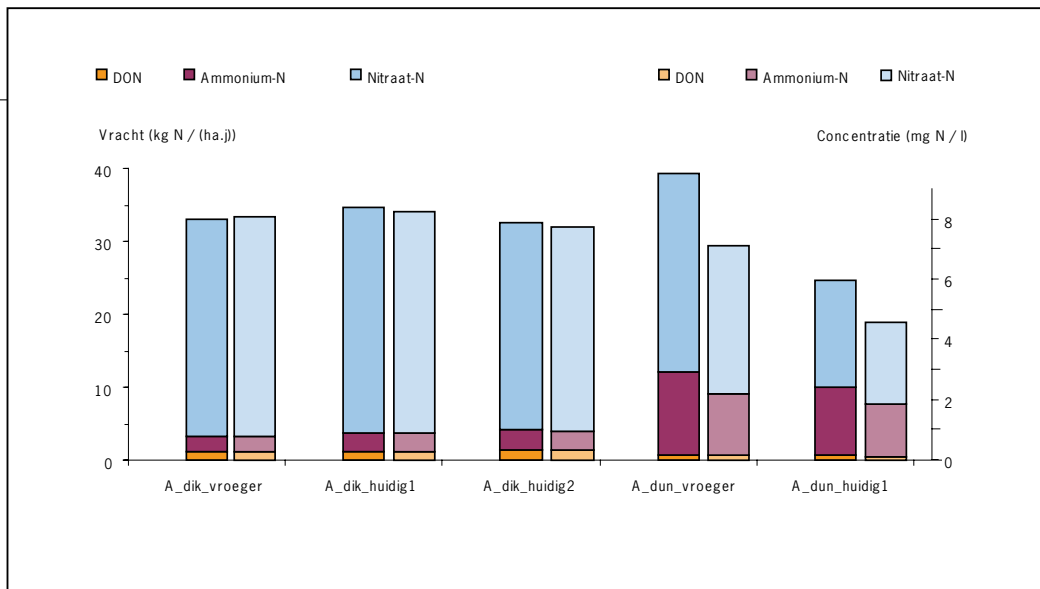
De resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in de figuren 35 t/m 39 als N- en P-belasting van het grond- en oppervlaktewater in de vorm van jaarvrachten en gemiddelde uitspoelingsconcentraties (N- of P-vracht gedeeld door watervracht op jaarbasis).

Figuur 34 toont dat voor wat betreft de profielopbouw gebieden A_dik en A_dun in elkaar overlopen: het organischestofgehalte loopt af van A_dik_vroeger naar A_dun_huidig1. Met A_dik_huidig2 en A_dun_vroeger als verbindende schakel door een sterk overeenkomende profielopbouw. In de resultaten van figuren 36 en 37 is dat



Figuur 35. Organischestofgehalte als functie van de diepte voor de profielen van voorbeeldgebied G_dik. Percentages geven het organischestofgehalte als massa-% van de droge stof waarmee is gerekend in ANIMO.

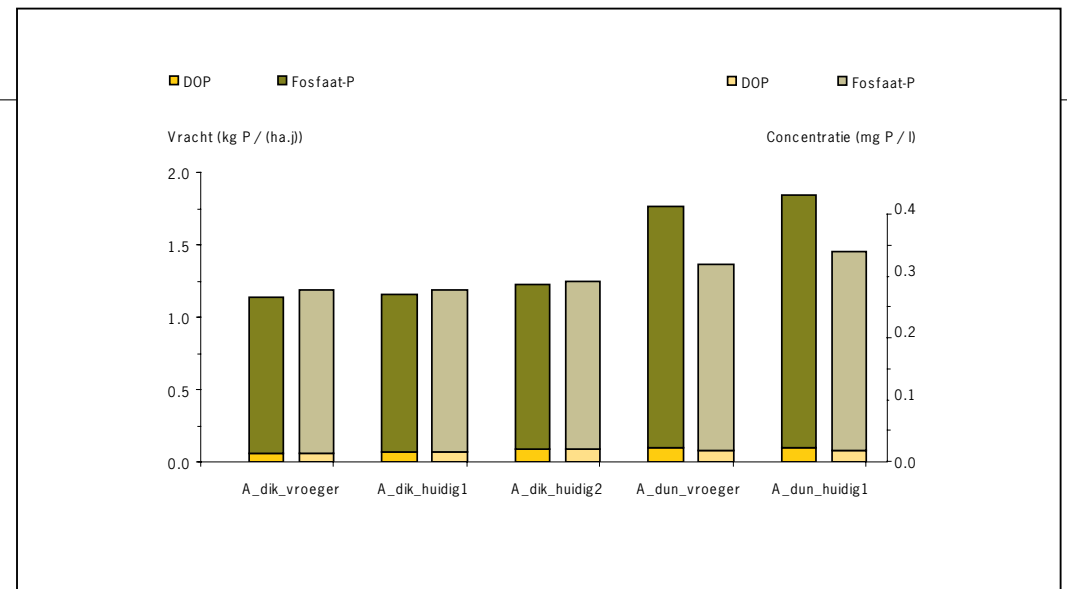
goed terug te zien in het verloop van de N- en P-uitspoelingsconcentraties. Die lopen voor N af en voor P op van A_dik_vroeger naar A_dun_huidig1. Tussen A_dik_vroeger en A_dik_huidig1 gebeurt weinig; blijkbaar is het verschil in organischestofgehalte hier te gering om sterke invloed op de N- en P-belasting te hebben.



Figuur 36. N-belasting van het oppervlaktewater als jaarvracht en als gemiddelde uitspoelingsconcentratie (N-vracht gedeeld door watervracht op jaarbasis) voor de profielen van voorbeeldgebieden A_dik en A_dun. DON is organisch-N in oplossing.

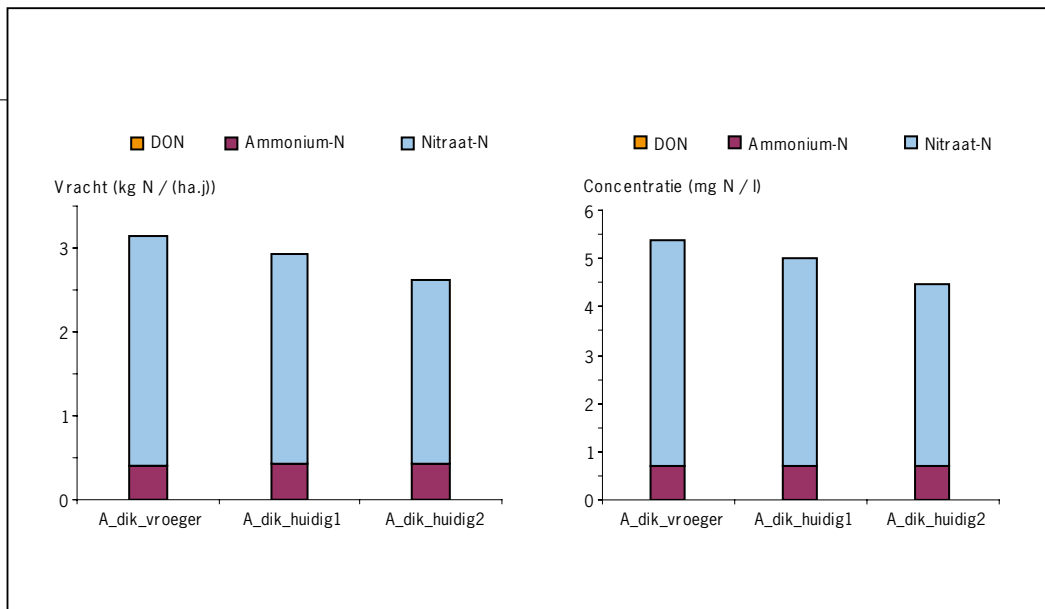
Voor vergelijking van deze twee voorbeeldgebieden zijn de concentraties een betere maat dan de vrachten. De hydrologische randvoorwaarden van beide gebieden verschillen sterk: A_dik kent netto wegzijging van 40 mm per jaar en A_dun netto kwel van 160 mm per jaar. Hierdoor is de waterafvoer naar het oppervlaktewater van A_dun 130 mm per jaar (25%) groter dan die van A_dik (550 vs. 420 mm per jaar). Dit is goed te zien aan de resultaten van de vrachten, die zijn bij A_dun veel groter dan bij A_dik, ondanks de geringere N-uitspoelingsconcentratie van A_dun_vroeger. Uitzondering vormt A_dun_huidig1 waar zowel N-concentratie als -vracht kleiner zijn dan bij A_dik.

Uit het verloop van de N- en P-concentraties valt af te leiden dat voor N de bronfunctie van het veen prevaleert en voor P juist de bufferfunctie. Door het nagenoeg geheel verdwijnen van het veen wordt de N-uitspoelingsconcentratie bijna gehalveerd en neemt bij P deze concentratie met dik 20% toe. Belangrijke oorzaak daarvan is dat de P-uitspoeling nagenoeg geheel in de vorm van fosfaat is. Met het verdwijnen van het veen verdwijnt een deel van het bindend vermogen van de bodem en kan meer fosfaat uitspoelen.



Figuur 37. P-belasting van het oppervlaktewater als jaarvracht en als gemiddelde uitspoelingsconcentratie (P-vracht gedeeld door watervracht op jaarbasis) voor de profielen van voorbeeldgebied A_dik en A_dun. DOP is organisch-P in oplossing.

Dat de uitspoelvorm vooral de anorganische is, geldt ook voor N. Dit element spoelt zelfs vooral in de vorm van nitraat uit, de eindverbinding in de omzettingketen van N onder zuurstofrijke omstandigheden. En dat is nu net het kenmerkende van deze veenkoloniale gronden, dat ze door de groundbewerking goed worden doorlucht. Het veen komt relatief hoog in het profiel voor (niet dieper dan 80 cm) en het profiel is redelijk ontwaterd. In de permanent verzadigde zone is het organischestofgehalte zeer gering. Nitraat dat uitspoelt wordt daardoor niet volledig gedenitrificeerd. Organische verbindingen in oplossing die samen met nitraat uitspoelen, worden wel aangewend voor denitrificatie, waardoor er uiteindelijk slechts geringe hoeveelheden DON en DOP in sloot en dieper grondwater terechtkomen. Wel is het zo dat bij A_dun het aandeel van nitraat wat kleiner is en dat van ammonium wat groter dan bij A_dik. Oorzaak hiervan is de wat nattere bodem van A_dun door het optreden van netto kwel, waarmee ook extra ammonium en fosfaat worden aangevoerd. Denitrificatie is beduidend groter in dit gebied.



Figuur 38. N-belasting van het grondwater als vracht en als gemiddelde uitspoelingsconcentratie (N-vracht gedeeld door watervracht op jaarbasis) voor de profielen A_dik.

Voorbeeldgebied A_dik is het enige gebied met wegzijging van betekenis: 60 mm per jaar. Door het verdwijnen van het veen uit het profiel neemt de N-vracht naar het diepere grondwater af (fig. 38). De P-vracht blijft gelijk voor alle varianten: 0,04 kg P per ha per jaar. N- en P-vrachten zijn niet erg groot. N- en P-uitspoelingsconcentraties zijn eveneens vrij laag: respectievelijk 4,5-5,4 en 0,07 mg N of P per liter. Voor N is dat ruim onder de drinkwaternorm van 11,3 mg nitraat-N per liter.

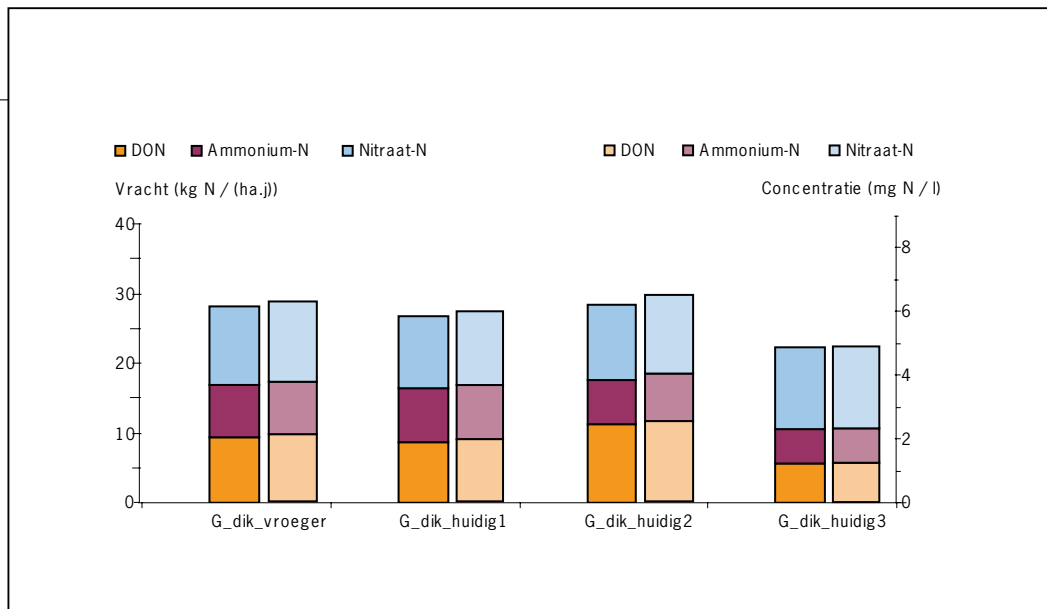
Bij voorbeeldgebied G_dik spoelt meer ammonium, DON en DOP en minder nitraat en fosfaat uit dan bij voorbeeldgebieden A_dik en A_dun. De profielen van G_dik zijn natter en minder doorlucht dan de veenkoloniale gronden; grondbewerking wordt op deze graslanden niet toegepast. Ook worden ze zwaarder bemest, maar daar staat tegenover dat de gewasopname ook groter is. Verder is het zeggeveen rijker aan N dan het veenmosveen van gebieden A_dik en A_dun. Toch spoelt er minder N uit dan bij A_dik en A_dun. De belangrijkste oorzaak hiervan is de geringere toevoer van zuurstof waardoor er verhoudingsgewijs minder N uit veen en mest kan worden omgezet in nitraat en fosfaat. Van het nitraat dat niet wordt opgenomen door het gewas wordt een groter deel gedenitrificeerd dan bij de veenko-



loniale gronden. Door de grotere DOP-component is de P-uitspoeling bij G_dik groter dan bij A_dik, en ongeveer gelijk aan die van A_dun, met uitzondering van G_dik_huidig3.

Net als bij de A_dik-profielen brengt de vermindering van de dikte van de veenlagen geen grote veranderingen in de N- en P-belasting van het oppervlaktewater met zich mee. Een verandering van betekenis treedt pas op als een profiel met een dunne veenlaag en een weinig zanddek verandert in een zandgrond zonder grote hoeveelheden organische stof. Zowel de N- als P-belasting nemen hierdoor af met 20-25%. Vooral door de afname van de belasting met de organische componenten DON en DOP. Maar bij N ook door de afname van de ammoniumbelasting. Bij beide nutriënten overheerst de afname van de bronfunctie van het veen. Blijkbaar kan de bodem nog een bronfunctie vervullen zolang er veenlagen van enkele decimeters dikte aanwezig zijn.

De N- en P-uitspoelingsconcentraties zijn eveneens als bij de veenkoloniale gronden hoger dan de MTR-waarden (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) voor oppervlaktewaterkwaliteit. Ook hier is dus het uitspoelde water in potentie eutrofiërend. Wat dat uiteindelijk voor



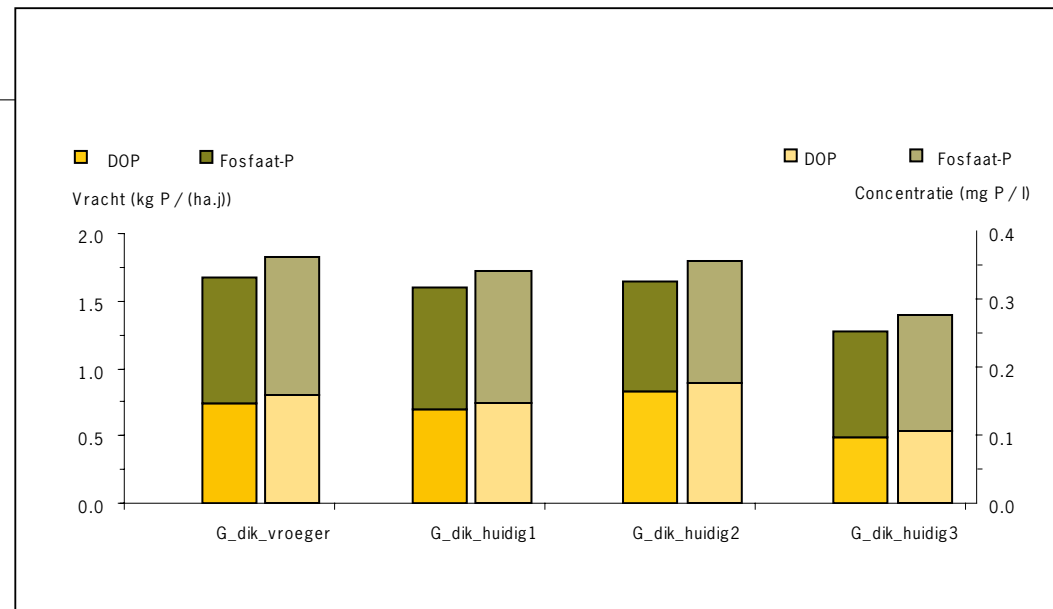
Figuur 39. N-belasting van het oppervlaktewater als jaarvracht en als gemiddelde uitspoelingsconcentratie voor de profielen van voorbeeldgebied G_dik.

9.6 Conclusies

Veenlagen in een zandbodem fungeren als bron van nutriënten die kunnen uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater, maar kunnen ook een buffer vormen tegen uitspoeling van mestnutriënten. Bij N overheerst de bronfunctie. Bij P is dat minder eenduidig en afhankelijk van meer factoren.

Zolang de bodem nog enkele decimeters veen bevat, blijft de bronfunctie van belang voor de N-belasting van grond- en oppervlaktewater. De verschillen in belasting tussen een profiel met 80 cm veen en een met 30 cm veen zijn dan ook veel geringer dan het verschil tussen 30 cm en geen veen.

Hydrologische omstandigheden als het optreden van kwel of wegzijging en het drainageregime beïnvloeden de N- en P-belasting van grond- en oppervlaktewater sterk in de doorgerekende veengebieden. Niet alleen omdat zij bepalen hoeveel water uitspoelt, maar ook omdat zij de uitspoelingsroutes door en het vochtgehalte in de veenlagen bepalen.



Figuur 40. P-belasting van het oppervlaktewater als jaarvracht en als gemiddelde uitspoelingsconcentratie voor de profielen van voorbeeldgebied G_dik.

Grondbewerking op veenkoloniale gronden bevordert sterk de veenafbraak, mineralisatie en nitrificatie, en stimuleert daarmee de uitspoeling van N.

Het volledig verdwijnen van het veen uit de Drentse bodem zal waarschijnlijk een vermindering van de N-belasting naar grond- en oppervlaktewater betekenen. Voor de P-belasting hoeft dat niet te gelden. Hiervoor kan het verdwijnen van de bufferfunctie van veen in de vorm van binding van fosfaat aan het bodemcomplex tot een toename van de P-belasting leiden.

In potentie is het uit de veengronden gespoelde water eutrofiërend voor het oppervlaktewater. Na volledig verdwijnen van de veenlagen uit de bodemprofielen is dit voor N minder het geval, en is het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater wellicht groot genoeg om de concentraties te verminderen tot onder de MTR-waarde voor N in oppervlaktewater.





10

Veenverlies en broeikasgassen

In de vorm van organisch materiaal is er bij veengronden en moerige gronden een grote voorraad koolstof in de bodem vastgelegd. Oxidatie van de veenlagen leidt tot vorming en emissie van broeikasgassen CO_2 (kooldioxide) en N_2O (lachgas). In 2004 werd de jaarlijkse emissie van deze broeikasgassen vanuit de Nederlandse veengronden die in gebruik zijn als landbouwgrond geschat op 4,25 miljoen ton CO_2 en 1 043 ton N_2O , wat gelijk is 0,51 miljoen ton CO_2 -equivalenten. In totaal dus 4.76 miljoen ton CO_2 -equivalenten. Deze emissie vanuit de veengronden bedraagt bijna 4% van de totale Nederlandse emissie van broeikasgassen (Kuikman en Van den Akker, 2005) en meer dan 10% van de emissie die landelijk wordt veroorzaakt door energiecentrales. Per ha bedraagt de emissie bij veengronden jaarlijks gemiddeld ca. 20 ton CO_2 -equivalenten. Iets meer dan 10% van de Nederlands landbouwgronden op veen ligt in Drenthe. Voor Drenthe zijn geen gedetailleerde provinciale cijfers bekend over de uitstoot van broeikasgassen vanuit veengronden. Door de relatief diepe ontwatering en het akkerbouwmatige gebruik is de emissie bij de veenkoloniale veengronden hoger dan in de veenweidegebieden. Bij de veenkoloniale gronden wordt rekening gehouden met een uitstoot van ongeveer 25 ton CO_2 -equivalenten per ha/jaar. Bij een landbouwareaal van ca. 20 000 ha op veengronden bedraagt de jaarlijkse emissie in Drenthe ongeveer een half miljoen ton CO_2 -equivalenten. Dit is exclusief de emissie van de veengronden in natuurgebieden en die van de moerige gronden. Onderzoek en extra berekeningen kunnen ook de omvang van de broeikasgassen vanuit deze bronnen in kaart brengen.

De reden waarom alleen de hoeveelheid broeikasgas vanuit veengronden onder landbouw wordt berekend komt voort uit het internationale klimaatverdrag dat door Nederland is ondertekend. Conform de internationale eisen van dit verdrag en het Kyoto Protocol is Nederland verplicht om jaarlijks een zogenaamde National Inventory Report ofwel een nationale inventarisatie van de emissie van broeikasgassen in te dienen bij het klimaatsecretariaat van de Verenigde Naties in Bonn. In het protocol voor de rapportage wordt binnen de landbouw o.a. de emissiebronnen 'organic soils' onderscheiden (Kuikman et al., 2005). Volgens de definitie in het protocol gaat het hierbij om door de mens beïnvloede bodems waarbij binnen 80 cm diepte een moerige laag voorkomt met een aaneengesloten dikte van tenminste 40 cm. De Nederlandse veengronden vallen binnen deze definitie en de moerige gronden vallen er buiten.

De afbraak van organisch materiaal en daarmee de vorming van de broeikasgassen CO_2 en N_2O neemt toe bij diepere grondwaterstanden en bij hogere bodemtemperaturen (Kuikman et al., 2005). Per graad temperatuurstijging neemt de CO_2 -emissie met 10-5% toe (pers. mededeling R.,F.A. Hendriks). De emissie kan worden vermindert door verhoging van de grondwaterstanden. De grootste afname wordt bereikt bij plasdrasse situaties. Bij deze hydrologische omstandigheden is landbouw niet meer mogelijk. Als neveneffect neemt in deze situatie de vorming van methaan (CH_4) toe, een broeikasgas dat 23 keer zo sterk is als CO_2 . (1 ton CH_4 is gelijk aan 23 ton CO_2 -equivalenten). Maar of deze toename groter is dan de afname van de emissie van CO_2 en N_2O is nog onvoldoende bekend. Bij het nemen van maatregelen verdient het daarom aanbeveling om van te voren het netto-effect te bepalen. Hiervoor worden rekenmodellen ontwikkeld (Oudendag en Kuikman, 2003, Hendriks, 2007).



11

Veenverlies in relatie tot het beheer en beleid

In de vorige hoofdstukken is de problematiek rond de veenbodems vanuit verschillende invalshoeken beschreven. In dit hoofdstuk wordt de problematiek gerelateerd aan verschillende vormen van beheer en aan het provinciale beleid voor het landelijke gebied.

11.1 Relatie met beheersvormen

Veenvorming vindt plaats als afgestorven plantenresten onder natte omstandigheden door gebrek aan zuurstof en door remming van de biologische activiteit niet of onvolledig worden afgebroken. Tijdens het proces van veenvorming is de aanvoer van organische stof groter dan de afbraak. Als de afbraak groter is dan de aanvoer verdwijnt veen weer. Veen bestaat uit geaccumuleerde slecht afgebroken plantenresten. Organische stof wordt in de bodem zowel onder aerobe als anaerobe omstandigheden door micro-organismen voortdurend afgebroken. Als de organische stof aan de luchtzuurstof is blootgesteld (aeroob), gaat de afbraak sneller. Bij voldoende beluchting overtreft de afbraak de aanvoer van organische stof. Dit verteringsproces bij aanwezigheid van luchtzuurstof wordt ook wel oxidatie genoemd. Naast oxidatie kan het veenvolume ook verminderen door krimp en klink. Uit onderzoek in Drenthe blijkt dat in de afgelopen decennia de veendikte bij de veengronden per jaar gemiddeld met 1 cm is verminderd en bij de moerig gronden met gemiddeld 0,5 cm (hoofdstuk 4). Door de afname in veendikte is het areaal veengronden de afgelopen decennia met 21 000 ha verminderd. Beïnvloeding van de veenbodems vindt vooral plaats door het waterbeheer, het grondgebruik en indirect ook door het klimaat.

11.1.1 Waterbeheer

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat er bij de veengronden met diepe grondwaterstanden een groter areaal is verdwenen dan bij veengronden met ondiepe grondwaterstanden. De grondwaterstand in een gebied is sterk afhankelijk van de hydrologische en landschappelijke ligging. In gebieden met kwel zal de grondwaterstand in de zomer minder diep wegzakken dan in gebieden zonder kwel. Het waterbeheer is er op gericht de grond- en oppervlaktewaterstanden te reguleren en de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater op peil te houden. Het gewenste regime moet zoveel mogelijk aansluiten bij de beoogde functies binnen een gebied. Het waterbeheer heeft grote invloed op de conservering van veenlagen.

Vooraf ontwateringsmaatregelen hebben per definitie een negatieve invloed op het behoud van veen. Hierbij wordt door een meer of minder intensief stelsel van greppels, drains en sloten overtollig water afgevoerd naar watergangen. In de watergangen wordt door peilbeheer een bepaald peil, de drooglegging, nagestreefd zodat de percelen voldoende ontwaterd zijn voor het beoogde gebruik. In de ontwaterde bodem treedt lucht in waardoor het veen wordt geoxideerd.

Andere menselijke activiteiten die onbedoeld nadelig effect kunnen hebben voor het veenbehoud zijn:

- Telen van gewassen met een sterke verdamping: diep wortelende gewassen zoals maïs en bomen onttrekken vocht aan diepere bodemlagen waardoor deze uitdrogen. Vaak zijn het de diepere lagen die nog 'vers' veen bevatten;
- Grondwateronttrekking, waarbij grondwater uit de ondergrond wordt opgepompt voor industriële toepassing of voor de drinkwatervoorziening. Lokaal kunnen onttrekkingen forse verlagingen van de grondwaterspiegel veroorzaken;
- Beregening met grondwater om gewasschade door vochttekort te bestrijden waardoor ter plekke van de onttrekking een lokale



verlaging van de grondwaterstand ontstaat. Ook kan beregening uitgedroogde veenlagen boven in het profiel zodanig bevochtigen dat de omstandigheden voor micro-organismen worden verbeterd, zodat de veenoxidatie toeneemt.

De gebruikelijke wijze om veenoxidatie te verminderen in Nederland is vernatten van de veenbodem. In bepaalde gevallen kan de veenvorming door vernatten zelfs weer op gang komen. Voorbeelden van vernattingsmaatregelen zijn:

- Peilverhoging waarbij, eventueel in combinatie met extensieve-
ring van het stelsel van greppels en sloten, de ontwatering wordt
verkleind;
- Waterconservering waarbij door een gericht peilbeheer het over-
tollige neerslagwater zoveel mogelijk in bodem en watergangen
wordt vastgehouden;
- Infiltratie van gebiedseigen en eventueel inlaatwater in de bodem.
Hierbij wordt met een hoog slootpeil getracht het grondwater te
voeden, zodat de grondwaterstand gedurende de zomer zoveel
mogelijk op een zelfde niveau blijft;
- Onderwaterdrains: infiltratie gaat vaak moeizaam in veenwei-
depercelen, omdat de infiltratieweerstand daar hoog is. Met
onderwaterdrains kan deze weerstand worden verkleind en de
infiltratie sterk worden bevorderd. Deze drains liggen permanent
onder slootpeil zodat ze in droge tijden slootwater diep het
perceel in kunnen voeren. In het veenweidegebied in het westen
van het land worden proeven uitgevoerd met onderwaterdrains.
Bijkomend voordeel van deze drains is dat ze in natte tijden de
ontwatering bevorderen. Hierdoor is goed boeren mogelijk bij
slootpeilen hoger dan wat gebruikelijk als minimale drooglegging
wordt gezien. Hogere slootpeilen zijn ook bij onderwaterdrains
beter voor veenbehoud;

Bij de laatste twee maatregelen is het zeer goed mogelijk dat er te weinig gebiedseigen water is om ze effectief uit te voeren. Als dat zich voordoet, moet gebiedsvreemd water worden ingelaten om

het tekort aan te vullen. Het gebiedsvreemde water moet dan wel aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Dat betreft stoffenconcentraties met het oog op de Kaderrichtlijn Water. Maar ook alkaniteit en concentraties van sulfaat en bicarbonaat. Zijn deze hoog dan kan een proces van 'interne eutrofiëring' worden bewerkstelligd waarbij veenafbraak wordt bevorderd. Het moet nog worden onderzocht of dit proces zich afspeelt in landbouwkundig gebruikte veenweidepercelen. Erg waarschijnlijk lijkt dat niet.

11.1.2 Landgebruik

De afname van het areaal veengronden in Drenthe is het grootst bij de veengronden onder akkerbouw. Uit de gegevens van de veenkaartering blijkt dat bij de veengronden met een akkerbouwmatig gebruik in de afgelopen decennia bij meer dan 50% van de oppervlakte een verandering is opgetreden naar een bodemtype met geringere veendikte (moerige grond of zandgrond). Bij de veengronden met gras is bijna 40% verdwenen en bij natuur is de afname het geringst, maar deze bedraagt toch nog altijd 21% (hoofdstuk 2). Akkerbouwmatig gebruik, zoals in de veenkoloniën, gaat gepaard met frequente grondbewerking. Hierbij wordt het organische materiaal gefragmenteerd, waardoor het ontsloten wordt voor de micro-organismen. Door grondbewerking wordt de beluchting bevorderd. Kale, pas bewerkte grond is gevoelig voor oppervlakkige uitdroging, waardoor de kans op verstuiving groter wordt.

Door het grondgebruik is de afbraak van organische stof te beïnvloeden. Ongunstig voor het behoud van organische stof zijn:

- Exploitatie van veen voor de productie van potgrond en tuinaarde, hierbij wordt het veen afgevoerd;
- Infrastructurele ingrepen, met intensieve vergravingen;
- Akkerbouwmatig grondgebruik met frequente grondbewerking;
- Gewassen met een diepe beworteling en een grote vochtonttrekking;
- Grondgebruik gebonden aan een diepe grondwaterstand.

Minder nadelig voor de instandhouding van organische-stofvoorraad zijn:

- Natuurontwikkeling, zonder vergravingen;
- Permanent grasland

11.1.3 Klimaat

Het klimaat speelt een gecompliceerde rol bij de afbraak van veen. Bij stijging van de temperatuur verloopt de afbraak van veen sneller. Naarmate er meer veen verdwijnt, komen er meer broeikasgassen in de atmosfeer, waardoor de temperatuurstijging wordt versneld. Er is daardoor een positieve meekoppeling aanwezig tussen klimaatverandering en veenafbraak. Op de lange termijn zorgt veenafbraak daardoor voor een versnelling van zijn eigen proces.

11.2 Relatie met beleidsvelden

Bij het huidige gebruik en beheer zal het areaal veengronden en moerige gronden ook in de toekomst blijven afnemen. Het provinciale beleid is gericht op de instandhouding en verbetering van het Drentse landschap, de natuur, landbouw en cultuurhistorie. Er wordt een duurzaam grondgebruik nagestreefd. Door de veranderingen bij de veengronden en de moerige gronden ontstaan er knelpunten voor belangrijke beleidsthema's die de provincie in het Provinciaal Meerjaren Programma 2007-2013 (PMJP) en het Nieuwe Omgevingsbeleid voor het landelijk gebied beoogd. Soms zal er niet aan kunnen worden ontkomen om keuzes te maken.

11.2.1 Natuurbeleid

Het provinciale beleid is er op gericht de waarden van natuur en landschap veilig te stellen, door verwerving, inrichting en beheer van de EHS. Het realiseren van de natuurdoelen stelt eisen aan de waterkwantiteit en –kwaliteit en de kwaliteit van bodem en lucht.

Omdat de EHS in belangrijke mate rond de beekdalen met veengron-

den en moerige gronden is gelegen speelt de problematiek van deze gronden bij natuurontwikkeling een belangrijke rol:

- Eutrofiëring en verzuring;
- Keuze natuurdoeltypen;
- Vogel- en Habitatrichtlijn gebieden
- De veroudering van de bodemkundige informatie over de gebieden binnen de EHS.

Om de kwaliteit van de gestelde natuurdoelen te kunnen realiseren zullen soms concessies nodig zijn in andere sectoren (landbouw, drinkwaterwinning) om voldoende hoge grondwaterstanden te kunnen realiseren met een goede waterkwaliteit. Zo zullen ook afwegingen gemaakt moeten worden bij de locatiekeuze van stallen in verband met emissienormen voor ammoniak in relatie tot kritische depositieniveaus voor zuur en stikstof in natuur. Indien geen concessies in andere sectoren mogelijk zijn moeten wellicht natuurdoelen worden aangepast.

11.2.2 Landschapbeleid en Cultuurhistorie

Het landschap vertelt de Drentse geschiedenis. Het provinciale beleid richt zich op behoud en herstel van landschappelijke en cultuurhistorische waarden.

De veranderingen bij de veengronden hebben consequenties voor:

- Het historisch bodemarchief. Bij de oxidatie van veen worden ook de vroegere bewoningssporen die in het veenpakket aanwezig zijn aangetast. Heterogeniteit binnen een landbouwperceel tengevolge van ongelijke maaiveldvaling, wordt veelal weggevoerd door cultuurtechnische ingrepen. Dit gaat gepaard met een diepe grondbewerking, in combinatie met egalisatie. Bij deze ingrepen raken de bewoningssporen in de bovenste lagen van de zandondergrond verstoord;
- Het landschap verandert geleidelijk van een veenlandschap naar een zandlandschap.

11.2.3 Landbouwbeleid

De landbouw is in Drenthe van relatief groot economisch belang en wordt als een belangrijke economische drager voor plattelandsontwikkeling gezien. De provincie wil de economische functie van het Drentse platteland in stand houden en versterken en tevens de kwaliteiten van het landelijk gebied behouden en ontwikkelen. De landbouw dient ook in de toekomst optimaal te functioneren; in economisch opzicht, maar ook sociaal en ecologisch gezien. De landbouw dient zich duurzaam te ontwikkelen.

Door veenaafbraak speelt er voor de landbouw de volgende problematiek:

- Verlies aan organische stof en bodemvruchtbaarheid;
- Erosiegevoeligheid, vooral gevoeligheid voor verstuiven;
- Ongelijke maaiveldvaling en daardoor heterogene landbouwpercelen;
- Diepe grondbewerking en egalisatie om nadelige effecten op te heffen;
- Discrepancie tussen optimale situatie voor conservering veengronden en optimale situatie voor landbouwproductie. Ondiepe grondwaterstanden remmen de afbraak van veen, terwijl voor landbouwkundig gebruik een zekere drooglegging nodig is. Onderwaterdrains kunnen beide doelstellingen verenigen;
- Gewaskeuze en ontwikkeling van landbouwsystemen in relatie tot ontwikkelingen op de vrije markt. Hoog productieve, diep wortelende gewassen zijn nadelig voor de conservering van veengronden.

11.2.4 Waterbeleid

Bij het thema water staat het nieuwe beleid centraal dat is ontwikkeld in het kader van Waterbeheer 21^e eeuw (WB21). Dit betekent dat er gestreefd wordt naar de trits vasthouden, bergen en, als het niet anders kan, afvoeren. Vasthouden laat zich goed combineren met het realiseren van de EHS. Hierbij gaat het vooral om herstel van beek

dallandschappen. De toekomstige watersystemen dienen gezond en duurzaam te zijn. Op termijn is het beleid er opgericht om ruimte voor water te maken, waarbij zowel wateroverlast als watertekorten worden voorkomen.

Het waterbeheer speelt bij de conservering van de veengronden en moerige gronden een sleutelrol. Er zijn meerder knelpunten:

- Het dilemma bij de Gewenste Grond- en Oppervlakte Relatie (GGOR) om te streven naar een optimaal grondwaterregime voor het gebruik en een optimaal regime voor de conservering van veen;
- Uitspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater;
- Effecten van vernatting op methaangasvorming en de beschikbaarheid van N en P.

11.2.5 Energie en klimaat

De provincie streeft naar een duurzame energiehuishouding, met een betrouwbare energievoorziening die economisch efficiënt en klimaatneutraal is. De provincie ziet mogelijkheden in het gebruik van energie uit biomassa, vanwege de geringe CO₂-emissie bij deze vorm van energieopwekking. Grootschalige productie van energiegewassen wordt niet uitgesloten.

Bij de problematiek rond de veengronden en moerige gronden is er voor het klimaatbeleid een aantal knelpunten:

- De emissie van broeikasgassen vanuit de veengronden en moerige gronden in relatie tot andere bronnen in de provincie is nog niet gekwantificeerd.
- Het is niet duidelijk welke milieueffecten de transitie naar de grootschalige verbouw van energiegewassen op veengronden en moerige gronden met zich meebrengen. De verwachting is dat de wortels van energiegewassen diep de bodem ingaan en veel vocht onttrekken.



Voor de overige beleidsthema's die in het PMJP 2007-2013 worden genoemd zijn er raakvlakken met de problematiek rond de veranderende veegronden en moerige gronden.

11.2.6 Plattelandsontwikkeling

Drenthe streeft naar een vitaal, aantrekkelijk en leefbaar platteland, waar van de sterke punten dienen als vertrekpunt voor verdere ontwikkeling. Bij het stimuleren en versterken van economische (landbouw-)activiteiten in de gebieden met veengronden en moerige gronden dient men in te zetten op een duurzaam gebruik.

11.2.7 Recreatie

Drenthe dankt zijn aantrekkingskracht voor vakantiegangers vanwege het landschap en de natuur en de betrekkelijke rust. De provincie streeft er naar de toeristische infrastructuur van fiets- en wandelpaden verder te vervolmaken.

Voor de recreatie is het van belang dat de diversiteit in het landschap behouden blijft. Dit vraagt om bescherming en behoud van de identiteit van de gebieden met veengronden en moerige gronden.





12

Naar een meer duurzaam beheer en gebruik

De afbraak van organische stof bij veengronden en moerige gronden is een sluipend proces, dat moeilijk gestopt kan worden. Met het beheer is de afbraak van veenbodems in meer of mindere mate te beïnvloeden. In samenwerking met waterschappen en natuurbeherende organisaties worden in waardevolle gebieden, zoals het stroomgebied van de Drentse Aa, al allerlei maatregelen getroffen om de identiteit en kwaliteiten van een gebied te waarborgen. Hierbij streeft men ook naar het behoud van de bodemkundige waarden. De maatregelen die nodig zijn verschillen van gebied tot gebied. Voorop staat, dat voor het maken van de juiste keuzes men dient te beschikken over actuele data.

12.1 Actuele basisgegevens

Voor het onderbouwen van keuzes en beslissingen dient er actuele informatie beschikbaar te zijn over de bodemopbouw, bodemkwaliteit en hydrologie. Zoals eerder aangegeven is de bodemkundige informatie over de gebieden met veengronden en moerige gronden verouderd. Om in de toekomst te kunnen beschikken over een set actuele gegevens is het wenselijk voor meerdere jaren een dataverzamelingsplan op te stellen en uit te voeren. Voor het beheer van de veengronden en moerige gronden zijn de volgende gegevens van belang:

- Actuele bodemkaart;
- Gegevens over de bodemkwaliteit, zoals over de P-voorraad (fosfaatverzadiging);

- Actuele grondwatertrappenkaart;
- Meetnet met grondwaterkwantiteits- en grondwaterkwaliteitsgegevens;
- Een beschrijving van de geohydrologie (o.a. mate van kwel en karakterisering van het kwelwater).

12.2 Maatwerk in het waterbeheer

Veen is gebaat bij ondiepe grondwaterstanden. Om de optimale situatie voor het behoud van veen te bereiken, is maatwerk in het waterbeheer nodig. Er dient bijvoorbeeld rekening gehouden te worden met het gebruik en de bestemming van het gebied en de hydrologische kenmerken, zoals de aanwezigheid van kwel of inzijging. De eisen aan het grondwaterregime voor de conservering van veen verschillen vaak van de eisen die het bodemgebruik stelt. Per bodemtype kunnen de eisen voor de gewenste grondwaterstand verschillen. Voor de conservering van bijvoorbeeld veengronden met een kleibovengrond zijn minder ondiepe grondwaterstanden nodig dan bij veengronden zonder mineraal dek.

De door het Waterbeheer 21^e eeuw gepropageerde doelstelling voor het waterbeheer van vasthouden, bergen en, wanneer het niet anders kan dan, afvoeren, kan in belangrijke mate bijdragen in het verbeteren van de omstandigheden voor het behoud van veen. Dit motto wordt toegepast bij diverse beekherstelprojecten:

– Zomer- en winterbed bij beekherstel Vledder Aa

In het brongebied hebben de Vledder Aa en de Tilgrup weer de meandering gekregen zoals in de jaren vijftig van de vorige eeuw. Het nieuwe tracé van de beken is gegraven. Een ondiepe geul vormt het zomerbed. Naast de beken zijn ondiepe laagtes gegraven: het winterbed. Dit is noodzakelijk om in natte perioden het water te kunnen bergen. Omdat de beken nu minder diep zijn, herstelt de natuurlijke grondwaterstand zich. Het zomer- en winterbed zorgen er voor dat wegen en bebouwing in het gebied voldoende droog blijven.



Figuur 41 Waterberging in het dal van het Loodiepten noorden van Coevorden.

Het stroomgebied van de Geeserstream is opnieuw ingericht voor water en natuur. In voormalige landbouwgronden zijn sloten gedempt en is op grote schaal vernatting ontstaan voor natuurontwikkeling. Ook in een aangrenzende hoger gelegen boswachterij zijn drainerende sloten gedempt om kwel in het beekdal te stimuleren. De beek heeft nu een breed en ondiep profiel en meandert door de laagste delen van het dal. Deze lage gedeelten zijn beschikbaar voor waterberging in natte perioden. De doelstelling bij de herinrichting was: optimaal voor natuur en niet negatief voor de landbouw.

– Multifunctionele inrichting benedenloop Hunzedal

In 2003 is in het Hunzedal het proefproject Integraal Waterbeheer Benedenloop Hunze gestart. Dit is een project waarin de mogelijkheden worden onderzocht van ondiepe grondwaterwinning en verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Hunze en het Zuidlaardermeer. In samenwerking met het Waterschap Hunze en Aa's in de benedenloop zijn nabij De Groeve twee moerasgebieden aangelegd waar Hunzewater kan worden ingelaten en inundatie van het maai-veld mogelijk is. Een van de moerasgebieden (ca. 1,5 ha) fungeert als zuiveringsmoeras voor het Hunzewater. De provincie Drenthe heeft aangegeven de inundaties te willen voortzetten en de resulta-

ten op te schalen naar het niveau van het plan Tusschenwater, dat een multifunctionele inrichting van de benedenloop van het Hunzedal beoogd. Grootschalige natuurontwikkeling vormt een van de doelen.

– Bevloeiing, waterberging en natuurherstel

Middels onderzoek in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) in het Reestdal is gebleken dat de oude landbouwkundige praktijk van bevoeiing met oppervlaktewater kan worden ingezet ter bestrijding van verzuring en verdroging van bloemrijke hooilanden in madelanden langs beekdalen. Tevens bleek dat dergelijke vloeiweiden, mits op juiste wijze en plaatsen uitgevoerd, kunnen bijdragen aan waterberging zonder nadelige effecten van interne eutrofiering op natuur en daarmee kan bijdragen aan de wateropgave conform de doelstellingen van het beleid zoals geformuleerd in Waterbeheer 21ste eeuw.

– Kans op interne eutrofiering niet altijd aanwezig?

Een van de grootste bezwaren die door ecologen wordt aangevoerd bij vernattingsprojecten is het risico van zogenaamde interne eutrofiering. Door aanvoer van oppervlakte water voor verdrogingsbestrijding kunnen extra voedingsstoffen in de bodem worden vrijgemaakt zonder dat het oppervlaktewater zelf met voedingsstoffen is belast. Bij interne eutrofiering wordt onder zuurstofloze omstandigheden het fosfaatbindend vermogen van de bodem aangetast door het in oplossing gaan van ijzeroxiden die het fosfaat binden. De kans op interne eutrofiering is groot als het oppervlaktewater veel sulfaat bevat en de bodem weinig ijzer. Veel bodems bevatten zoveel ijzer dat het gevaar van interne eutrofiering lang niet overal aanwezig is.

Ook buiten Drenthe lopen projecten waarbij ervaringen worden opgedaan met innovatieve vormen van waterbeheer.

– Innovatief waterbeheer Lankheet

Op het landgoed Lankeet in het stroomdal van de Buuserbeek op

de grens van Gelderland en Overijssel is een pilot project gestart voor het realiseren van nieuwe vormen van landgebruik die meerdere functies combineren en economisch rendabel zijn: zuivering van oppervlaktewater, berging van oppervlaktewater, koolstofvastlegging en energie uit non-food gewassen. Een en ander is ingepast in een historisch landschap waarin kunst, educatie en ook zorgprojecten een plaats hebben. Het oppervlaktewater wordt door middel van rietvelden gezuiverd van met name fosfor en stikstof. De groene non-food biomassa wordt ingezet als energiebron. Het oppervlaktewater kan tijdelijk geborgen worden op momenten van hoge piekafvoer. Daarnaast wordt het gezuiverde water ingezet om de grondwaterstand weer op peil te brengen van verdroogde bossen en wordt gezocht naar de mogelijkheid om watertolerante landbouwgewassen te implementeren. De pilot dient als voorbeeld voor grootschalige implementatie (100.000-200.000 ha ofwel 3-7 % van het huidige landbouwareaal) van deze vorm van landgebruik. Hiermee kunnen de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water en WB21 ruimschoots gehaald worden. Tevens levert dit areaal een hoeveelheid bio-energie in de vorm van stroom of bio-ethanol die aanzienlijk genoemd mag worden.

– Vergroting sponswerking van het landschap

Vanuit de invalshoek van natuurontwikkeling leidt in poldergebieden het achterwege blijven van schonen van sloten in aangeplant bos tot een versterkte en op termijn toenemende waterbergingscapaciteit (op maaiveld) en een vertraagde afvoer van het neerslagoverschot naar de sloten. Dergelijke vertragingsmechanismen voor waterafvoer worden beoogd in de visie van de Commissie Waterbeheer 21ste eeuw om zoveel mogelijk water in het landschap te kunnen vasthouden. Een dergelijk beheer voorkomt te snelle stijging van polderpeilen of oppervlaktewaterpeilen in zijn algemeenheid, waardoor piekafvoeren en overstromingen worden voorkomen. Als de waterafvoer in een watergang na een regenpiek wordt vergeleken voor 1) een bebouwd areaal 2) een gedraineerde polder, 3) een ongedraineerd bos of 4)

een Hoogveengebied dan neemt in die volgorde de sponswerking van “het landschap” sterk toe omdat er een steeds minder intensief drainagesysteem operationeel is. In dezelfde volgorde zal de piekafvoer van de watergangen in deze systemen sterk afnemen en het water over een langere periode met lagere peilen worden afgevoerd. Het eerste systeem leidt tot de grootste hoogwatergolf, het laatste systeem zal het water het langst vasthouden en het over een langere tijd continue een klein beetje lozen (in wezen is dit het herstel van de hydrologie van ons oude landschap van begin 20ste eeuw, wat ook door de Cie 21ste eeuw wordt bepleit). Het eerste systeem heeft weer het snelst droge voeten en dat is waar landbouwkundig gebruik op stuur; het laatste systeem houdt het langst natte voeten en dat is niet erg want dat zijn juist condities die daar nodig zijn voor instandhouding van Hoogveen.



Locatie	Horizon		Org. stof g.100g ⁻¹
		Dikte (cm)	
De Barten	Mm	8	76.7
	Oh	22	61.6
Reestdal	Mm	3	71.07
	zOh	7	46.87
	zOfr	20	90.91
Korenburgerveen	Om	7	89.1
	OA	9	20.2
	Oh	14	62.6
Ulekryte	OMm	5	71.9
	Oh	15	51.4
	Og	10	71.5

– Voorbeelden van herstelde veenvorming

Als voorbeeld laat nevenstaande tabel van een aantal gebieden waar vernatting heeft plaatsgevonden de veenvorming zien in de vorm van de ontwikkeling van humushorizonten met slecht verteerd organisch materiaal (Mm of Om) op horizonten met veraard veen (Oh- of OA-horizont). Deze horizonten hebben zich in een periode van 5-10 jaar ontwikkeld.

12.3 Extensief grondgebruik

Grondbewerking stimuleert de oxidatie van organische stof. In waardevolle gebieden met veen- en moerige gronden dient ploegen, spitten en graven vermeden te worden. Akkerbouw en intensief gebruikt grasland met regelmatige herinzaai is voor het behoud van de veengronden minder duurzaam dan extensief gebruikt grasland en natuur. Diepwortelende, hoogproductieve gewassen onttrekken veel water aan de bodem, waardoor bij dit soort gewassen veelal dieper grondwaterstanden voorkomen, dan bij ondiep wortelende gewassen. Bij de herinrichting van beekdalen met veenbodems dienen cultuurtechnische ingrepen, zoals afgraven en egaliseren, zoveel mogelijk beperkt te blijven.





Literatuur

- Akker, J.J.H. van, 2005. Maaiveld dalende en verdwijnende veengronden. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. *Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen*. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.
- Beek, C.L. van, G.A.P.H. van den Eertwegh, F.H. van Schaik, G.L. Velthof and O. Oenema, 2004. *The contribution of dairy farming on peat soil on N and P loading of surface water*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 70, p. 85-95.
- Booij, A.H., 1956. *Het Drentse hoogveen, de dalgronden en hun toekomst*. Boor en spade: verspreide bijdragen tot de kennis van de bodem van Nederland. Stichting van Bodemkartering, Wageningen.
- Bos, R. van den, 2003. *Invloed van de mens op koolstof-fluxen in kustveengebieden; proces-analyse, kwantificering en voorspelling*. Amsterdam, Vrije Universiteit.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud and J. Roelsma, 2005. *Prediction of nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface waters: process descriptions of the animo4.0 model*. Alterra, Wageningen. Report 983.
- Hendriks, R.F.A., 1991. *Afbraak en mineralisatie van veen*. SC-DLO, Wageningen. Rapport 199.
- Hendriks, R.F.A., 1993. *Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidegebieden*. SC-DLO, Wageningen. Rapport 251.
- Hendriks, R.F.A., 1997. *Oorzaken van diffuse stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in veenweidegebieden*. H2O, (1997)3, p.66-69, 75.
- Hendriks, R.F.A., R. Kruine, K. Oostindie, H.P. Oostrom en O.F. Schoumans, 2002. *Berekening van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in vier poldergebieden. Analyse van de bronnen*. Alterra, Wageningen. Rapport 408
- Hendriks, R.F.A., 2003. *Bemesting hoofdoorzaak van eutrofe veensloten?*. H2O, (2003)11, p.33-36.
- Hendriks, R.F.A., D.J.J. Walvoort and M.H.J.L. Jeuken, 2008. *Evaluation of the applicability of the SWAP-ANIMO model for simulating nutrient loading of surface water in a peat land area. Calibration, validation, and system and scenario analysis for a study area in the Vlietpolder*. Alterra, Wageningen. Report 619
- Jones, A., L. Montanarell and R. Jones, 2005. *Soil Atlas of Europe*. European Commission, Joint Research Centre.
- Kekem, A.J. van, T. Hoogland & J.F.B. van der Horst, 2005. *Uitspoelingsgevoelige gronden op de kaart: werkwijze en resultaten*. Wageningen, Alterra. Rapport 1080.
- Kiestra, E., 2003. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek voor de waardebepaling van de gronden in het herinrichtingsgebied Schoonebeek*. Wageningen, Alterra. Rapport 686.

- Kiestra, E., 2006. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek voor de waardebepaling van van de gronden in het landinrichtingsgebied Peize*. Wageningen, Alterra. Rapport 1233.
- Kramer, H en W.C. Knol, 2004. *Historische geodata: een nieuwe dimensie! Het grondgebruik van 1850 ontsloten als geodata*. Geoinfo: Tijdschrift voor geoinformatie Jaargang 1(2004) nr. 6.
- Kroes, J.G. en Van Dam, J.C., 2003. *Reference manual SWAP version 3.0.3*. Alterra en Wageningen University and Research Centre. Report 773.
- Kroon, T., P.A. Finke, I. Peereboom & A.H.W. Beusen, 2001. *Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters*. Lelystad, RIZA. Rapport 2001.017.
- Kuikman, P.J. en J.J.H. van den Akker, 2005. *Veenweide, broeikasgasen en klimaatverandering*. In: Rinks, W en A. Gerritsen, 2005. *veenweide 25x belicht*. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.
- Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker en F. de Vries, 2005. *Emissie van N₂O en CO₂ uit organische landbouwbodems*. Wageningen, Alterra. Rapport 1035-2.
- Limpens, J. and Berendse, F. 2003. *How litter quality affects mass loss and N loss from decomposing Sphagnum*. *Oikos* 103: 537–547.
- Oudendag, D.A. en P.J. Kuikman, 2003. *Handleiding ROB-DS: versie 1.0. Decision support in het Reductieplan Overige Broeikasgassen: cluster landbouw*. Wageningen, Alterra.
- Projectgroep Waterlood, 1998. *Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater; een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen*. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht, Unie van Waterschappen, Den Haag. DLG-publicatie 1998-2.
- Provincie Drenthe, 2004. *Provinciaal omgevingsplan*. Provinciale Staten van Drenthe.
- Roest, C.W.J en P. Groenendijk, 1995. *De weg naar een schone toekomst*. In: J.F.Th. Schoute et al. (red.), *Waarheen met het landelijk gebied? Alphen aan de Rijn*. Samsom H.D. Tjeenk Willink. Pp. 117-138.
- Schoumans, O.F., 1999. *Beschrijving van het gedrag van anorganisch fosfaat in veengronden*. SC-DLO, Wageningen. Rapport 522.
- Spek, T., 2004. *Het Drentse esdorpenlandschap: een historisch-geografische studie*.
- Stoffelsen, G.H., 2004. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek voor de waardebepaling van van de gronden in het landinrichtingsgebied Odoorn*. Wageningen, Alterra. Rapport 814.
- Torenbeek, R., 2003. *Diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten uit de veenhouderij (DOVE): grasland op zand*. Stowa, Utrecht. Rapport 2003-16.
- Vries, F. de en F. Brouwer, 2006. *De bodem van Drenthe in beeld*. Wageningen, Alterra. Rapport 1381.

Colofon:

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van de provincie Drenthe

Contactpersonen: Alex Scheper en Enno Bregman

Meer informatie: <http://www.drenthe.nl/thema/bodem/>

Uitgave: April 2008

Druk: Tailormade, Buren

Oplage: 600

Foto's: Hans Dekker, provincie Drenthe op pagina 13
Reind Visschers, Alterra op pagina 1, 18, 22, 67
Ebbing Kiestra, Alterra op pagina 21, 58, 65, 69
Foto-archief gemeente Borger-Odoorn op pagina 34, 38, 40

Vormgeving: Junus Tahitu, Wageningen UR, Communication Services

Alterra-rapport: 1661

ISSN: ISSN 1566-7197

