

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

## Vochtige bossen

tussen verdrogen en nat gaan



# Vochtige bossen tussen verdrogen en nat gaan

Vochtige bossen in het vizier	3
Wat zijn vochtige bossen?	4
Herkennen van vochtige bossen	6
Voorbeeldgebieden	16
Verdroging, verzuring en vermessing	18
Herkennen van verdroging	20
Herstel en ontwikkeling	24
Aandachtspunten bij herstelmaatregelen	33
Ter verdieping	35

*Uitgave:*

OBN / VBNE

Publicatie vanuit het OBN Deskundigenteam

Nat zandlandschap

*Tekst:*

Rob van der Burg, Rienk-Jan Bijlsma,

Emiel Brouwer en Rein de Waal

*Coverfoto:*

Tim Faasen

*Foto's:*

Rienk-Jan Bijlsma (pag. 4, 11, 29)

Jaap Bouwman (pag. 11, 13, 14, 25, 28)

Hans van den Bos / Bosbeeld (pag. 2, 9, 30, 31)

Rob van der Burg (pag. 13, 15, 18, 24, 26, 27, 32, 34)

Tim Faasen (pag. 3, 11, 14, 18, 21, 25, 34)

Ruud Knol (pag. 25)

Rein de Waal (pag. 20, 22)

*Eindredactie:*

Hans van den Bos

*Vormgeving:*

Aukje Gorter

*Druk:*

KNNV Publishing

*Wijze van citeren:*

Burg, R.F. van der, R.J. Bijlsma, E. Brouwer en  
R.W. de Waal, 2016.

*Vochtige bossen, tussen verdrogen en nat gaan*

OBN Deskundigenteam Nat zandlandschap.

OBN / VBNE, Driebergen

## Vochtige bossen in het vizier

Vochtige bossen behoren tot onze soortenrijkste en meest bedreigde bossen. Karakteristieke bostypen van vochtige groeiplaatsen, zoals beekbegeleidende bossen en eiken-haagbeukenbossen zijn vanwege hun Europese betekenis zelfs aangewezen als Natura 2000 habitattypen. Ongeveer 40 procent van het Nederlandse bosareaal ligt op van oorsprong vochtige plekken. Helaas is door verdroging, verzuring en vermessing van het specifieke karakter van veel vochtige bossen weinig meer over. Dat verklaart ook de relatieve onbekendheid en de geringe aandacht voor dit type bos. Deze brochure wil daar verandering in brengen, want uit recent onderzoek van Kennisnetwerk OBN blijkt dat er wel degelijk goede mogelijkheden zijn om de natuurkwaliteit van verdroogde vochtige bossen te vergroten.

Deze brochure is geschreven voor bos- en waterbeheerders, landschapsecologen en provinciale beleid-sambtenaren, om hen te stimuleren de vochtige bossen met meer aandacht te bekijken. De brochure beschrijft

om welke bostypen het gaat, hoe je deze kunt herkennen, in welke landschappen ze voorkomen en hoe ze functioneren.

Veel aandacht krijgt herstel en ontwikkeling. In de meeste vochtige bossen is de invloed van grondwater afgenomen door de aanleg van rabatten, sloten en greppels. Ook het wegvallen van kwel door drinkwaterwinning of ontwatering van infiltratiegebieden speelt een grote rol. De sleutel voor herstel van natuurwaarden in vochtige bossen ligt daarom in eerste instantie in herstel van de hydrologie. Dit vereist vaak maatregelen die buiten het bosgebied worden uitgevoerd, zoals het verhogen van waterpeilen van beken of het beperken van drainage in infiltratiegebieden.

Daarnaast zijn maatregelen in het bos zelf nodig, zoals het dempen van sloten en greppels om de afvoer van grondwater te beperken of de aanvulling van grondwater te vergroten. Tot nog toe zijn beheerders terughoudend bij het nemen van dit soort maatregelen. Want de aanwezige bomen en vegetaties zullen het niet altijd overleven en soms worden karakteristieke natuurwaarden door vernatting bedreigd. Op de lange termijn is de winst in natuurwaarden echter vele malen groter dan wanneer er niets wordt gedaan.



## Wat zijn vochtige bossen?

Vochtige bossen drogen in de zomer zelden sterk uit, maar zijn ook niet langdurig nat. In de loop van vele eeuwen heeft zich in laagtes en beekdalen en op slecht-doorlatende leemgronden over grote oppervlakten een dikke humusrijke en basenrijke bosbodem ontwikkeld, die ook in droge perioden voor een goede vochtvoorziening zorgde. Zo ontstond een bijzonder boslandschap. In dit habitat – tussen nat en droog – leven talrijke karakteristieke soorten planten, dieren en paddenstoelen die weinig of geen aanpassingen hebben aan droogte; zij zijn afhankelijk van een constant, vochtig microklimaat en een hoge basenverzadiging.

In Noordwest-Europa, en in het bijzonder in Nederland, is dit vochtige bos echter schaars geworden door ontwatering en ontginning. Bossen op vochtige, basenrijke bodem zijn op landelijke schaal beperkt tot een aantal bijzondere situaties. In laag Nederland gaat het bijvoorbeeld om ooibossen in het rivierengebied en stinzenbossen in de binnenduinrand. In deze brochure komen alleen de vochtige bossen van hoog (pleistoceen) Nederland aan de orde.



Vochtige bossen hebben hoge grondwaterstanden in de winter – vaak tot in de wortelzone of zelfs op maaiveld – en ondiep tot diep wegzakkende grondwaterstanden in de zomer. Ze verschillen daarin van de natte bossen waar de waterstanden ook in de zomer hoog blijven en van de droge bossen die geen invloed van grond- of oppervlaktewater kennen.

De meeste vochtige bossen in pleistoceen Nederland zijn aangeplant op voormalige heide of zandverstuiving met bodems die zowel droogtegevoelig als sterk verzuurd en basenarm zijn geworden. Op veel kleinere schaal zijn in natte laagten in het landschap broekbossen bewaard gebleven of nieuw ontstaan. De weinige overgebleven vochtige bossen bevinden zich tussen deze twee uitersten. Door de periodiek hoge grondwaterstanden is zowel de basenverzadiging als de vochtvoorziening hier beter dan hoger in het landschap. Deze bossen fungeren deels als refugium voor vocht- en basenminnende soorten en hebben de potentie om zich verder te ontwikkelen tot vochtig bos.

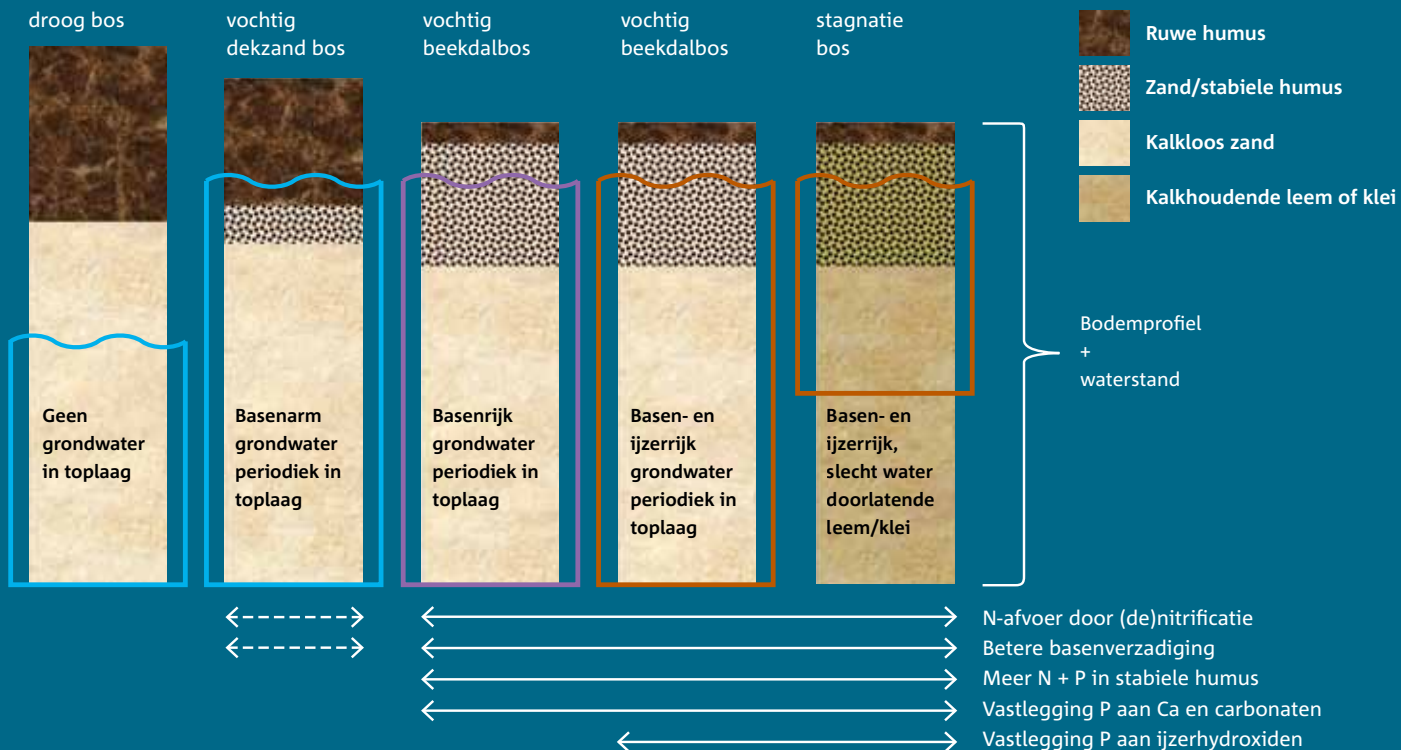
De grote invloed van periodiek hoge grondwaterstanden op de strooiselafbraak en de beschikbaarheid van nutriënten in vochtige bossen is hiernaast schematisch weergegeven. Dit leidt tot een hogere biodiversiteit, door afwisselingen in tijd en ruimte. In de meeste bossen is wel enig reliëf aanwezig, waardoor plekken met en zonder grondwaterinvloed elkaar afwisselen. Hierdoor ontstaan gradiënten in vochtvoorziening, basenrijkdom, typen strooiselafbraak en nutriëntenvoorziening. Niet te onderschatten is bovendien de invloed van afwisseling van natte en droge jaren. In natte (voor)jaren verzuipt de (voorjaars)vegetatie in de lage delen, maar worden ook hogere delen door het grondwater gebufferd. In droge jaren kan de vegetatie zich uitbundig ontwikkelen en wordt het verloren terrein weer veroverd.

## Invloed van waterhuishouding op de strooiselafbraak

In deze figuur is schematisch weergegeven hoe periodiek hoge grondwaterstanden bijdragen aan de karakteristieke standplaatscondities van vochtige bossen in pleistoocene Nederland. Ter vergelijking is uiterst links droog bos afgebeeld.

In droge bossen op voormalige heidebodem ontwikkelt zich een dik pakket ruwe humus. Deze humuslaag is zeer zuur (pH zout 2,6 – 3,1) en de zandlaag eronder heeft een zeer lage basenverzadiging (10-30%). Op vochtige voormalige heidebodems kan het water periodiek tot in de humuslaag komen, waardoor zowel zuurgraad (pH 2,7 – 3,4) als basenverzadiging

(20-40%) hoger zijn. Hierdoor, en door de betere vochtcondities, breekt vooral het onderste deel van de humuslaag wat beter af. Een heel andere beeld ontstaat wanneer baserijk water tot in de humuslaag komt. De periodieke aanvulling met basen voorkomt verzuring, waardoor er geen strooiselophoping plaatsvindt, maar wel de vorming van een humeuze, goed gemengde minerale toplaag. Stikstof wordt hier zowel in grotere mate ingebouwd in stabiele humus, als afgevoerd via denitrificatie. Ook fosfor wordt ingebouwd in stabiele humus, en gebonden aan ijzer indien dit in voldoende mate wordt aangevoerd met het grondwater. In bossen met een slecht waterdoorlatende klei- of leembodem ontstaan door stagnatie ook periodiek natte terreindelen en treden dezelfde processen op.



## Herkennen van vochtige bossen

De planten die in een bos groeien, geven veelal een goede indicatie of we met vochtig bos te maken hebben, dan wel met nat, of droog bos. In de tabel zijn soorten met indicatorwaarden voor matig vochtige, vochtige en vochtige tot natte bossen geselecteerd en uitgesplitst naar hun indicatorwaarde voor zuurgraad. Geringe verschillen in hoogte van de bosbodem zorgen vaak al voor duidelijke verschillen in vochtvoorziening waardoor ook soorten van droge en natte bossen aanwezig kunnen zijn. In vochtig bos domineren echter de vochtige soorten. Planten van zure tot matig zure bodems zijn kenmerkend voor de dekzandbossen, terwijl zwak zure tot basenrijke dat zijn voor de stagnatie- en beekdalbossen.

Natte bossen zijn meestal duidelijk herkenbaar aan de plantengroei. In natte bossen zijn de bodems ook in het groeiseizoen langdurig nat en zuurstofloos en door de

sterk afwijkende vegetatie gemakkelijk te onderscheiden van vochtige bossen. Het onderscheid met de droge bossen is minder duidelijk. Hier kan het vochthoudend vermogen op lemige bodems of oude humusprofielen nog goed zijn waardoor ook soorten van vochtige groeiplaatsen aanwezig kunnen zijn.

### Drie typen vochtig bos

Er is een grote verscheidenheid aan vochtige bossen. Om deze variatie helder in beeld te kunnen brengen zijn er in deze brochure drie typen bos onderscheiden. Drie typen die sterk verschillen in basenrijkdom, waterhuishouding, positie in het landschap en de daarmee samenhangende problematiek. Aan de hooggelegen zure kant gaat het vooral om de bosaanplanten op voormalige natte heiden: dekzandbos. Aan de randen van de beekdalen gaat het om bossen die in de winter onder invloed staan van gebufferd grondwater: beekdalbos. Het laagst gelegen zijn de restanten van oude boskernen op oude klei- en leemafzettingen, vaak in grotere slenkssystemen en op de overgang van zandgronden naar rivierdalen: stagnatiebos.

In de tabel zijn bosplanten ingedeeld naar hun indicatorwaarde voor matig vochtige, vochtige en vochtige tot natte bossen (volgens de zgn. Ellenberg-getallen); ze zijn bovendien uitgesplitst naar indicatorwaarde voor zuurgraad.

	F=6 matig vochtig	F=7 vochtig	F=8 vochtig tot nat
R ≤ 5 zuur tot matig zuur	dubbelloof rond wintergroen stippelvaren	bosereprijs bospaardenstaart	bosbies bosveldkers dophei kleine valeriaan koningsvaren
R = X indifferent	hondsdrif penningkruid pinksterbloem	pijpenstrootje ruwe smele wijfjesvaren	bitterzoet grote wederik ijle zegge moerasspirea moerasvergeet-mij-nietje smeerwortel
R ≥ 6 zwak zuur tot basenrijk	dagkoekoeksbloem eenbes gele dovenetel groot heksenkruid grote keverorchis kruipend zenegroen muskuskruid slanke sleutelbloem speenkruid	bosandoorn boswederik gevlekte aronskelk groot hoefblad reuzenzwenkgras groot springzaad schaafstro koninginnekruid	aalbes bloedzuring echte valeriaan hop moerasstrepzaad

	STANDPLAATSTYPEN VOCHTIGE BOSSEN		
Kenmerken	beekdalbos	stagnatiebos	dekzandbos
Dominante waterhuishouding	basenrijke kwel	basenrijke stagnatie	zure stagnatie / lokaal grondwater
<b>Landschap*</b>			
Hz Beekdal			
Ri Terrassen			
Hz Grondmorene			
Hz Dekzand			
Hz Stuifzand			
Hz Stuwwal			
<b>Vegetatie</b>			
Oorspronkelijk vochtig	Verbond van Els en Gewone vogelkers (Alno-Padion)	Haagbeuken-verbond (Carpinion)	Zomereik-verbond (Quercion)
Oorspronkelijk nat	Verbond van de elzenbroekbossen (Alnion, rompen)	Haagbeuken-verbond (Carpinion)	Verbond van de berkenbroekbossen (Betulion, rompen)
<b>Grondwater</b>			
GLG (gemiddeld laagst)	60-140 cm	> 150 cm	100-150 cm
GHG (gemiddeld hoogst)	< 30 cm	< 40 cm	10-50 cm
GWT (trap)	III	V	V-VI
pH-water wortelzone	> 5.0	> 4.0	< 4.0
Belangrijke bodemtypen	pZg : beekerdgronden W: moerige gronden f... : bodems met ijzeraanrijking Rn: poldervaaggronden	KRn: oude rivierkleigronden Ln, pLn: leemgronden k... : bodems met kleidek ...t: bodems met ondiepe terrasklei	W: moerige gronden pZn : gooreerdgronden Hnx : veldpodzolgronden met ondiepe keileem

\* Hz Hogere zandgronden; Ri Rivierengebied

	beekdalbos	stagnatiebos	dekzandbos
<b>Relatie Natura 2000</b>			
Habitattypen	(H91D0), H91E0C, (H9120)	(H9120), H9160A	(H9190), (H91D0)
Leefgebieden	(LG14)	(LG14)	LG13, LG14
<b>Relatie SNL-beheer</b>			
Natuurbeheertypen	N14.01, N14.03, N16.02	N14.03, N16.02	N16.02

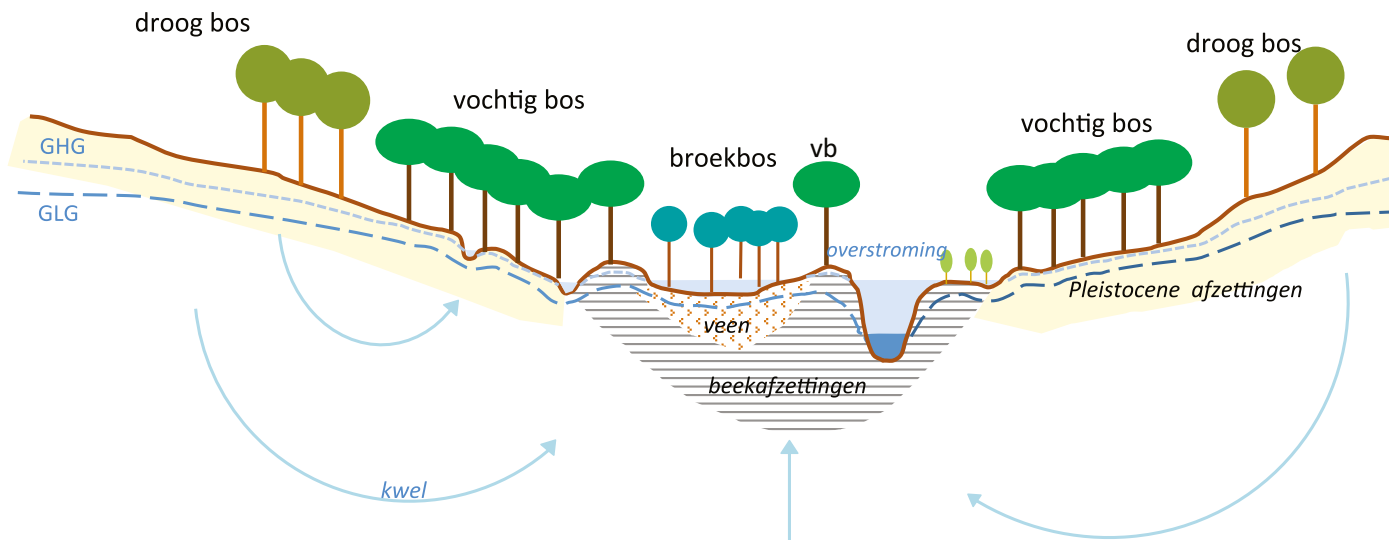
*Toelichting:* ( ) Tussen haakjes staan de minder belangrijke typen.

H9120: Beuken-eikenbossen met hulst; H9160A: Eiken-haagbeukenbossen van de hogere zandgronden; H9190: Oude eikenbossen; H91D0: Hoogveenbossen; H91E0C: Vochtige alluviale bossen; LG13: Bos van de arme zandgronden; LG14: Eiken- en beukenbos van de arme zandgronden; N14.01: Rivier- en beekbegeleidend bos; N14.03: Haagbeuken- en essenbos; N16.02: Vochtig productiebos

## Kenmerken van standplaatstypen van vochtige bossen

Deze brochure richt zich op de groen gekleurde standplaatsen. Standplaatsen met geel zijn verwant maar betrekkelijk schaars.

## Relatie met Natura 2000 en SNL beheer



## Kenmerken van het beekdalbos

### Landschap en bodem

Beekdalbos vinden we op de flanken van beekdalen van de hogere zandgronden op minerale bodems (vooral lemige beekerdgronden en gooreerdgronden) met grondwatertrap III tot V. De grondwaterschommelingen worden hier indirect beïnvloed door de beekwaterpeilen. De vochtvoorziening is afhankelijk van de vochtleverende eigenschappen van de leemhoudende bodems. Meestal heeft basenhoudend grondwater invloed op de wortelzone. Op beekdalbodems en beekvlakten is beekdalbos aanwezig als verdroogde vormen van natte beekbegeleidende broekbossen. De bodem bestaat hier vooral uit lemige of lemig-zandige beekerdgronden of sterk veraarde en gemineraliseerde veengronden. Soms is een kleidek aanwezig. Het grondwaterregime wordt hier beïnvloed door het beekwaterpeil. De grondwatertrappen variëren van II\* (droge variant) tot V.

### Waterhuishouding en -kwaliteit

Beekdalbossen ondervinden grote invloed van regionaal grondwater. Dit water is over het algemeen basenrijk en de waterstanden zullen in de zomer niet heel sterk dalen. De bovenlopen en de beekdalranden staan meer onder invloed van lokaal, minder basenrijk grondwater. Deze bodems kunnen in de zomer sterker uitdrogen. In de lage delen van het beekdal treden incidenteel overstromingen op.

### Flora

De rijke flora van het vochtige beekdalbos (vogelkersessenbos) wordt gekenmerkt door een combinatie van drie groepen soorten: 1) algemene, min of meer stikstofminnende soorten van rijke bossen, zoals geel nagelkruid, reuzenzwenkgras, speenkruid, hondsdrif en brandnetel; 2) vochtminnende elzenbroeksoorten, zoals ruwe smele, grote wederik, moerasspirea, pinksterbloem, moerazegge en gele lis; en 3) gemeenschappelijke soorten met het stagnatiebos op oude leem- en kleigronden, zoals groot heksenkruid, groot springzaad,



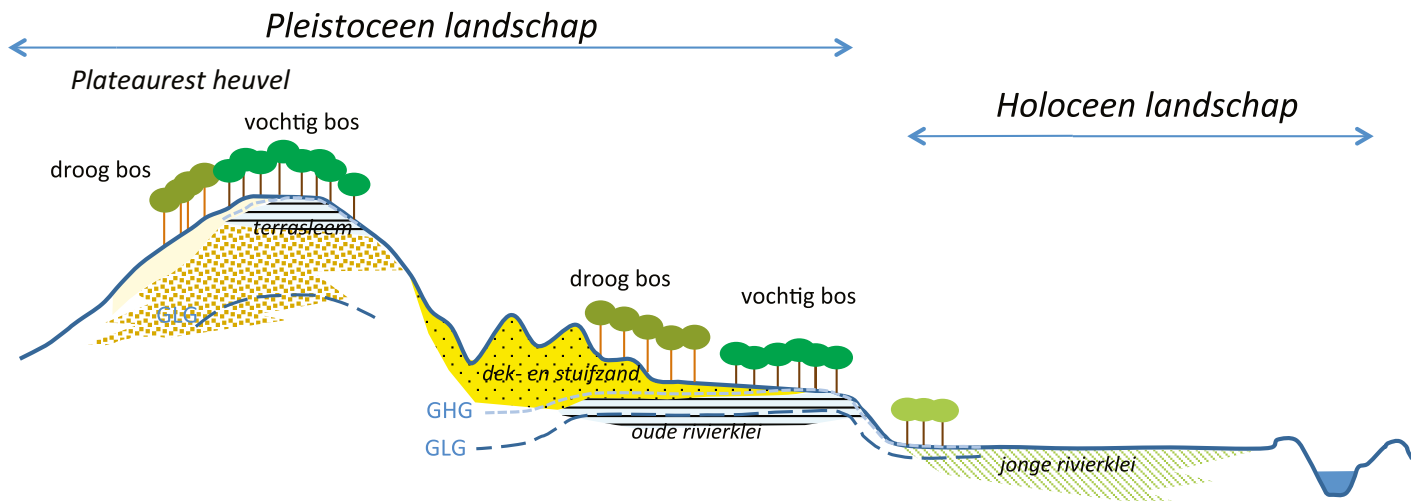
kruiwend zenegroen, boskortsleel en diverse zogenaamde oudbossoorten waaronder slanke sleutelbloem, bosanemoon, gele dovenetel en donkersporig bosviooltje. In de de boomlaag zijn gewone es, zwarte els, zomereik en klimop bepalend, soms met Canadapopulier. De struiklaag is goed ontwikkeld met es, els, hazelaar, eenstijlige meidoorn en gewone vogelkers. De moslaag is soortenarm en meestal matig ontwikkeld.



Groot springzaad



Beekdalbos in Bekendelle, met nitrofielen als grote brandnetel en speenkruid; op de voorgrond groeit schaafstro.



## Kenmerken van het stagnatiebos

### Landschap en bodem

Het stagnatiebos is een weinig bekend maar belangrijk type rijk vochtig bos. Het komt voor op de hogere zandgronden en pleistocene rivierterrassen op keileem- en potkleiplateaus, in vlaktes met sterk lemige verspoelde dekzanden en op terrassen in leemgronden en oude rivierklei. Dit bostype heeft een vlakke ligging en is vochtig dankzij lokaal grondwater en stagnatie van regenwater. Op de stagnerende lagen kan dek- of stuifzand zijn afgezet. Als de stagnerende leemlaag basenarm is, zoals bij de meeste keileemplateaus, is de standplaats zuur en basenarm van karakter en wordt het bos gerekend tot het dekzandbos. Op oude (pleistocene) rivierkleigronden kan bodemvorming leiden tot klei-inspoeling en de vorming van brikgronden, die verder bijdragen aan stagnatie. Grondwaterfluctuaties in

stagnerende bossen geven een groot verschil tussen de gemiddelde hoogste en laagste stand (grondwatertrap V en VI). Op slechts weinig plaatsen in Nederland is nog stagnatiebos te vinden met een oorspronkelijk reliëf met hogere kopjes of ruggen en geulvormige laagten. Het meeste bos is gerabatteerd.

### Waterhuishouding en -kwaliteit

Stagnatiebossen op oude leem- en kleigronden zijn onderdeel van lokale geïsoleerde grondwatersystemen op sterk stagnerende bodem. In de winter kunnen deze heel nat zijn maar in de zomer sterk uitdrogen. Het is deze extreme afwisseling van natte en droge condities die stagnatiebos tot een zeer karakteristieke groeiplaats maakt die vraagt om daarop aangepast beheer en specifieke herstelmaatregelen. Door stagnatie op basenhoudende lemen of kleien worden lokale grondwaterstromen aangerijkt met carbonaten waardoor een waterkwaliteit kan ontstaan die vergelijkbaar is met die van de beekdalen.

## Flora

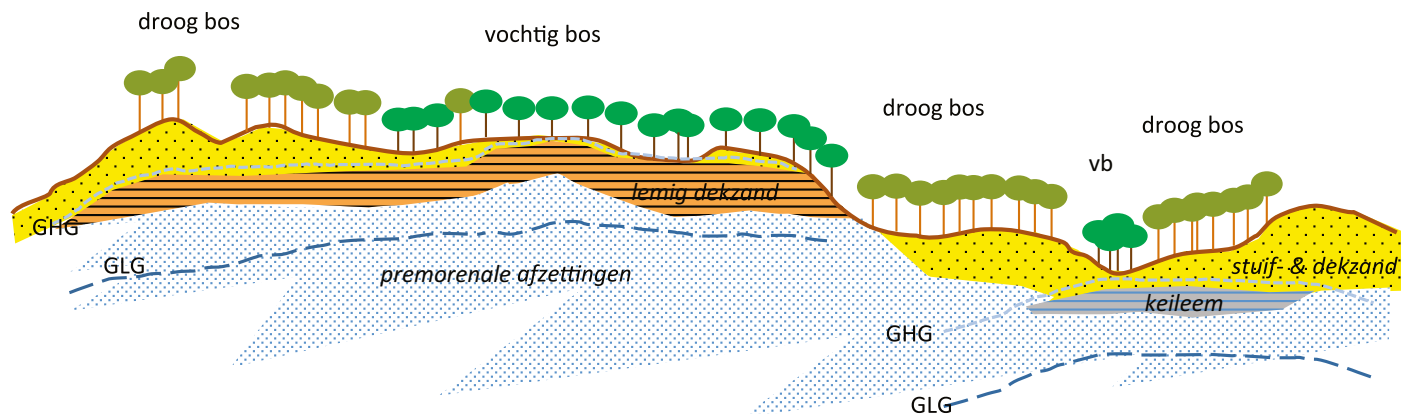
Ook het stagnatiebos (eiken-haagbeukenbos) heeft een rijke flora, waaronder diverse voorjaarsbloeiërs, zoals bosanemoon. In oude bossen verschilt de flora van die van het beekdalbos door de afwezigheid van stikstofminnende soorten van rijke bossen. In oudere bossen komt brandnetel hooguit voor langs paden. Kenmerkend zijn soorten van oude bosgroeiplaatsen, zoals slanke sleutelbloem, gulden boterbloem, bosereprijs, boszegge, bleke zegge, eenbes en de minder zeldzame soorten bosanemoon, bosgierstgras, gele dovenetel en donker- en bleeksporig bosviooltje. Daarnaast diverse vochtindicatoren zoals wijfjesvaren, ijle zegge en groot heksenkruid. In bossen met een natuurlijk reliëf (dus niet-gerabatteerd) dragen hoger gelegen kopjes, met witte klaverzuring, dalkruid, ruige veldbies en adelaarsvaren, en natte laagtes, met moeraszegge, stijve zegge, moerasspirea en gele lis, nog meer bij aan de grote soortenrijkdom. In goed ontwikkeld stagnatiebos komen zwarte bramen hooguit voor op goed-gedraineerde kopjes en dan vaak als oudbossoorten. De boomlaag bestaat uit zomereik en es, soms ook haagbeuk, zoete kers of beuk. De struiklaag wordt gevormd door hazelaar en meidoorn. De moslaag is vanwege de sterk wisselvochtige omstandigheden arm aan soorten en slecht ontwikkeld.



Bosanemoon



Eenbes



## Kenmerken van het dekzandbos

### Landschap en bodem

Het dekzandbos is karakteristiek voor de laagten en vlakten van het dekzandlandschap. Het gaat meestal om bodems in iets lemig dekzand of met basenarme stagnerende lemlagen, zoals op keileemplateaus. Variatie in bodem en standplaats is het gevolg van verschillen in reliëf en bodemtextuur. Gooreerdgronden en stagnerende veldpodzolgronden komen veel voor, plaatselijk ook moerige bodems (moereerdgronden, moerpodzolgronden), die meestal relicten zijn van oorspronkelijk natte omstandigheden (verdroogde hoogvenen en venen). Hoge en brede dekzandruggen en lemige ruggen zijn als eerste ontgonnen en vormen nu veelal urbaan gebied of goede landbouwgrond (enkeerdgronden). De grondwaterstanden variëren van trap V tot VI. Lemige zanden zorgen plaatselijk voor een goede vochnalevering. Ook het dekzandbos is meestal gerabatteerd. De

vochtige bossen in de voetzones van stuwwallen en in uitgestoven en overstoven laagten in het stuifzandlandschap worden ook tot dekzandbos gerekend.

### Waterhuishouding en -kwaliteit

In de vochtige dekzandbossen speelt regionale kwel nauwelijks een rol. Het grondwaterregime en de grondwaterkwaliteit worden bepaald door infiltrerend regenwater en zijdelingse toestroming van lokaal grondwater. De mate waarin vochtige bossen voor kunnen komen wordt bepaald door de infiltratiecapaciteit van de bodem. Waar het onderliggende grondwaterpakket dicht aan de oppervlakte zit of de bodem lemiger is, kan regenwater minder snel infiltreren en ontstaan sterkere zijdelings lokale grondwaterstromen.

### Flora

In tegenstelling tot beide vorige typen, is het dekzandbos soortenarm aan vaatplanten wat niet alleen het gevolg is van de basenarmere standplaats maar ook van de overwegend jonge leeftijd van het bos. De tot de vochtige bossen gerekende typen van het berken-

eikenbos worden veelal door pijpenstrootje gedomineerd. Dwergstruiken, zoals blauwe en rode bosbes en kraaihei, komen soms in mozaïek voor. Deze kruidlaag verschilt nauwelijks van met grove den doorgeplante of omgevormde vochtige bossen. In ouder wordend dekzandbos kunnen zich bijzondere soorten vestigen zoals dubbelloof, stippelvaren en dalkruid. De boomlaag bestaat uit zomereik, ruwe en zachte berk, grove den en soms beuk of zwarte els. In de struiklaag zijn wilde lijsterbes, sporkehout, zomereik en Amerikaanse vogelkers te vinden. In de lagere delen kunnen veenmossen voorkomen.



Detail dubbelloof

Dalkruid



Nest van de  
houtsnip



## Fauna van vochtige bossen

Goed ontwikkelde vochtige bossen kunnen buitengewoon zijn rijk aan diersoorten. Het structuurrijke gemengde bos, de variatie aan bomen, struiken, planten en bovenal de gradiënten in vochniveau, waterkwaliteit, strooiselvertering, voedselrijkdom en temperatuur zorgen voor een veelheid aan micro-habitats. Cruciaal is de betere vochtvoorziening en zuurbuffering. Dit zorgt voor een rijker bodemleven en een betere voedselkwaliteit voor bijvoorbeeld herbivore insecten. Dit leidt tot een grote soortenrijkdom en veel grotere aantallen,

wat uiteindelijk doorwerkt tot een grote diversiteit aan insectenetende vogels. Een specialist als de houtsnip is vooral gebaat bij een vochtige bosbodem, zodat prooidieren voor hem makkelijker bereikbaar zijn. In bossen waar het goed gaat met de wielewaal ligt dat waarschijnlijk aan het feit dat de bossen vochtiger worden waardoor meer voedsel (grote rupsen) beschikbaar komt. Dagvlinders maken nauwelijks gebruik van het bos maar wel van bosranden en open plekken. Karakteristieke soorten van vochtige bossen zijn kleurrijke kleine ijsvogelvlinder en grote weerschijnvlinder. De rupsen van de grote weerschijnvlinder voeden zich vooral met blad van de boswilg, en die van de kleine ijsvogelvlinder met kamperfoelie. Beide soorten zijn nu beperkt tot enkele populaties in de beekdal- en stagnatiebossen, maar kunnen hun leefgebied aanzienlijk uitbreiden als de dekzandbossen weer vochtige worden. De kleine bonte specht hakt zijn nestholte graag in het zachtere loofhout.

Ook minder opvallende soorten profiteren van een goede vochtvoorziening: de larve van de echte wespvlinder (een zweefvlieg) foerageert op bloesem van vlier en leeft in dood hout dat deels in het water of op de vochtige bodem ligt. De moerasbospriemkever is karakteristiek voor ongestoord vochtige bossen, waar hij leeft tussen strooisel op schaars begroeide plekken.



Grote weerschijnvlinder



Grote zwarte smalboktor

Kleine bonte specht



## Aanleg en leeftijd

De waterhuishouding speelde en speelt nog steeds een belangrijke rol bij locatiekeuze (van ontginning) en landgebruik. De aanleg van hakhout op 'waterzuchtige gronden' was alleen mogelijk door een zeer arbeidsintensieve rabattering waarbij niet alleen de bodem systematisch werd ontwaterd door sloten maar ook de tussenliggende percelen ('akkers') werden opgehoogd en omgewerkt. De noodzaak en wijze van rabattering blijkt uit handboeken en verhandelingen uit de 19de eeuw.

Veel beekdalbos en vrijwel al het stagnatiebos is gerabatteerd. Hierdoor is de ecologisch belangrijke variatie in reliëf verdwenen en daarmee de uitwijkmogelijkheden voor soorten tijdens extreem droge of natte perioden, of bij structurele verdroging of vernatting. Dit type bossen ligt op moeilijk bewerkbare bodems die veelal al vroeg zijn ontgonnen tot hooiland of, pas in de 20ste eeuw, zijn ingeplant met populier. Beekdalbos met een goed ontwikkeld vogelkers-essenbos en stagnatiebos met een karakteristiek eiken-haagbeukenbos zijn als bosgroeiplaats oud (tenminste van vóór 1800) en ecologisch bijzonder waardevol door het



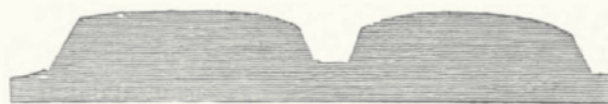
voorkomen van (relict)populaties van zogenaamde oudbossoorten. Deze categorie soorten vestigt zich slecht uit zaad en/of kan zich in het huidige landschap slecht verspreiden over grotere afstanden, zoals bosanemoon, dalkruid, gele dovenetel en slanke sleutelbloem.

Het dekzandbos is voornamelijk heide-ontginningsbos dat vanaf 1850 kleinschalig is aangelegd door particulieren en in toenemende mate grootschaliger na de oprichting van de Heidemij (1888) en het Staatsbosbeheer (1899). Grootschalige heide-ontginningen zijn rond 1940 gestopt en vanaf 1961 wettelijk beperkt, mede ter wille van natuurbescherming. Oude heide-ontginningen zijn nog vaak gerabatteerd; jongere bossen zijn veelal begreppeld. Recent hebben zich voornamelijk door berk gedomineerde bossen ontwikkeld; deze zijn meestal spontaan.

Fragment uit een bosbouwkundig handboek uit 1857 over het rabatteren van natte gronden voor de houtteelt, met een schema van opgehoogde rabatten ('akkers', 'dijken', 'bedden') en greppels ('sloten', 'waterleidingen').

Deze waterleidingen nu dragen in tweederlei opzigt tot de meerdere droogte van den bodem bij. Allereerst ontvangen zij namelijk het overtollig nat en voeren dit af. Tevens wordt echter daarbij de grondslag zelf kunstmatig verhoogd, door, op de zoo ontstane akkers, de uitgeworpen aarde uit te spreiden. Ook draagt tot de droogte van deze bij, dat de uitspreiding bol, of zoo als men dit noemt, ton rond,

Fig. 14.



geschiedt, zie Fig. 14, dat is, in het midden

eenigzins hooger dan naar de kanten.

## Voorbeeldgebieden van goed ontwikkelde vochtige bossen

Deze tabel geeft per provincie voorbeelden van vochtige bossen op de hogere zandgronden en pleistocene rivierterrassen. Niet alleen de best ontwikkelde bossen zijn opgenomen maar ook de minder goede voorbeelden met een nog goede natuurkwaliteit of met een gunstige ontwikkeling.

Voor elk van de drie typen vochtig bos (B beekdalbos, D dekzandbos en S stagnatiebos) zijn twee kwaliteitscategorieën onderscheiden:

Categorie 1: onderdeel van een relatief intacte landschappelijke gradiënt (B), relatief oud bos met karakteristieke soorten (D), en met intact reliëf en relatief intacte waterhouding (S).  
Categorie 2: minder goed ontwikkeld of aangetast ten opzichte van categorie 1.  
De locaties zijn op de kaart weergegeven.

Landstreek	Type	Cat	Vochtig bos
Drenthe	B	1	Burgvollen (Anloo 3)
	D	1	Lieverder Noordbos (Roden 2)
		2	Tonckensbos (Norg 4), Kremboong (Beilen 7), Geeslo (Hoogeveen 8)
Gelderland	B	1	Bekendelle, Buskersbos (Winterswijk 37)
		2	De Zelder (Nijkerk 27), Leusveld (Brummen 28), Kiefskamp (Vorden 32), Hackfort, fragmentair (Vorden 33)
	D	1	Staverdense beek (Staverden 26), 't Rot, Aarnink, Meerdink (Woold, Winterswijk 38, 39), Wooldse Veen (Winterswijk 40)
		2	Het Entel (Barchem-Borculo 35)
	S	1	Willinks Weust (Winterswijk 36), Bijvank (Beek 44)
		2	Bosslag (Loil 29), Bevermeer (Angerlo 30), Ulenpas, Hekenbroek, Enghuizen (Hoog Keppel 31), Wildenborch (Vorden 34), Aarnink (Woold, Winterswijk 38), Beestman (Bredevoort 41), Anholtse broek (Breedenoord 42), Slangenborg (Doetinchem 43), Personenbos (Wychen 45)
Limburg	B	2	Weerterbos (Nederweert 60), Leudal (Haelen 61)
	S	1	Ijzeren bos (Susteren 63)
2		Weerterbos (Nederweert 60), De Doort (Echt 62)	
Nedersaksen (D)	S	1	Die Bröke (Ahaus), Bentheimer Wald, Samerrott (Bentheim)
Noord-Brabant	B	1	Urkhovense zeggan (Eindhoven 55), Ulvenhousse bos (Ulvenhout 50), Valkenberg (Ulvenhout-Chaam 51)
		2	Kampina/Smalbroeken (Boxtel 52), Beersbroek/Grijze Steen (Netersel 56), De Elshouters (Waalre 58)
	D	1	Grootvenbos (Deurnese Peel 57), Het Goor en Goorse Putten (Maarheeze 59)
		2	Veldersbos (Liempde 53)
	S	2	De Brand (Udenhout 46), Wijboschbroek (Schijndel 47), Geelders (Boxtel 48), Boschkant (Sint Oedenrode 49), De Mortelen, Veldersbos, Heerenbeek (Liempde 54)
Overijssel	B	2	Dinkelbossen (Beuningen 13), Kloppersblok (Weerselo-Oldenzaal 14), Boekelerbeek (Enschede 21)
	D	1	Springendal (Denekamp 9)
		2	Reutumer Weust (Reutum 10), Molenvan (Weerselo 16), Boerskotten (Oldenzaal 17), bossen Twickel o.a. Ruwe Braak en Bokdammerveld (Delden 20), Wegereef (Hengevelde 23)
	S	1	Achter de Voort (Ootmarsum 11), Haverkamp (Glanerbrug 25)
		2	Singraven (Denekamp 12), Gravenbos (Saasveld 15), Grevenmaat (De Lutte 18), Smoddebos en Duivelshof (Losser 19), Weldam (Markelo 22), Smalenbroek (Enschede 24)



Verspreiding van goed ontwikkelde vochtige bossen in Nederland. De nummers verwijzen naar de locaties genoemd in de tabel op de vorige pagina.



## Verdroging, verzuring en vermesting in vochtige bossen

Voor de natuurkwaliteit van vochtige bossen zijn verdroging, verzuring en vermesting een groot probleem. De belangrijkste externe factoren die hier verzuring en vermesting veroorzaken zijn de stikstofrijke en verzurende atmosferische depositie, bodembewerking en soms ook bosbemesting of een slechte kwaliteit van het grond- of oppervlaktewater. Intern leidt vooral verdroging vaak tot verzuring en vermesting. Periodiek hoge waterstanden stimuleren een goede strooiselafbraak, een betere basenverzadiging, afvoer van stikstof en de vastlegging van fosfaat. Wanneer grondwater niet meer periodiek tot in de humeuze bovengrond stijgt, kan dus tevens verzuring en/of eutrofiering gaan optreden. De strooiselafbraak wordt door de verzuring geremd en er treedt accumulatie van grof organisch materiaal op. Onder de zure omstandigheden verloopt ook nitrificatie, de omzetting van ammonium naar nitraat, minder snel. En omdat er wat dieper in de bodem ook geen natte, zuurstofloze condities meer zijn waaronder nitraat kan worden omgezet in gasvormig stikstof (denitrificatie), nemen de stikstofverliezen uit het systeem af. Fosfaaten slotte, kan niet meer binden aan met het grondwater meekomend ijzer of calcium en blijft dus in verhoogde mate beschikbaar na verdroging. Aangezien de meeste vochtige bossen van oorsprong enig reliëf bezitten, is het aangetaste oppervlak groter naarmate de daling van de grondwaterstanden groter is. Belangrijker nog is dat de lokale nat-droog gradiënten verdwijnen, en hiermee ook de biodiversiteit.

### Verdrogend bos

Afhankelijk van het type bos, treden één of meerdere van bovengenoemde processen op in verdrogend vochtig bos.

### Beekdalbos

Het beekdalbos op de beekdalflanken wordt vaak gevoed met grondwater dat rijk is aan basen en ijzer. Bij een verminderde grondwateraanvoer neemt de kwelinvloed in de flank af en komen de hogere delen van het bos permanent buiten de grondwaterinvloed te liggen, waardoor verdroging, verzuring en aanvankelijk ook eutrofiëring hier hand in hand gaan. Op veel plekken is bovendien de kwaliteit van het grondwater aangetast. Door nitraatuitspoeling in het intrekgebied (als gevolg van bemesting van landbouwgronden en invang van nitraat door het bos) is het grondwater armer aan ijzer en calcium geworden, maar rijker aan sulfaat, nitraat en/of fosfaat. Dit maakt ook de delen die nog wel onder invloed staan van grondwater gevoeliger voor verzuring en vermesting.

Sommige beekdalbossen danken hun vochtige karakter aan incidentele overstromingen. Met het water worden niet alleen basen maar ook voedingsstoffen aangevoerd. Ook kan voedselrijk en soms ijzerhoudend slib worden afgezet. Veranderingen in het voedingsgebied van de beek kunnen leiden tot een toename van de last met nutriënten en sulfaat, maar ook tot een afname van de hoeveelheid meestromende ijzerdeeltjes. Hierdoor verschuift het accent van overstromingen vaak van een bufferende werking naar een eutrofiërende werking. Afzetting van sulfaatrijke (pyrietrijke) beeksedimenten maakt de bossen bovendien gevoeliger voor verzuring. Vaak zijn beken trouwens zo sterk verdiept en rechtgetrokken dat er helemaal geen overstromingen meer plaatsvinden en de alluviale bossen geleidelijk verzuren.

### Stagnatiebos

In stagnatiebossen zijn ijzer en calcium al aanwezig in de leem- of de oude klei in de bovengrond. Dit ijzer en calcium lost op doordat de stagnerende toplaag van de leem- of kleibodem in natte perioden waterverzadigd raakt. Dankzij subtiele hoogteverschillen van soms niet meer dan enkele decimeters ontstaat hier lokale grondwaterstroming die de bovengrond in grote delen van het bos van ijzer en calcium voorziet. Daar waar

drainagegreppels worden gegraven, worden dergelijke lokale grondwaterstromen afgebogen naar de greppels en daalt de grondwaterstand en de invloed van de basen. Soms wordt ook de leem- of kleilaag doorgraven en ontstaan er lekken in het lokale grondwatersysteem waardoor de symptomen verergeren.

### Dekzandbos

In veel vochtige dekzandbossen reikt basenarm, ijzerarm grondwater in de winter tot in de bewortelde

bovengrond. Wanneer dit door verdroging niet meer gebeurt, leidt dit tot versterkte verzuring, een slechtere strooiselafbraak (en strooisel ophoping) en een lagere stikstof afvoer. In vergelijking met de beekdalbossen en stagnatiebossen is dekzandbos armer aan hogere plantensoorten en lijken de gevolgen van verdroging geringer. Het gaat echter wel om grote oppervlakken bos en voor sommige soortengroepen, bijvoorbeeld paddenstoelen, zijn de gevolgen vrijwel even groot.

Vochtig dekzandbos met dominantie van pijpenstrootje, wat duidt op verdroging.



## Herkennen van verdroging

### Vegetatie en flora

In verdroogd beekbegeleidend elzenbroek kunnen vooral de horst- en polvormende soorten nog lang overleven, zoals stijve zegge, elzenzegge en ruwe smele, alsook de struiken gelderse roos, gewone vogelkers en zwarte bes. Uitgesproken moerasplanten verdwijnen, zoals hoge cyperzegge, gewone dotterbloem, gele lis, veenmossen en boogsterrenmossen. Ook diverse soorten van natte ruigten nemen sterk af, zoals moeraspirea, gewone engelwortel en blauw glidkruid. Bij verdroging van het beekdalbos kunnen wilde kamperfoelie, wasbramen, framboos, hennegras, stekelvarens en haarmossen sterk toenemen, in tweede instantie ook zwarte bramen en soorten van het dekzandbos. Bij verdroging van het stagnatiebos op leemgronden en oude kleigronden verdwijnen eerst de vochtindicatoren en door strooiselophoping ook rozetplanten zoals sleutelbloem en gulden boterbloem. Vervolgens kunnen diverse soorten zwarte braam uit het omringende cultuurlandschap zich vestigen en tot dominantie

**Humusprofiel in een sterk verdroogd broekbosrelict langs de Glanerbeek (Overijssel). Bovenop een grotendeels gemineralseerde veenrest heeft zich een strooisellaag ontwikkeld. Onder de veenrest is door daling van de grondwaterstand uitspoeling op gang gekomen.**



komen (verbraming), zeker in gerabatteerde voormalige hakhoutbossen. Karakteristieke bosplanten, zoals groot springzaad, boswederik en bosereprijs, zijn dan alleen nog in vochtige greppels en langs de bospaden te vinden. Bij langdurige verdroging kan in eikenspaartelgebieden bossen zonder noemenswaardige struiklaag een hardnekkige braamlaag ontstaan waarbinnen het strooisel zich nog verder ophoopt. Met de vestiging en uitbreiding van beuk en hulst wordt de bramendominantie weliswaar doorbroken maar ontstaat een droog beuken-eikenbos met dikke humuslagen (arme moder). Wanneer gewone esdoorn zich vestigt en uitbreidt, ontstaat op termijn een geheel nieuw droog bostype met een rijke moderhumusvorm.

Het dekzandbos is veelal betrekkelijk recent aangelegd op vochtige heide. Eigenlijk is het nooit goed ontwikkeld vochtig bos geweest. In het tot dekzandbos gerekende verdroogd berkenbroekbos zijn vaak nog relictten aanwezig uit een natter verleden, zoals eenarig wollegras, zompzegge en dophei. Veenmossen kunnen nog lange tijd overleven in greppels en laagtes. En evenals in verdroogd beekdalbos breiden stekelvarens, bramen en haarmossen zich hier uit.

### Bodem

Effecten van verdroging en vernatting worden niet snel zichtbaar in het minerale bodemprofiel. Gley (ijzer-vlekking en reductiekleuren) kan zich lang handhaven onder gewijzigde omstandigheden en is dus geen goede indicator. Uiteraard kunnen grondwaterstandsmetingen zelf informatie geven over het al dan niet verdrogen van de standplaats; hiervoor zijn echter langjarige meetreeksen in peilbuizen nodig. Effecten worden ook betrekkelijk snel zichtbaar in de humusontwikkeling doordat bodemorganismen snel reageren op verdroging en vernatting, afhankelijk van het moedermateriaal en de basentoestand van het grondwater. Op termijn kan ook de bodemvorming worden beïnvloed. Vooral op basenarme of verarmde standplaatsen leidt verdroging door vertraagde afbraak en een afnemende activiteit van bodemfauna tot de vorming van een uitwendige strooisellaag.



Slanke sleutelbloem en bosanemoon op het talud van een sloot. Door ontwatering zijn vaak alleen de slootkanten geschikt voor soorten van vochtige groeiplaatsen.

## Humusprofielen en verdroging

Humusprofielen veranderen door verdroging en vernatting, en de hiermee samenhangende verandering in de waterkwaliteit. De gewijzigde omzetting van organisch stof is het gevolg van een verandering in de samenstelling van het bodemleven, vooral de aandelen van bodemfauna, schimmels en bacteriën.

Onder natte omstandigheden met weinig zuurstof, zoals in broekbossen, is de activiteit van bodemorganismen laag waardoor stapeling van organische stof optreedt, afhankelijk van de basenstatus. De omzetting van organische stof verloopt het best onder goed gebufferde condities en het slechtst in voedselarme, zure milieus. Dit resulteert in humusvormen die niet alleen

verschillen in dikte van de humushorizonten maar ook in de aard van de humus (zie foto).

In vochtige bossen komen standplaatsen voor met een humusontwikkeling en humusvormen die het midden houden tussen die van natte en droge bossen. Ze kenmerken zich op de vochtigste en tegelijkertijd voedsel- en basenrijke standplaatsen door een hoge bioactiviteit en daarmee goede omzetting van organisch stof. Humusvormen ontstaan hier vooral onder invloed van regenwormen. Het resultaat is een luchtige structuur van de minerale bovengrond die geleidelijk overgaat in de ondergrond. Op zuurdere en drogere standplaatsen is de activiteit van de bodemfauna veel geringer en de omzetting van organisch stof navenant langzamer.

Verdrogings- en verzuring-reeks van humusprofielen in vochtige bossen. Links een door basenhoudend grondwater beïnvloede humusvorm met goede omzetting. Rechts een verzuurd en verdroogd bos met ophoping van slecht verterend strooisel. In het midden een tussenvorm.



Er vindt stapeling plaats van strooisel en er ontstaat een scherpe overgang naar de minerale ondergrond, wat getuigt van een geringe activiteit van gravende en homogeniserende bodemorganismen. Deze verschillen in standplaats uiten zich in duidelijk herkenbare humusvormen (zie schema op volgende pagina).

Bij verdroging is sprake van zowel een betere doorluchting als verzuring van de bodem. Dit resulteert in een lagere afbraaksnelheid van het strooisel. De verzuring is het gevolg van het wegvallen van grondwaterinvloed en wordt verder versterkt door toegenomen uitspoeling van basen, en in zandgronden uiteindelijk door toegenomen podzolering. In gebufferde milieus treedt dit minder op dan onder zure condities waar vooral

langzaam-werkende schimmels actief zijn. Ook hier wijst ophoping van humus op het gewijzigde karakter van de standplaats. In het geval van een verdrogend broekbos zal eerst het aanwezige moerige materiaal mineraliseren tot een minerale veenrest. Hierop kan, mede door verandering in de boomlaag (minder els, meer eik), een strooisellaag ontstaan die is te onderscheiden van de veenrest door een lagere dichtheid, een bruine kleur en een hoger gehalte aan herkenbare bladresten.

Uit het voorgaande zou het beeld kunnen ontstaan dat vochtvoorziening zonder meer bepalend is voor de humusvorming. Echter, humusvormen in voedselarme, ouder wordende droge bossen en heiden worden steeds belangrijker voor het vasthouden en de nalevering van vocht.

	Nat bos	Vochtig bos	Droog bos
regenwater/ lokale kwel	<p>Accumulatie van moerig materiaal</p> <p>Arme semiterrestrisch humusvormen (Veenmosmor en Mesimors)</p>	<p>Mineralisatie moerig materiaal, stapeling terrestrisch strooisel (F,Hr)</p> <p>Moermesimors, hydromoder, moder</p>	<p>Stapelning van strooisel (F,Hr,Hh)</p> <p>Humus-, Bos-, Holtmoder</p>
stagnatie		<p>Vorming minerale hydromorfe humusvormen zonder of met geringe stapeling</p> <p>Hydromulls (evt. met dunne Fz-laag)</p>	<p>Matige stapeling van strooisel</p> <p>Hydromoders, Humus-, Bosmoders, Mullmoder</p>
basenrijke kwel	<p>Geringe accumulatie van moerig materiaal</p> <p>Rijke semiterrestrisch humusvormen (Meereerdmoder, Moermoder, Beekmesimor)</p>	<p>Vorming minerale, deels hydromorfe humusvormen zonder of met geringe stapeling</p> <p>Hydromulls (hydromorf) en Wormmulls</p>	<p>Stapelning van strooisel</p> <p>Humus-, Bosmoders en Mormoders, Mullmoder</p>

Veranderingen in humusomzetting in nat, vochtig en droog bos als gevolg van verdroging en verzuring, en de daarbij behorende humusvormen, voor drie typen waterhuishouding.

> Kwelplek

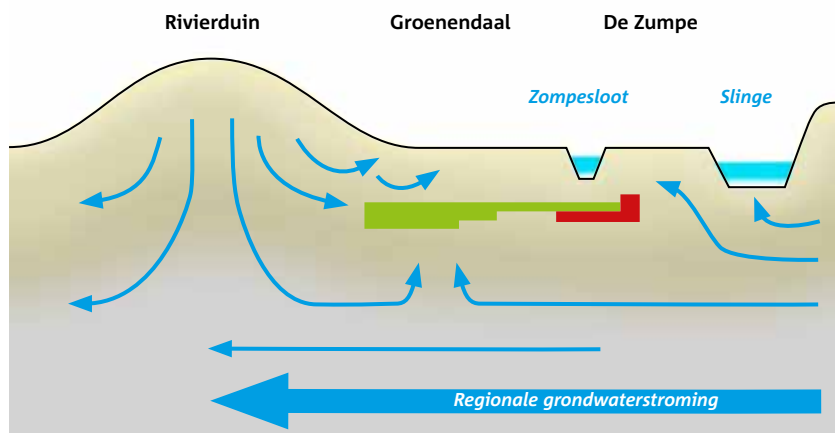
## Herstel en ontwikkeling

### Systeemanalyse als vertrekpunt

In vochtige bossen is de waterhuishouding één van de belangrijkste sturende mechanismen. Inzijging, stagnatie en lokale - en regionale kwel bepalen welke bosgemeenschappen in een gebied voor kunnen komen. Deze processen worden op hun beurt beïnvloed door het reliëf, de opbouw van de bodem én door menselijk handelen als ontwatering en bemesting. Al deze factoren samen vormen het hydrologisch systeem. Voor herstel van verdroogde bosgebieden is het nodig om goed inzicht te krijgen in het functioneren van dit hydrologisch systeem. Het opstellen van een landschapsecologische systeemanalyse, kortweg LESA, helpt hierbij. Een LESA vertelt hoe een gebied is ontstaan, hoe de grondwaterstromen lopen, welke relevante bodemlagen aanwezig zijn, geeft informatie over de kwaliteit van het grondwater en wat mogelijke oorzaken zijn van verdroging. Voor het opstellen van een LESA zijn tegenwoordig voor iedereen toegankelijke gegevensbestanden beschikbaar,

### Het resultaat van een systeemanalyse.

(Bron: Synthese: het hydro-ecologisch functioneren van de Zumpe. A.J.M. Jansen e.a, 2009; ill. Wilfried Jansen of Lorkeers)



zoals [www.DINOloket.nl](http://www.DINOloket.nl) en [www.AHN.nl](http://www.AHN.nl). De handleiding van Van der Molen e.a. beschrijft hoe een LESA uitgevoerd moet worden. Een praktisch hulpmiddel bij het opstellen van een LESA is de Landschapsleutel Online. Een LESA maakt ook inzichtelijk welke informatie nog ontbreekt en wat voor veldonderzoek nodig is om tot een meer gedetailleerde, op het gebied toegesneden systeemanalyse komen. Een goede analyse combineert bureauwerk met veldkenmerken (kwelplekken, ijzerrijk water, indicatorsoorten) en nader onderzoek (grondwaterstanden en bodem- en waterchemie).

Op basis van een goede analyse kan de herstelstrategie worden bepaald. Hierin wordt uitgewerkt welke maatregelen nodig zijn voor een effectieve verbetering van het hydrologisch systeem en in welke fasering deze uitgevoerd moeten worden. De herstelstrategie bestaat uit een afgewogen set van maatregelen waarbij niet alleen gefocust wordt op het wegnemen van de oorzaken van verdroging, maar ook op de invloed van deze maatregelen op de omgeving waar géén verhoging van grondwaterstanden gewenst is, en op de aanwezigheid van relictpopulaties van karakteristieke plantensoorten.





Boswesbij



Kleine ijsvogelvlinder



Knikkend nagelkruid

Bleeksporig bosviooltje



Violette gordijnzwam

Een groot aantal soorten uit verschillende soortgroepen profiteert van de kwaliteitsverbetering van vochtige bossen.

### Hydrologie als sleutel voor herstel

In verdroogde natte en vochtige bossen is herstel van de waterhuishouding dé sleutel om negatieve effecten die door verdroging, verzuring en vermesting optreden weer terug te dringen. Dit werkt alleen wanneer de waterstanden verhoogd worden en het grondwater in natte perioden minimaal tot in de wortelzone kan stijgen. Hierdoor verbetert de vochtvoorziening, en met het grondwater worden basen aangevoerd waardoor de zuurbuffering herstelt. Een hogere vochtigheid van de bodem verhoogt de activiteit van bodemorganismen en daarmee de omzetsnelheid van het strooisel. Het uitgangspunt voor verbetering van de waterhuishouding is in eerste instantie herstel van het oorspronkelijke hydrologische systeem. Dit vereist maatregelen op de hele gradiënt. Zoals vasthouden van regenwater en bevorderen van inzijging op de hogere delen, tegengaan van afvoer van kwelwater op de flanken

en de lage delen, en verondiepen van beken en grote waterlopen om wegzijging tegen te gaan. Het dempen van de detailontwatering en de sloten op de flanken en de hoger delen is minstens zo belangrijk als dat van grotere doorgaande sloten in de lagere delen. Wanneer systeemherstel (nog) niet mogelijk is zijn maatregelen op kleinere schaal zeer nuttig.

Uiteindelijk draagt iedere maatregel bij aan verbetering van de waterhuishouding mits deze zorgvuldig wordt uitgevoerd én afgestemd is op de ligging in het landschap. De ervaring bij verdrogingsbestrijdingsprojecten is dat de focus op de grote doorgaande sloten ligt. Beheerders dienen er daarom voor te zorgen dat ook de detailontwatering voldoende aangepakt wordt. Het is hierbij van belang zoveel mogelijk de voor ontwatering aangebrachte elementen te dempen, over de hele gradiënt, tot in de haarvaten van het systeem.

### Gedempte sloot



Maatregelen om de waterhuishouding te herstellen zijn in bossen nog weinig toegepast. Het feit dat er bomen kunnen sterven en dat relictpopulaties van karakteristieke soorten bedreigd worden, maakt beheerders terughoudend deze maatregelen uit te voeren. In veel gevallen geldt echter dat herstel van het hydrologische systeem uiteindelijk beter is voor het behoud én uitbreiding van de relictpopulaties. Ook de biodiversiteit van het bos als geheel is meer gebaat bij een natter bos dan het behoud van de (vervangbare) boomlaag. Omdat er nog niet vaak dit soort maatregelen in bossen zijn uitgevoerd is er nog weinig ervaring mee. Des te belangrijker is het om de effecten goed te monitoren, ervan te leren en de ervaringen te delen. Duidelijk is wel dat een verstandige fasering, op basis van een goede systeemanalyse, veel boomsterfte door verdrinking kan voorkomen.

De roestbruine neerslag geeft aan dat de sloot grondwater draineert en afvoert. Dempen zou een goede maatregel zijn.



### Wegen naar herstel

Herstel van hydrologie in *beekdalbos* is bij uitstek gebaat bij een aanpak van de waterhuishouding op landschapsschaal. Beekdalbossen maken onderdeel uit van grote regionale hydrologische systemen waarvan de intrekgebieden veelal buiten het bos liggen. De mate waarin grondwaterstromen in het bos aan de oppervlakte komen hangt mede af van de diepte en de ligging van de beek en andere waterlopen in en rondom het bos. Oplossingen voor aanpak van de verdroging liggen deels (ver) buiten het bos, en daarmee buiten de macht van de beheerder. Mogelijke maatregelen op landschapsschaal zijn: verhogen van beekbodems of verhogen van het waterpeil in de beek; verondiepen dan wel omleiden van landbouwdoorvoersloten in het bosgebied; verbeteren van de waterkwaliteit door verminderen van bemesting in intrekgebieden; vasthouden van regenwater in intrekgebieden; verminderen van grondwateronttrekkingen en het ondieper maken van nabijgelegen sloten en beken die kwelwater afvangen.

De dotterbloemen in deze sloot duiden op kwel van basenrijk grondwater.



Minstens zo belangrijk zijn de maatregelen die in het bosgebied zelf uitgevoerd kunnen worden. De in de bossen gelegen sloten en greppels voeren vaak zichtbaar grondwater af. Dempen van deze sloten zal daardoor al een verbetering van de waterhuishouding betekenen, zelfs als maatregelen buiten de bossen (nog) niet uitgevoerd worden. Het nemen van maatregelen buiten de bosgebieden heeft trouwens weinig zin zolang het extra kwelwater via sloten en greppels afgevoerd wordt, of wanneer door de aanwezigheid van rabatten het kwelwater buiten bereik van de wortels blijft.

*Stagnatiebos* wordt doorgaans gevoed door lokale, min of meer geïsoleerde hydrologische systemen. Herstel van het hydrologische systeem door het dichten van greppels is vanwege het lokale karakter goed mogelijk. Complicerende factoren zijn echter dat stagnatiebossen veelal op rabatten staan en vaak ook op oude bosgroeiplaatsen liggen met populaties van oud bosplanten. Ook de aanwezigheid van veel oude zware bomen, meestal eiken, maakt dat grootschalige herstelingsrepen lastig zijn. In stagnatiebossen is meestal een dicht netwerk van rabatten, greppels, verzamelsloten en hoofdwaterlopen aanwezig. Door een geringe infiltratiecapaciteit van de bodem zal de grondwaterstand snel reageren op vernattingsmaatregelen. Hierdoor zal er vaak niet aan ontkomen worden om vernatting van een bosgebied in meerdere fasen uit te voeren.

Hydrologische maatregelen in *dekzandbos* zijn meestal eenvoudiger uitvoerbaar dan in de andere bostypen. Omdat het overwegend om (natte) infiltratiegebieden gaat zijn sterke grondwaterstandstijgingen hier niet zo snel te verwachten (behalve daar waar stagnerende bodemlagen de infiltratie van regenwater vertragen). En restpopulaties van zeldzame en karakteristieke planten en dieren zijn zelden aanwezig. Het gaat immers vaak om heidebebossingen. Er zal geprobeerd moeten worden om over een zo groot mogelijke oppervlakte de sloten te dempen, ook de sloten door hoge ruggen waarvan de indruk bestaat dat deze niet meer functio-



neren. Maatregelen op deze zandgronden lijken misschien minder effectief maar zijn voor de ecologische waarden van de boslandschappen toch zeer waardevol. Na herstel ontstaat er een grotere afwisseling tussen droge, vochtige en natte bossen. Het resultaat is een aanzienlijk grotere biodiversiteit.

#### **OMVORMING VAN RABATTEN**

In het verleden zijn veel vochtige bossen op rabatten gezet, waardoor het oorspronkelijke reliëf is verdwenen. De aanwezigheid van rabatten vormt nu in meerdere opzichten een knelpunt voor herstel van vochtige bossen. Het oorspronkelijke reliëf met geleidelijke milieugradiënten is vervangen door uniform droge en omgewerkte bodems, die doorsneden zijn door greppels. De hoge delen (rabatten) liggen buiten het bereik van baserijk grondwater en verzuren. Voor herstel van soortenrijke bossen, met geleidelijke gradiënten waarover planten en dieren kunnen pendelen, valt er niet aan te ontkomen om rabatten te verwijderen of te egaliseren. Een ingrijpende maatregel waarmee nog weinig ervaring is. Er kleven zeker risico's aan, zoals een tijdelijk verhoogde beschikbaarheid van nutriënten als gevolg van de onvermijdelijke roering van de grond.

Bovendien gebruiken diverse kenmerkende soorten de taluds van de greppels als refugium. In veel boscomplexen zijn echter wel minder waardevolle percelen te vinden, zoals soortenarme populierenaanplanten of vakken van Amerikaanse eik of naaldhout, waar verwijderen van rabatten gecombineerd kan worden met bosvorming.

Moeten alle rabatten dan verdwijnen? Nee, dit zal per geval bekeken moeten worden. Sommige rabatten zijn laag en hebben daardoor een gering effect. Soms kan door dichten van verzamelstoten de grondwaterstand al voldoende stijgen. En in veenvormende systemen (broekbossen) zullen greppels vanzelf dichtgroeien als de waterhuishouding is hersteld. Rabatten kunnen ook cultuurhistorisch waardevol, en soms zelfs beschermd zijn. Echter rabattering is op dusdanig grote schaal toegepast dat de cultuurhistorische waarde niet op elke locatie een argument mag zijn voor instandhouding.

#### **INGRIJPEN IN DE BOOMSORTENSAMENSTELLING**

Herstel van de waterhuishouding alleen is vaak niet voldoende om op redelijk korte termijn een verbetering van basenvoorziening en snelle afbraak van strooi-



Relictpopulatie van fladderiep in beekdalbos op Veluwe. Vrijstelling kan helpen de soort meer overlevingskans te geven.

sel te bewerkstelligen. Immers het huidige bos wordt meestal gedomineerd door soorten die aangeplant zijn voor houtteelt: vooral sparren, lariks, dennen, (Amerikaanse) eiken en beuk. De boomsoortensamenstelling wijkt daardoor sterk af van de natuurlijke samenstelling waarin inheemse loofbomen en struiken gemengd voorkomen. Van de boomsoorten die nu het bosbeeld bepalen heeft het blad een sterk verzurende invloed op de bodem.

Het bevorderen van een groter aandeel inheemse soorten en een betere menging kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. In de eerste plaats door het vrijstellen van inheemse soorten bij dunningen. Bijzondere aandacht verdienen daarbij relicten van zeldzame soorten, zoals fladderiep, winterlinde, wegedoorn en tweestijlige meidoorn. Soorten die ook vaak 'vergeten' worden zijn de pioniers boswilg en ratelpopulier. Zij hebben een belangrijke meerwaarde als mengboomsoort in de toch al niet zo gevarieerde dekzandbossen. De tweede manier is om met aanplant aanwezige kleine populaties te versterken en het eventueel herintroduceren van boomsoorten die niet meer in een bosgebied aanwezig zijn. In aanmerking komende soorten zijn winterlinde, hazelaar, zoete kers, haagbeuk, gewone

esdoorn en gewone es.

Ruim nu echter niet gelijk alle eiken, beuken en naaldbomen op ten gunste van goede strooiselsoorten, als er geen groot risico is op uitbreiding van deze soorten. Menging van eik en hazelaar levert vaak ook dunne strooisellagen. En oude naaldbossen bezitten vaak een rijke paddenstoelen- en mossenflora.

#### **NATUURLIJKE BOSSTRUCTUUR**

Biodiversiteit in bossen is gebaat bij een gevarieerde bosstructuur waarin stadia van aftakeling en verval afgewisseld worden met open plekken, dichte stakenfase, jonge en oude boomfasen. De aan het bos gebonden flora en fauna zijn vaak afhankelijk van één of meer stadia en ontwikkelen mee met het bos. Omdat er continue verschillende ontwikkelingsfasen aanwezig zijn groeien in een bos zowel schaduwtolerante als meer lichtminnende soorten. De laatste kennen we als soorten van bosranden maar ze horen van nature ook thuis in de open plekken van het bos. Voorbeelden zijn hengel en kleine ijsvogelvlinder. Een dergelijke bosstructuur gaat op natuurlijke wijze pas ontstaan wanneer door ouderdom bomen aftakelen en er ruimte ontstaat voor verjonging. In de huidige nog relatief jonge en gelijkjarige bossen betekent dit veelal dat er gekapt moet worden om open plekken te creëren. Maatregelen die een hogere grondwaterstand tot gevolg hebben leiden in veel gevallen tot sterfte van bomen. Ook moeten soms bomen gekapt worden om de maatregelen uit te kunnen voeren. De open plekken die hierdoor ontstaan vormen de aanzet voor een meer natuurlijke bosstructuur. Een proces wat jaren na-ijlt omdat bomen in de laagste delen het eerste dood gaan en daarna geleidelijk de bomen hoger op de gradiënt. Deels door sterfte en deels door windworp omdat de bomen minder diep kunnen wortelen. Dit kleinschalige proces, dat vooral in reliëfrijke gebieden zal optreden, heeft een gunstige invloed op de bosstructuur. In vlakke gebieden ligt een veel grootschaligere sterfte van het bos op de loer. Dit kan leiden tot een eenvormige structuur. Daarom is hier een meer voorzichtige aanpak te verkiezen.

## Houtproductie in vochtige bossen

Deze brochure gaat over natuur, maar zeker niet exclusief over natuurbos. Immers het merendeel van de vochtige bossen betreft zogenaamd multifunctioneel bos; hier speelt naast natuur (en recreatie) ook een productiefunctie. Houtproductie maakt het mogelijk om extra inkomsten te genereren. Daarmee krijgt het beheer een duurzamer karakter want het wordt minder gevoelig voor bezuinigingen. De vraag is: hoe combineren we houtproductie met verhogen van de waterstanden? In het verleden zijn de sloten immers gegraven om een betere houtproductie mogelijk te maken. De productiviteit van vochtige groeiplaatsen doet niet onder voor die van droge bodems. Door een betere vochtvoorziening en een betere zuurbuffering is de bijgroei veelal hogere en kunnen er boomsoorten groeien die kwaliteitshout produceren. De bodems van vochtige bossen zijn echter kwetsbaarder dan van drogere bossen en de toegankelijkheid is minder goed. Dit maakt de exploitatie kostbaarder. De meeropbreng-

sten van het hout wegen niet op tegen de meerkosten van de exploitatie. Het alternatief is overschakelen naar een extensievere exploitatie en teelt van hout van een hogere kwaliteit. Dit stelt wel hogere eisen aan het beheer.

### Natuurboscellen

Multifunctioneel betekent dat een bosgebied zowel voor de houtproductie als voor de natuurfunctie optimaal wordt benut. Dat wil niet zeggen dat beide functies in elk bosperceel geïntegreerd hoeven te worden. De focus kan in sommige percelen meer op houtproductie liggen terwijl op ander plekken juist geen hout wordt geoogst. In Duitsland worden natuurboscellen speciaal ontwikkeld om de diversiteit aan soorten, die gebonden zijn aan oude aftakelende en dode bomen, te behouden zonder op grote schaal de houtoogst te beëindigen. Als in onze multifunctionele bosgebieden de natte en vochtige delen deze bestemming krijgen, kan de waterhuishouding op hogere peilen worden ingericht.

**Multifunctioneel bos op rabatten, bij Winterswijk**



Sterfte van bomen door dempen van sloten in dekzandbos, circa twee jaar na de uitvoering van de maatregelen.



Hetzelfde bos 7 jaar later, structuurrijk bos met veel dood hout. In de ondergroei is een sterke toename van pijpenstroomte te zien.

Waarschijnlijk is dit slechts een tijdelijk effect, veroorzaakt door versnelde omzetting van de strooisellaag. Inmiddels hebben zich hier ook soorten als dubbelloof en gewone dophei gevestigd.





## Aandachtspunten bij herstelmaatregelen

### **SPAREN VAN RELICTPOPULATIES, OUDE BOMEN EN LANEN**

Bij snelle grondwaterstandverhogingen bestaat het risico dat over te grote oppervlakte bomen sterven. Ook restpopulaties van zeldzame en karakteristieke planten en dierenlopen bij snelle vernatting gevaar te verdwijnen. De vaak voorgestelde strategie is om geleidelijk - in kleine stappen - de waterstand te verhogen. En pas nadat de soorten zich aangepast hebben wordt de volgende stap in de vernatting ingezet.

In de praktijk blijkt een dergelijke aanpak vaak niet mogelijk en weinig zinvol. Bossoorten verspreiden zich meestal maar langzaam en zullen ook bij een geleidelijke vernatting de verandering niet bij kunnen houden. Beter is het om in één keer een einde maken aan de verdroogde situatie, waarna het bos met rust gelaten wordt. Soorten die gespaard moeten blijven kunnen geëvacueerd worden en na de maatregelen op een (nieuwe) geschikte locatie teruggeplaatst worden. Aangezien het bij relictpopulaties vaak gaat over sterk geïsoleerde en kleine populaties, is ook herintroductie uit lokale populaties een maatregel die met hydrologisch herstel gecombineerd kan worden. Alleen daar waar het bos over grote oppervlakten dreigt af te sterven is, bijvoorbeeld in bossen met veel oude bomen, is een meer gefaseerde aanpak te overwegen. Zoals eerder gezegd kan een goede systeemanalyse vertellen of en op welke wijze fasering nodig is.

### **ZORGVULDIG WERKEN VOORKOMT (STERKE) VERRUIGING**

Maatregelen om de waterhuishouding te verbeteren leiden onherroepelijk tot verstoring van de bodem. Deze verstoring kan verruiging in de hand werken en bemoeilijkt de terugkeer van karakteristieke soorten. Enige verruiging zal altijd wel optreden. Veelal is dit een tijdelijk effect, wat weer verdwijnt als de voedingsstoffen door bodemorganismen en vegetatie zijn opgenomen óf als de boomlaag tot sluiting komt en de ruigtesoorten

teveel schaduwdruk ondervinden. Een sterke verruiging kan optreden wanneer onzorgvuldig gewerkt wordt, als strooisellagen vermengd worden met minerale grond of machines een diepe insporing veroorzaken. Met als gevolg een door pitrus en andere ruigteplanten gedomineerde ondergroei die de bosontwikkeling langdurig frustrereert. Om dit te voorkomen moeten sloten en oevers eerst goed geplagd worden voordat er geschoven wordt met grond. Zeker bij het egaliseren van rabatten is het zaak dat dit heel nauwkeurig uitgevoerd wordt, in de droogste periode en met voldoende werkruimte voor de machines.

### **(HER)INVOEREN VAN HAKHOUT**

De achteruitgang van bosplanten in stagnatie- en beekdalbossen is deels te verklaren door lichtgebrek als gevolg van het staken van het hakhoutbeheer. Daarom wordt herinvoeren van dit beheer soms voorgesteld als oplossing. Hakhoutbeheer is echter arbeidsintensief, en niet altijd een garantie voor een duurzaam behoud van soortenrijke bostypen. Daarvoor zijn de standplaatsen door verdroging en stikstofdepositie vaak teveel veranderd. Een alternatief voor hakhout is omvorming naar een bos met meer horizontale en verticale heterogeniteit en een hoger aandeel boom- en struiksoorten met goed verterend strooisel. Dit is minder kostbaar en daardoor op de lange termijn veel duurzamer. Hierna kan een meer spontane ontwikkeling plaatsvinden,



waarbij ook dood hout en vooral wortelkluiten sterk zullen bijdragen aan de natuurkwaliteit. Ook de fauna vaart hier wel bij.

#### **DAMMEN EN STUWEN**

Sloten dempen is de meest effectieve maatregel om in gebieden de hydrologie te herstellen. Alternatieven zoals het plaatsen van stuwen en dammen zijn lapmiddelen en moeten alleen toegepast worden als dempen niet kan. Want dammen en stuwen vertragen de afvoer van oppervlaktewater slechts plaatselijk. Doordat de rest van het slotenstelsel nog steeds draineert, treedt

vlak voor de stuw (of dam) opstuwing op die in natte perioden zelfs tot overlast leidt, omdat het water over de dam gaat lopen. In gebieden met wisselende waterstanden, zoals de dekzanden en de stagnatiebossen, kunnen stuwen en dammen zelfs negatieve effecten veroorzaken doordat de fluctuatie versterkt wordt: in natte perioden wordt water vastgehouden maar in droge perioden gaat toch veel water verloren. Voor sloten die een bepaalde afvoercapaciteit moeten behouden kan bekeken worden of verondiepen of omleiden een optie is.



## VERZURING DOOR VASTHOUDEN REGENWATER

Het is een wijd verbreid misverstand dat sloten noodzakelijk zijn om regenwater af te voeren, om op die manier verzuring tegen te gaan. De meeste sloten voeren grondwater af, verlagen de grondwaterstand ter plaatse en maken daardoor de invloed van regenwater juist groter! Alleen in situaties waarin regenwater niet oppervlakkig kan wegstromen ontstaan regenwaterlenzen die ervoor zorgen dat kwel wordt weggedrukt. Dit zijn veelal vlakke gebieden, zoals laagvenen. In vochtige bossen komt dit weinig voor omdat de bodems veel reliëfrijker zijn.



## Ter verdieping

- Aggenbach, C.S.J., Jalink M.H. & A.J.M. Jansen, 1998, *Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van vennen. Deel 5 uit de serie 'Indicatorsoorten'*. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Burg, A. van den, R.J. Bijlsma & R. Bobbink. 2015. *Arme bossen verdienen beter*. OBN Deskundigenteam Droog zandlandschap. KNNV Publishing, Zeist.
- Burg, R.F. van der, E. Brouwer, R.J. Bijlsma, A.B. van den Burg, G.A. van Duinen, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, E.C.H.E.T. Lucassen & R.W. de Waal. 2014. *Preadvies voor herstel van vochtige bossen op de pleistocene zandgronden*. VBNE rapportnummer 2014/OBN192-NZ. Driebergen.
- Hommel, P., R. de Waal, B. Muys, J. den Ouden, T. Spek. 2007. *Terug naar het Lindewoud. Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch beheer*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Hommel, P.W.F.M., R.H. Kemmers, E.P. Querner & R.W. de Waal. 2013. *Herstel vogelkers-essenbos in het Lankheet, Resultaten van het OBN onderzoek 2005-2010*. Rapport nr 2013/OBN149-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Jalink M.H. & A.M.J. Jansen. 1996. *Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van grondwaterafhankelijke beekdallandschappen. Deel 2 uit de serie 'Indicatorsoorten'*. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jansen A.J.M., H.F. van Dobben, M.E. Nijssen, J.H. Bouwman & D. Bal (red.). 2014. *Herstelstrategieën deel III, Landschapsecologische inbedding van de herstelstrategieën*. [http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel\\_iii.aspx](http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_iii.aspx)
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar & H. Smeenge. 2011. *De landschapsleutel. Een leidraad voor een landschapsanalyse*. Alterra rapport 2140, Wageningen. <http://landschapsleutel.wur.nl/>
- Molen, P.C. van der, G.J. Baaijens, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen. 2010. *LESA - Landschapsecologische systeemanalyse*. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht. <http://www.natura2000.nl/pages/landschapsecologische-systeemanalyse-lesa.aspx>
- Poelmans, W., J. van der Straaten & K. Veling (red.). 2013. *Leembossen in Het Groene Woud, Schatkamers van biodiversiteit*. Pictures Publishers, Woudrichem
- Smits, N.A.C., A.S. Adams, D. Bal & H.M. Beijer (red.) 2014. *Herstelstrategieën deel II, Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats*. [http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel\\_ii.aspx](http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_ii.aspx)
- Stortelder, A.F.H., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel. 1999. *De Vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen*. Opulus Press, Upsala-Leiden.
- Waal, R.W. de & R.J. Bijlsma. 2003. *Bossen van keileemgronden, betekenis van stagnerend grondwater voor de ontwikkeling van humusprofiel en vegetatie*. Alterra-rapport 804, Wageningen.

**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken en BIJ12**

**Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)**

Princenhof Park 9  
3972 NG Driebergen  
0343-745250

drs. W.A. (Wim) Wiersinga  
Adviseur Plein van de kennis/  
Programmaleider Kennisnetwerk OBN  
0343-745255 / 06-38825303  
w.wiersinga@vbne.nl

M. (Mark) Brunsveld MSc  
Programma-medewerker OBN  
0343-745256 / 06-31978590  
m.brunsveld@vbne.nl