

Verzuurde versus van nature zure bossen

Hoe doorstaan onze bossen de vergelijking?

— Arnold van den Burg (Biosfeer) & Maaike Weijters (Onderzoekcentrum B-WARE)

Als gevolg van de stikstofdepositie hebben droge bossen op Nederlandse zandgronden vaak te kampen met ernstige bodemverzuring en ophoping van stikstof, met alle nadelen voor de biodiversiteit van dien. Bodemherstelmaatregelen zijn noodzakelijk, maar hoe functioneert een van nature zuur bos eigenlijk, zonder de effecten van overmatige stikstofdepositie? Hoe moeten we spontane of door beheer gestimuleerde veranderingen duiden in relatie tot herstel? Om deze vragen te kunnen beantwoorden, zijn we in Frankrijk een referentieonderzoek gestart, want Nederlandse referentiegegevens of -gebieden ontbreken. We presenteren hier de eerste resultaten over de blad- en bodemchemie; sleutelparameters om het functioneren van bossen te kunnen duiden. Op basis van de vergelijking tussen de gebieden komen zorgelijke ontwikkelingen voor de Nederlandse bossen aan het licht.

> Zoek in Europa naar van nature zure loofbossen in het Atlantisch klimaatgebied zonder overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof en je komt uit aan de noordkant van het Centraal Massief in Frankrijk. Het studiegebied in de regio Millevaches en Limousin is opgedeeld in drie deelgebieden om een bredere range in bodemzuurgraden in het onderzoek te kunnen betrekken. De studiegebieden liggen ongeveer 740 kilometer naar het zuiden en op 600 tot 700 meter hoogte, waardoor de gemiddelde temperaturen redelijk met die in Nederland overeenkomen. De bossen vallen in de categorie eiken-beukenbossen met hulst en staan op locaties die bekend zijn als oude bosgroeiplaatsen. Deels betreft het hellingbossen (uitkijkend op het oosten) en sommige delen zijn als bosreservaten aangewezen. Alle gebieden worden beheerd door het Office National des Forêts, het Franse Staatsbosbeheer. Wat deze Franse studiegebieden niet hebben, zijn zandgronden. De bodem bestaat uit een grondlaag van verweerd graniet van variabele diepte tot onderliggende rotsen met daartussen losse stenen. Net als in Nederland ligt op de minerale bodem een organische laag van gevallen blad. Het functioneren van de organische bovenlagen (strooisel en humus) en de bovenlaag van de minerale bodem zijn vergelijkbaar met die in Nederland, waarbij duidelijk is dat de Franse bodems veel meer onverweerde mineralen bevatten dan de huidige Nederlandse droge zandgronden.

We vergelijken dit gebied onder andere met het Edese Bos/Kernhem, een bosgebied van de gemeente Ede op de westelijke stuwwal van de Zuidwest-Veluwe. De eiken-beukenbossen in dit gebied betreffen ook oude bosgroeiplaatsen en de bodem is er van nature mineralenrijker dan bijvoorbeeld in het Natura 2000 habitattype Oude eikenbossen (9190) op verspoeld stuwwalmateriaal of dek- en stuifzanden. De bodem is er als gevolg van decennia met zure depositie erg zuur en de mezen hebben recentelijk enorm last gekregen van calciumgebrek, zoals eerder is gepubliceerd in het *Vakblad* (december 2010, #180). Voor verdere referentie zijn er gegevens gebruikt van de Ginkel (heide/stuifzandbebossing) en verspreid over de Veluwe liggende Oude eikenbossen.

Verschillen in nutriëntgehalten in het blad

Het is duidelijk dat het eikenblad in de zomer in het Edese Bos gemiddeld meer stikstof bevat dan in Frankrijk (figuur 1), maar er is ook overlap in het stikstofgehalte tussen bossen uit beide landen. De gegevens van de Oude eikenbossen uit 2021 zitten er tussenin. Daarnaast is er een duidelijk verschil in het gemiddelde calciumgehalte en een kleiner verschil in magnesium, voor zowel het Edese Bos als de Oude eikenbossen. Ten opzichte van de ICP Forests standaard (de Europese normen voor het bepalen van effecten van luchtverontreiniging op bossen) lijkt er in het Edese Bos alleen een probleem te zijn met cal-

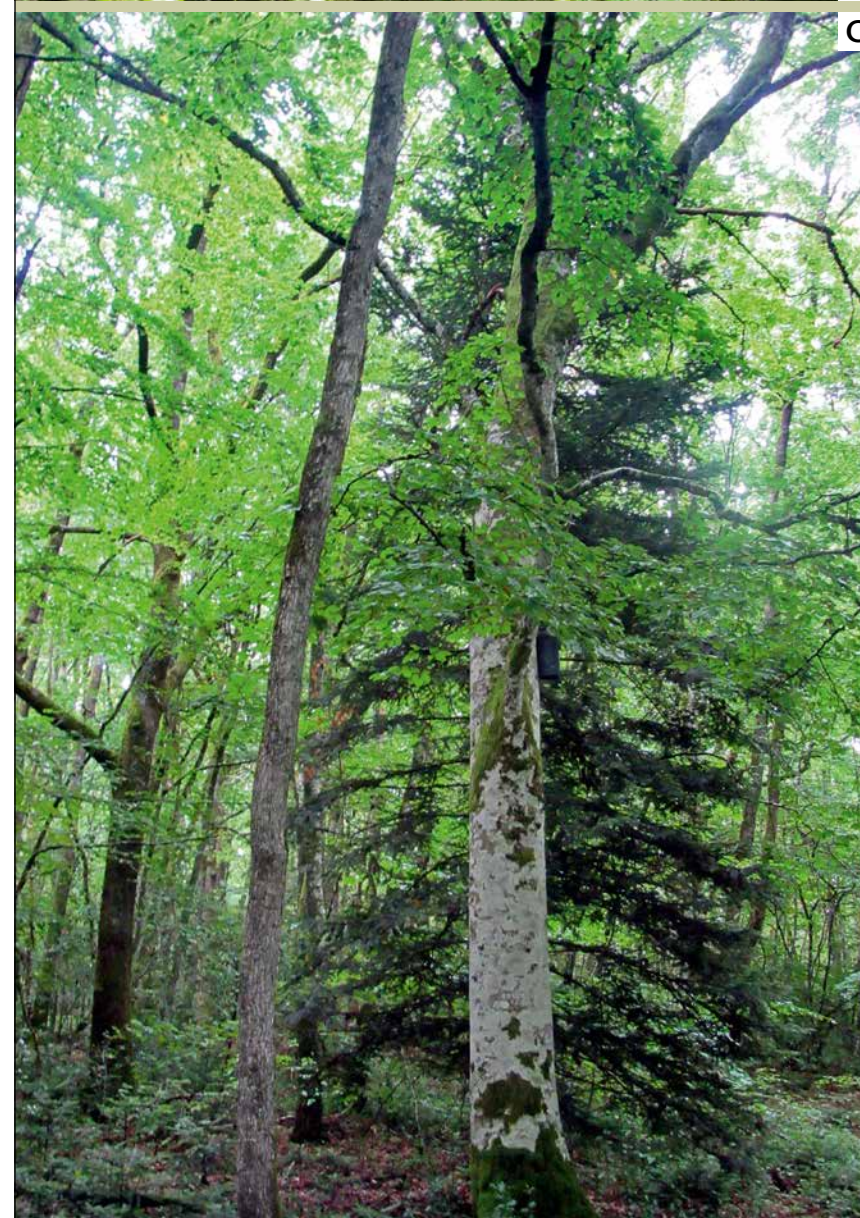
cium. Beide referenties (Frankrijk en ICP Forests) indiceren tegelijkertijd dat in het Edese Bos geen problemen spelen ten aanzien van fosfor- of kaliumtekorten, zoals wel gevonden zijn in de Oude eikenbossen.

De bladkwaliteit verschilt dusdanig tussen Nederland en Frankrijk, dat er grote effecten zijn op de rupsenvraat. In goede rupsenjaren kunnen de eiken in het Edese Bos kaal worden gegeten, terwijl dit in Frankrijk een onbekend verschijnsel is. Dit verschil kunnen we niet verklaren op basis van de gehalten calcium, magnesium en stikstof, maar zal samenhangen met organische verbindingen, zoals eiwitten en anti-vraatstoffen. Het is de vraag of de gevonden tekorten in het blad van het Edese Bos verklaard kunnen worden op basis van de verschillen in de bodemchemie tussen de Franse locaties en het Edese Bos.

De bodem als basis voor de bladchemie

De bodemmonsters die we in de vergelijking hebben kunnen betrekken, zijn alle genomen in de minerale bodemlaag, dus na verwijdering van de strooisel- en humuslagen (FH-laag). In tabel 1 is een overzicht gegeven van de opbouw van de dataset en de belangrijkste basisgegevens van de bodems.

De bodem-pH gemeten in het zoutextract varieerde sterk tussen de verschillende meetlocaties (figuur 2). Waar de pH-NaCl in de Franse bossen gemiddeld 4,0 was, lag deze in de Nederlandse locaties veel lager, waarbij het Edese Bos en Kernhem opvallen door een mediane pH-NaCl van slechts 2,5 en 2,4! Hiernaast is de basenverzadiging een goede manier om de mate van verzuring van een bodem te bepalen. De Franse bossen laten een 'klassiek' patroon zien: bij een hoge basenverzadiging is het gehele complex opgeladen met basische kationen (in dit geval voornamelijk calcium) en naarmate de basenverzadiging afneemt, wordt calcium uitgewisseld voor aluminium. In de Nederlandse bosbodems zien we een ander patroon, omdat bij een lage basenverzadiging het complex ook met H⁺ opgeladen kan zijn. Waarschijnlijk betekent dit dat er in deze gevallen nog maar weinig aluminiumzouten onder invloed van H⁺ in oplossing gaan.



Impressies van de Franse studiegebieden:

- A. door beuken gedomineerd bos (middelzure locatie);
- B. bloemrijke kruidlaag in de ondergroei van het middelzure deelgebied;
- C. impressie van het meest zure bosgebied, met veel korstmossen op de stammen;
- D. het zonnetjesbaardmos *Usnea florida* is zeer algemeen in de Franse studiegebieden, als teken van de schone lucht met weinig ammoniak.

Foto's Arnold van den Burg

De beschikbaarheid van calcium, kalium en magnesium gemeten in de Franse locaties en het Edese Bos/Kernhem verschilt opvallend weinig, hoewel vergelijkbaar moeilijk is door het verschil in percentage organische stof (figuur 3 en tabel 1). Dit komt waarschijnlijk doordat het Edese Bos op een stuwwal ligt, welke mineralen- en nutriëntenrijker is dan de bodems van de Ginkel en de Oude eikenbossen, waar wel duidelijk minder beschikbaar calcium en kalium is gemeten (figuur 3). Het verschil in bladchemie tussen Frankrijk en het Edese Bos/Kernhem kan niet verklaard worden vanuit verschillen in de bodemchemie voor calcium en magnesium. Waarschijnlijk kunnen de bomen in het Edese Bos vanwege het zeer zure milieu de beschikbare voedingsstoffen niet in voldoende mate opnemen. Dit kan liggen aan de werking van de fijne plantenwortels, maar ook afhankelijk zijn van het functioneren van mycorrhizaschimmels.

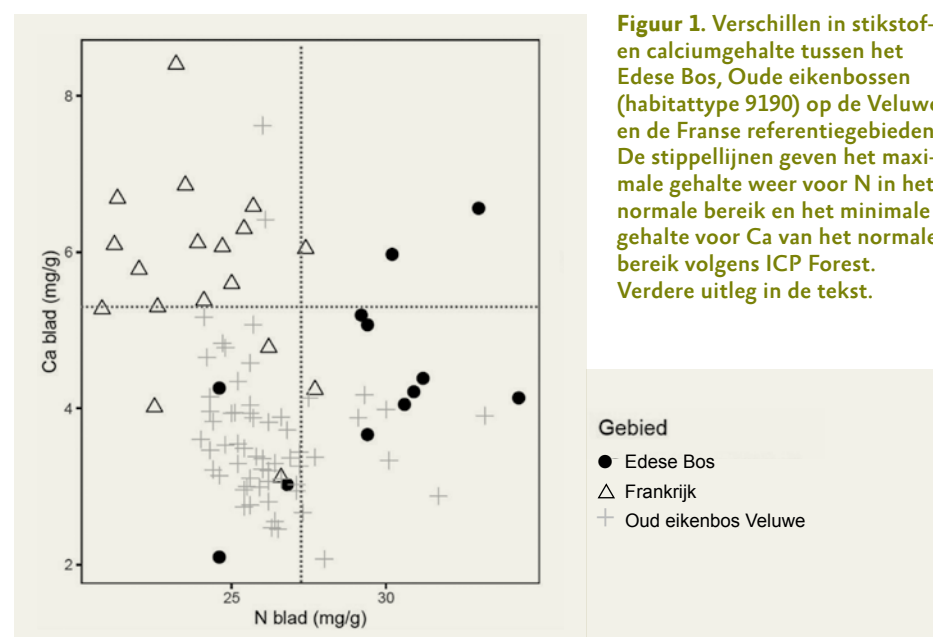
Wanneer de aluminiumzouten niet langer in oplossing kunnen gaan en inkomend zuur kunnen bufferen, kan de pH sterk dalen. Waarschijnlijk zien we dit gebeuren in het Edese Bos. De sterke pH-daling zorgt voor een milieu dat voor bijvoorbeeld huisjesslakken niet langer leefbaar is. Het opraken van aluminiumzouten en het daarmee verloren gaan van een belangrijk buffermechanisme is dan ook een mogelijke verklaring voor het plotselinge optreden van calciumgebrek bij eieren en nestjonge vogels in het Edese Bos.

Blik op natuurherstel

De vergelijking tussen de Nederlandse en de Franse bossen laat zien dat we in een deel van de Nederlandse zandgronden mogelijk zo ver zijn doorverzuurd, dat we zelfs niet langer in de aluminium-bufferrange zitten. In dit geval is er bijna geen zuurbuffering meer mogelijk. Het bodemleven wordt hierdoor ernstig in het functioneren en diversiteit aangetast. Er zijn geen natuurlijke mechanismen, waarmee deze bodems zichzelf kunnen herstellen. Dat betekent dat het dringend nodig is om de stikstofdepositie (en daarmee de

zuurlast) sterk terug te dringen, en dat daarnaast ook bodemherstelmaatregelen dringend nodig zijn, zeker in de Nederlandse zandregio's. Bodemherstelmaatregelen in verzuurde droge bossen op zandgrond kunnen niet zonder een aanvoer van basen. Dit is zowel noodzakelijk om de bodemchemie op orde te krijgen als voor het functioneren van het bodemleven. Vooral nog betreft dit experimentele maatregelen waarvan de effecten nog onderzocht worden (steenmeel, schelpenkalk en combinaties hiervan). De hier gepresenteerde gegevens zijn een aanwijzing dat verzuurde bosbodems in twee categorieën in te delen zijn: een groep waar door uitloging veel basische kationen uit de bodem zijn verdwenen (bijvoorbeeld in de Oude eikenbossen) en waar dus zowel een tekort aan voedingsstoffen als een pH-probleem bestaat, en een groep waar de nutriënten er wel zijn, maar onvoldoende door de planten worden opgenomen (bijvoorbeeld

eiken-beukenbossen van het Edese Bos) en dus vooral een pH-probleem opgelost moet worden. In het eerste geval is het belangrijk om de beschikbaarheid van voedingsstoffen te vergroten en de bodem-pH te verhogen om te zorgen dat deze voedingsstoffen ook opgenomen kunnen worden. Uit nu lopende onderzoeken moet blijken of dit lukt door enkel met steenmeel te werken (waarmee voedingsstoffen worden opgebracht maar het effect op de pH vooralsnog zeer gering is), of dat het noodzakelijk is om daarnaast een kalkproduct op te brengen. In het tweede geval, waar vooral een pH-probleem speelt en niet zozeer een tekort aan beschikbaarheid van voedingsstoffen, is het gebruik van enkel een kalkproduct voor de hand liggend. Een bijkomend probleem bij het verhogen van de pH zijn nog wel de onder invloed van zure depositie opgehoopte voedingsstoffen in de organische lagen van de bodem. Bij het verhogen van de pH

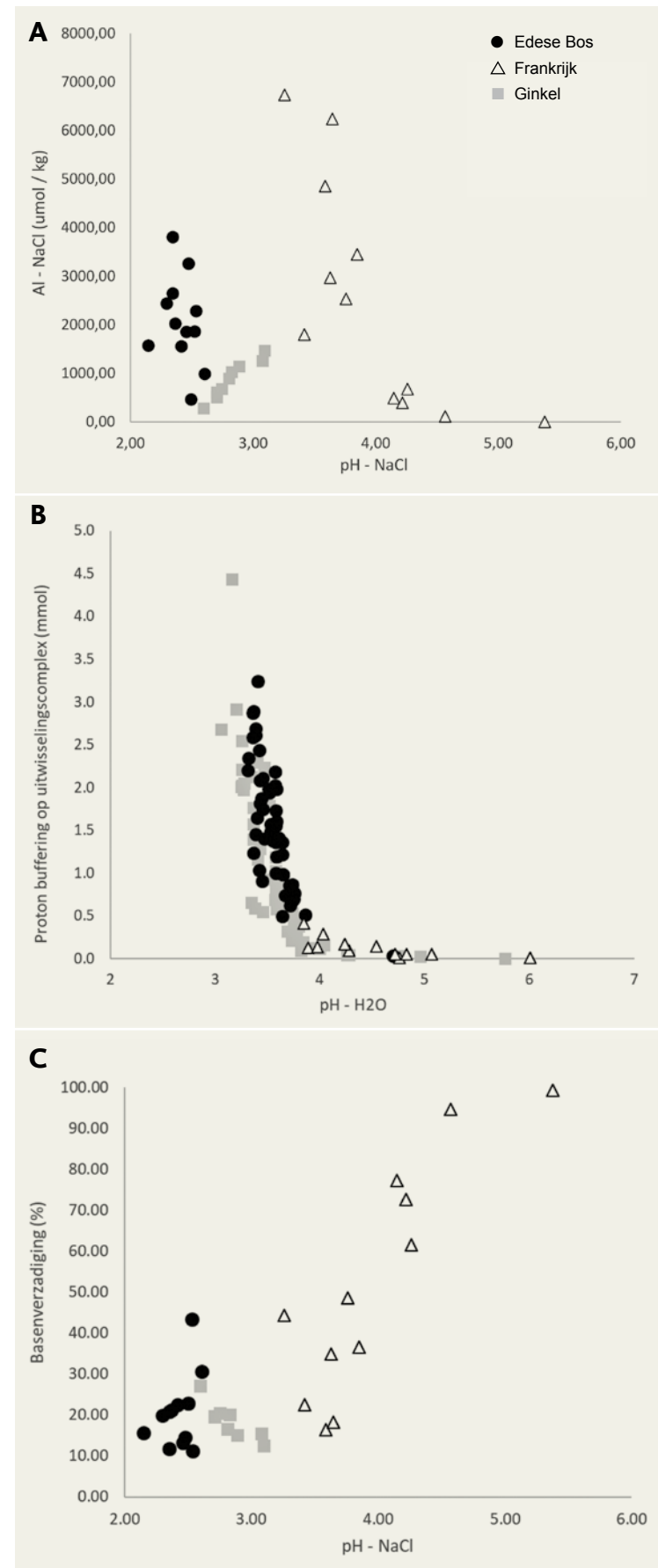


Figuur 1. Verschillen in stikstof- en calciumgehalte tussen het Edese Bos, Oude eikenbossen (habitattype 9190) op de Veluwe en de Franse referentiegebieden. De stippellijnen geven het maximale gehalte weer voor N in het normale bereik en het minimale gehalte voor Ca van het normale bereik volgens ICP Forest. Verdere uitleg in de tekst.

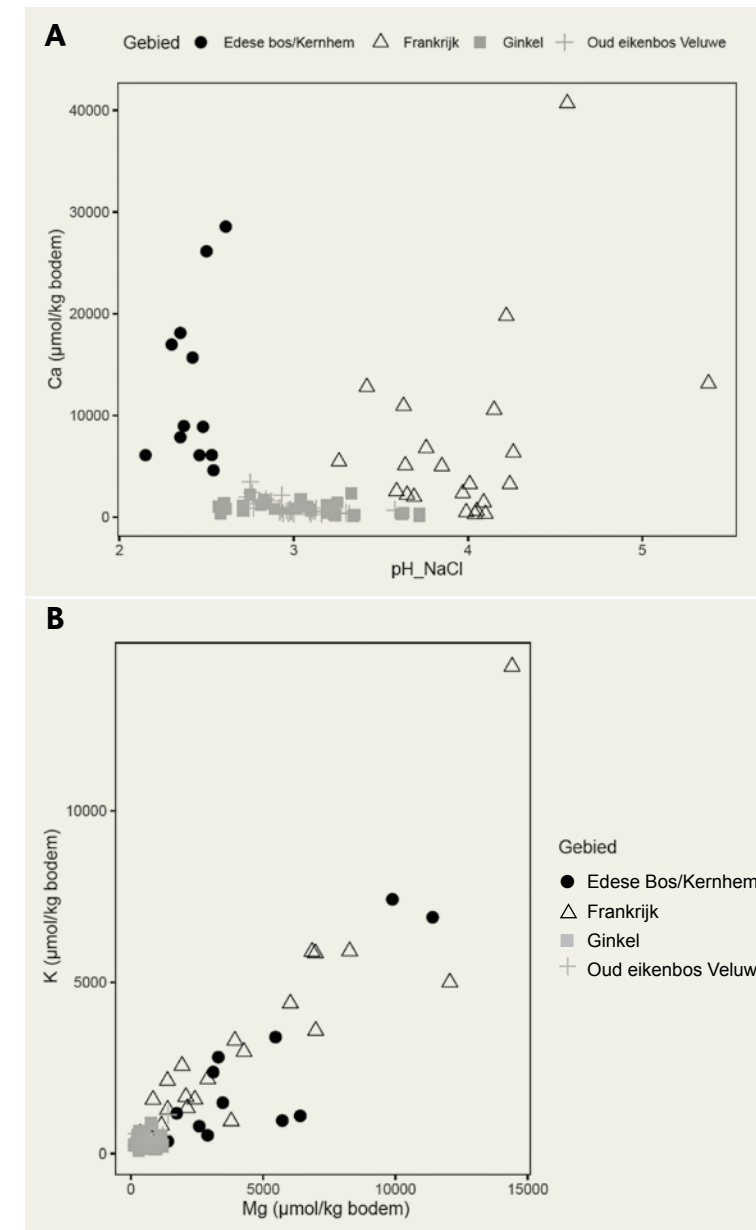
Tabel 1. Belangrijkste gegevens over de bodemdataset.

n = aantal monsters;
Org.stof = percentage organische stof gemeten met Loss on Ignition;
CEC = Cation Exchange Capacity gemeten in een strontiumextract;
pHz = pH gemeten in het zoutextract (0,2 mol NaCl);
Alz, Caz, Mgz en Kz = beschikbaar aluminium, calcium, kalium, magnesium gemeten in het zoutextract;
Alt = totaalgehalte aan aluminium gemeten na destructie van het bodemmateriaal. De getallen geven de mediane waarde, tussen haakjes het eerste en derde kwartiel van de waarnemingen (25-75%).

Locatie	tijd	laag (cm)	n	Org stof (%)	CEC (meq/kg bodem)	pHz (3.4-4.1)	Alz (µmol/kg bodem)	Alt (mmol/kg bodem)	Caz (µmol/kg bodem)	Mgz (µmol/kg bodem)	Kz (µmol/kg bodem)
Frankrijk	Lente 2022	0-10	22	23 (17-56)	63 (34-98)	4.0 (3.4-4.1)	2308 (998-3102)	889 (791-1086)	4129 (2050-9619)	2663 (1385-6644)	2151 (1298-4185)
Eikenbos (NL)	Winter 2020	0-10	33	5.4 (4.6-6.9)	37 (32-42)	3.0 (2.9-3.1)	1828 (1466-2339)	39 (30-46)	686 (487-1361)		
Edese Bos (NL)	Winter 2021	0-5	6	57 (34-82)	238 (209-310)	2.5 (2.4-2.5)	1784 (1126-2212)		12323 (8136-23533)	4386 (3160-8780)	3108 (2488-6023)
Ginkel (NL)	Winter 2020 en 2021	0-5 en 0-10	29	12 (7-16)	74 (61-103)	3.1 (2.8-3.2)	1196 (828-1878)	30 (16-40)	817 (364-1192)	593 (298-770)	265 (176-360)
Kernhem (NL)	Winter 2021	0-5	6	36 (20-51)	126 (95-230)	2.4 (2.3-2.5)	2146 (1851-2590)		7496 (6102-14949)	3186 (2663-5161)	883 (602-1069)



Figuur 2. Verschillen in bodemverzuring tussen de Franse en Nederlandse studiegebieden op basis van de pH en de bezetting van het uitwisselingscomplex met Al (A), H+ (B) en basische kationen (C). Uitleg in de tekst.



Figuur 3. Beschikbaarheid van Ca (A), K, en Mg (B) gemeten in het zoutextract. De overeenkomsten tussen Frankrijk en het Edese Bos zijn opvallend, terwijl de gehalten in de Ginkel en de Oude eikenbossen (habitattype 9190, nutriëntenarmer bodemtype) duidelijk achterblijven.

zullen de voedingsstoffen uit dit blad- en humuspakket vrijkomen, waardoor er verrijking van de vegetatie kan optreden. Dit effect zou hypothetisch verminderd kunnen worden door een deel van de strooisellaag (tot in het F-horizont) voorafgaand aan de bekalking te verwijderen. Maar er zijn ook duidelijke nadelen aan deze ingreep verbonden: de overleving van fijne plantenwortels, schimmeldraden van mycorrhiza's en bodemfauna in de organische laag kan in het geding komen. Het is nog onduidelijk hoe groot deze effecten zijn en hoe lang ze duren voordat natuurlijk herstel optreedt. Een kleine proef die we tien jaar geleden hebben ingezet in een open dennenbos op de Zuidwest-Veluwe laat hierin hoopvolle ontwikkelingen zien. De Franse studiegebieden laten ook zien dat eiken-beukenbossen geen dikke organische lagen met ophoping van plantenvoedingsstoffen nodig hebben. In een niet verzuurd, maar wel zuur bos horen deze nutriënten thuis in de bomen en niet in de grond.

bsp@upcmail.nl