

GRIP: ‘levende’ database koppelt vegetatie en bodemsamenstelling

Kennis van bodem en water is belangrijk in het Nederlandse natuurbeheer, maar een goed referentiekader van de specifieke bodem- en watersamenstelling per natuurtype ontbreekt nog. In dit artikel presenteren we een eerste uittreksel met bodemgegevens van GRIP: een online database met vegetatie-opnamen en bodem- en watermetingen van (voornamelijk) de afgelopen twintig jaar, die regelmatig wordt aangevuld met nieuwe gegevens.

De druk op landgebruik is groot in Nederland. Nederlandse natuurgebieden zijn dan ook geen stukken natuur zonder menselijke invloed, maar in feite halfnatuurlijke systemen met nevenfuncties, zoals extensief agrarisch gebruik, recreatie en waterberging. Ze staan onder druk door onder meer wateronttrekking, verslechtering van de (grond-)waterkwaliteit en stikstofdepositie. Natuurbeheer moet daarom op het scherpst van de snede uitgevoerd worden, wat een grondige kennis vereist van het biotisch en abiotisch functioneren. Er is daarom dringend behoefte aan een referentiekader: wat is eigenlijk de range van bodem- en/of watersamenstelling waarin specifieke vegetatietypen kunnen functioneren?

De ontwikkeling van zo'n referentiekader is vanuit het verleden nooit systematisch op grote schaal aangepakt, waardoor het per ecosysteem sterk verschilt in welke mate zo'n kader bestaat. Daarbij is door allerlei Nederlandse instituten een bonte variatie aan meetmethoden gebruikt, die onderling moeilijk vergelijkbaar zijn. Inmiddels gebruiken de vakgroep Ecologie van de Radboud Universiteit Nijmegen en Onderzoekcentrum B-WARE al zo'n vijftig jaar min of meer dezelfde meetmethoden in een groot aantal ecosystemen. Voor aquatische systemen is in het verleden een overzicht

van de relatie tussen waterplanten en waterkwaliteit verschenen (Bloemendaal & Roelofs, 1988).

Voor terrestrische ecosystemen is zo'n systematische aanpak vooralsnog niet uitgevoerd, maar de constante werkwijze heeft het mogelijk gemaakt om een consistente database op te bouwen van metingen in combinatie met een goed omschreven vegetatie: GRIP (Gemeten Referentiewaarden In Plantengemeenschappen). GRIP is tot stand gekomen door inzet van medewerkers van B-WARE, met incidentele ondersteuning door Staatsbosbeheer en BIJ12, en in enkele gevallen door het aanleveren van gegevens door derden. De database bevat nu ruim 4.500 vegetatieopnamen gekoppeld aan metingen aan bodem, porievocht en oppervlaktewater. In dit artikel publiceren we een eerste toepassing van deze GRIP-database, waarbij we ranges van (sturende) parameters geven voor enkele tientallen terrestrische vegetatie-eenheden waar momenteel voldoende gegevens van zijn. Gegevens over porievocht zijn weggelaten. Verder laten we aan de hand van blauwgrasland zien dat verder inzoomen op een vegetatietype een nauwkeuriger referentiebeeld oplevert. Ook lichten we toe hoe een dergelijk referentiebeeld gebruikt kan worden bij de ontwikkeling van blauwgrasland op voormalige landbouwgronden.

bodemsamenstelling
vegetatie
database
standplaatscondities
referentiewaarden

E. (Emiel) Brouwer
Onderzoekcentrum B-WARE,
Toernooiveld 1, 6525 ED
Nijmegen;
e.brouwer@b-ware.eu

A.H.W. (Adam) Koks
Onderzoekcentrum B-WARE

J. (Jelmer) van Doorn
Onderzoekcentrum B-WARE

M. (Mark) van Mullekom
Onderzoekcentrum B-WARE

Foto **Mark van Veen**.
Landschap bij de noordtak
van de Springendalse
beek. Hier ontspringt de
beek in natuurgebied en
stroomt door grasland en
elzenbroekbos.

Meetmethoden en gegevensopslag

Vegetatieopnamen zijn verwerkt in het programma Turboveg (Hennekens & Schaminée, 2001), waarbij elke opname een uniek nummer heeft gekregen en een minimaal aantal kopgegevens bevat zoals datum, coördinaten en totale bedekking. Verder zijn de waargenomen soorten genoteerd, inclusief een bedekking in procenten of een andere gangbare schaal (Braun-Blanquet, Londo, Tansley e.d.). Via het unieke nummer zijn de opnamen, in de programmeertaal R, voor verdere verwerking gekoppeld aan de analysedata van de bodemsamenstelling. De meest gebruikte meetgegevens uit de GRIP database zijn:

- Fractie organisch stof in de bodem, berekend uit het gewichtsverlies na uitgloeien bij 550 graden Celsius.
- Totale verweerbare fracties, bepaald door middel van een extractie met geconcentreerd salpeterzuur (destructie).
- Zout-extraheerbare fractie van ionen in de bodem, inclusief de zuurgraad.
- Plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P), bepaald door middel van een extractie met natriumbicarbonaat.

Alle gehalten zijn uitgedrukt per liter verse bodem om de ontwikkeling van planten op bodemtypen die (sterk) verschillen in soortelijk gewicht (*bulk density*), vergelijkbaar te houden.

Selectie gegevens en statistische bewerking

De GRIP-dataset bevat gegevens uit de periode 1974-2023, waarbij het grootste gedeelte van de gegevens afkomstig is van na 2000. Van de ruim 4.500 opnamen zijn er ongeveer 3.500 afkomstig uit terrestrische milieus. Aan elk van deze terrestrische opnamen is met behulp van het programma Associa (Van Tongeren et al., 2008) binnen Turboveg een vegetatietype ((sub)associatie) toegekend: Associa geeft een eerste t/m vijfde keuze; deze toekenning is handmatig nagelopen. Bij ruim 500 opnamen die niet goed aan een associatie

gekoppeld konden worden is een indeling op alleen verbondsniveau gemaakt, of is de opname gekoppeld aan een zelf gedefinieerde eenheid of aan een andere associatie dan de door Associa gesuggereerde typen. Enkele honderden opnamen zijn niet gebruikt omdat ze te heterogeen waren of plantensociologisch gezien moeilijk te duiden.

Voor dit artikel zijn alleen die vegetatie-eenheden meegenomen waarvan 20 of meer opnamen beschikbaar zijn: in totaal 2.170 opnamen. In de beschrijving worden alleen bodemchemische parameters genoemd waarvan minstens 15 waarnemingen aanwezig zijn voor de betreffende vegetatie-eenheid. De nadruk ligt in dit artikel op de koppeling tussen bodemchemische parameters van de bovenste bodemlaag (0-10 à 20 cm onder maaiveld) en de vegetatie in het terrestrische milieu. Van oudere gegevens is vaak geen bulk density bepaald waardoor gehalten niet kunnen worden uitgedrukt per liter verse bodem. In dat geval is de bulk density geschat via een sterke correlatie met het gehalte organisch stof ($R^2 = 0,889$). Nog oudere opnamen zonder bepaling van organische stof zijn niet meegenomen in de analyse. Er is voor gekozen om sterk afwijkende gegevens niet uit de gebruikte dataset te verwijderen. Dit soort ruis ontstaat onder meer door opnamen die niet voldoen aan het ideale beeld van de betreffende vegetatie-eenheid, door seizoensfluctuaties, door per bodemtype sterk afwijkende concentraties en doordat de vegetatiesamenstelling achterloopt op allerlei veranderende omgevingsinvloeden (vermesting, verdroging, verstoring, e.d.). Door de bodemchemische data met behulp van een 25-75% percentiel weer te geven wordt de ruis aan de uiteinden weggefilterd en ontstaat een voldoende robuust beeld.

Resultaten

Tabel 1 presenteert voor in totaal 42 vegetatie-eenheden de bodemchemische samenstelling. Voor de meeste een-

heden kon een specifieke associatie worden aangeduid. Bij de associatie van gewone dophei (*Ericetum tetralicis*) is een aparte soortenrijke variant onderscheiden die tussen de typische associatie en die met gevlekte orchis (subass. *orchietosum*) zit. Ook de zinkvegetaties zijn als aparte subassociatie onderscheiden (*Festuco-Thymetum violietosum calaminariae*). De totale hoeveelheid weerbaar zink van deze subassociatie is 86-332 mmol/l, terwijl dat voor de overige vegetatie-eenheden beneden de 3 mmol/l ligt. Voor enkele andere vegetatie-eenheden waren alleen voldoende gegevens voorhanden op verbondsniveau: het dotterbloemverbond (*Calthion*) en het verbond van look zonder look (*Galio-Alliarion*). Voor het windhalmverbond (*Aperion*) geldt dan weer dat het matig ontwikkelde vegetaties betreft die niet tot de hieronder vallende associaties konden worden gerekend. De slechtst ontwikkelde akkergemeenschappen van zandgronden zijn zelfs op ordeniveau samengebracht in de orde van gewone spurrie (*Segetalia*). Voor de elzenbroekbossen zijn apart gegevens opgenomen van matig ontwikkelde typen die vaak verruigd en/of verdroogd zijn, dit op verbondsniveau (*Alnion*). Ten slotte zijn ook gegevens toegevoegd van een vegetatie die nog geen duidelijke plek heeft in de plantensociologie: bosaanplanten op voormalige landbouwgronden op zand.

Bij deze gegevens moeten we een paar kanttekeningen plaatsen:

- De gegevens zijn verzameld in een periode waarin het landschap sterk beïnvloed wordt door allerlei externe factoren. Het is waarschijnlijk dat bijvoorbeeld veel plantengemeenschappen van de zandgronden een onnatuurlijk zwaartepunt vertonen aan de zure en/of stikstofrijke kant.
- Goed ontwikkelde akkerkruidengemeenschappen zijn in Nederland op minder dan 20 akkers (per type) bewaard gebleven. De meeste van deze reserwaattakkers liggen nu op in het verleden intensief gebruikte landbouwgronden. Dit geeft vermoedelijk

een scheef beeld van met name het gehalte organische stof, de totale hoeveelheid fosfor en de hoeveelheid voor de plant beschikbaar fosfaat.

- Voor bossen zijn geen gegevens gepresenteerd over de zure, vaak meer dan 10 cm dikke humuslaag die in veel bossen op kalkloze zandbodems de toplaag van de bodem vormt.
- Voor natte systemen is ook de samenstelling van het bodemvocht een belangrijke parameter. Deze is niet weergegeven in de overzichtstabel, maar zal wel aangehaald worden in het voorbeeld van blauwgrasland (*Cirsio dissecti-Molinietum*), aangezien deze voor de plantengroei op natte bodems zeer relevant is.
- Verder zijn er allerlei uitzonderingen mogelijk waardoor een vegetatie goed ontwikkeld is terwijl de bodemsamenstelling voor één of meerdere parameters ver buiten de range ligt. Zo is op een aantal voormalige, zeer fosfaatrijke akkers al meer dan 10 jaar een ontwikkeling gaande richting soortenrijk grasland. Hier lijkt limitatie door droogte en/of stikstof een rol te spelen (Eichhorn et al., 2020), iets wat momenteel verder wordt onderzocht.

Bovenstaande zaken hebben relatief weinig effect op het totaalplaatje van de variatie van standplaatsen over alle vegetatietypen. Door het gebruik van de 25-75% percentielen wordt veel ruis weggenomen. Op een meer gedetailleerd niveau is echter nog veel ruimte voor verdere verfijning van de koppeling tussen standplaatsen en vegetatie. Dit illustreren we hieronder aan de hand van blauwgrasland.

Inzoomen op blauwgrasland

Blauwgrasland is één van de bekendste en soortenrijkste typen schraalland van Nederland. Het type is in de afgelopen decennia sterk achteruit gegaan. De vegetatiesamenstelling varieert, afhankelijk van bodemtype, hydrologie en geografische ligging. In de vegetatie-

kunde worden vier subassociaties onderscheiden. Deze verfijnde indeling is met de GRIP-gegevens echter (nog) niet goed te onderbouwen. Bijna alle opnamen worden door Associa toegevoegd aan de typische subassociatie (*typicum*) en de subassociatie met *parnassia* (*parnassietosum*), maar het verschil in soortensamenstelling (binnen de GRIP-data) is miniem en de overlap in de ranges voor meetgegevens is groot. De subassociatie met *parnassia* heeft gemiddeld een iets hogere

pH-zout (5,0 tegen 4,7) en iets meer calcium-totaal (Ca-t) (61 tegen 46 mmol/l) vergeleken met de typische subassociatie (*typicum*).

Als de bodem als uitgangspunt wordt genomen leidt dat tot een betere onderverdeling (tabel 2). Er is hier blauwgrasland op drie typen bodems onderscheiden, met daarbij een verzuurde en een vermeste variant. De meeste opnamen in GRIP zijn afkomstig van zand- en leembodems. Een fosfaatarme toestand wordt hier geïn-

Tabel 1 Bodemsamenstelling van de 42 geselecteerde vegetatie-eenheden. Weergegeven is de range waarin 50% van de waarnemingen valt (25-75% percentiel). OS = organisch stof, -t: totaal; -z = zout-extraheerbaar.

P = fosfaat, Al = aluminium, Ca = calcium, Fe = ijzer, K = kalium, NO₃ = nitraat, NH₄ = ammonium. A. = associatie van ..., SA = subassociatie, RG = rompgemeenschap.

Tabel 1 Soil composition of 42 vegetation units. The range that includes 50% of the data (25-75 percentile) is given. OS = organic matter, -t: total content; -z = salt-extractable fraction.

P = phosphorus, Al = aluminium, Ca = calcium, Fe = iron, K = potassium, NO₃ = nitrate, NH₄ = ammonium. A. = association of ..., SA = subassociation, RG = basic association.

VENEN	OS (%)	pH-z	Olsen-P (mm/l)	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Fe-t (mm/l)	K-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ -z (µm/l)	P-z (µm/l)
Veenmosrietland, sA. Pijpenstrootje	94-97	3,3-3,8		1-2	0-2	2-8	1-3	1-2	1,6-4,6	1-3	8-55	1-9
A. Moerasstruisgras & Zompzegge	74-93	4,2-5,4	0,19-0,50	1-3	1-15	9-24	1-26	1-3	6,5-9,6	2-7	34-135	1-9
A. Schorpioenmos & Ronde zegge	80-92	5-6,1		1-3	1-5	15-31	2-45	1-3	6,6-12	2-6	13-97	1-4
RG Pijpenstrootje & Veenpluis	6-11	3,3-3,5	0,26-0,41	2-3	33-63	3-4	6-14	2-3	0,8-2,2	3-7	36-253	1-2
A. Gewone dophei & Veenmos		3,1-3,5	0,17-0,35	0-1	0-3	1-3	0-3	0-1	0,8-2,5	5-27	4-381	1-2
Knopbies-associatie	2-9			3-6		20-58		7-11				

HEIDEN	OS (%)	pH-z	Olsen-P (mm/l)	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Fe-t (mm/l)	K-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ -z (µm/l)	P-z (µm/l)
A. Moeraswolfsklauw & Snavelbies	2-7	3,5-4,1							0,5-1,6		20-90	
A. Gewone dophei	4-11	3,3-3,8	0,24-0,43	2-4					0,3-1,6	4-22	4-208	0-2
A. Gewone dophei, soortenrijk	4-24	3,5-4,5	0,17-0,40	1-2	33-90	4-7	6-21	3-4	1,6-5,7	6-45	6-40	0-1
A. Struikhei & Stekelbrem	5-17	3,2-3,6	0,26-0,48	2-3	33-74	2-5	9-29	2-3	0,4-1,5	2-38	9-157	1-2

AKKERS	OS (%)	pH-z	Olsen-P (mm/l)	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Fe-t (mm/l)	K-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ -z (µm/l)	P-z (µm/l)
Windhalm-verbond	2-5	4,5-5,5	2,19-3,40	13-24	59-119	19-36	19-72	5-11	5,3-9,3	35-157	36-184	20-96
Korensla-associatie	2-4	4,1-4,7	2,27-3,65	17-30	76-129	11-26	50-87	6-12	3,2-6,1	30-62	46-140	13-73
A. Ruige klaproos	2-3	5,2-5,9	1,69-2,91	14-20	68-118	27-45	40-130	7-10	4,9-9,4	20-121	39-241	15-120
Orde van Gewone spurrie	2-5	4,1-5,6	2,12-3,50	14-24	68-123	14-38	21-52	6-9	4,6-7,9	47-324	28-131	25-102

GRASLANDEN	OS (%)	pH-z	Olsen-P (mm/l)	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Fe-t (mm/l)	K-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ -z (µm/l)	P-z (µm/l)
RG Ruw beemdgras & Engels raaigras	7-13	5,1-5,9	1,50-3,35	22-32	156-536	45-421	228-389	25-64				
RG Fioringras	7-15	4,7-5,5	0,87-1,57	14-25	80-564	26-96	24-384	19-50	7,2-26	18-419	40-211	2-6
Duin-Buntgras associatie	0-0	4,1-4,4	0,06-0,12						0,34-0,89	18-81		10-39
A. Schapegras & Tijm	3-8	4,1-4,6		7-13					3,4-6,9		65-169	
A. Schapegras & Tijm, sA Zinkviooltje	9-17			20-35	183-304	39-89	381-924	14-28				
Duin-Struisgras associatie	2-4	5,1-5,7	0,19-0,43	4-5					3,8-7,8		37-114	
RG Gew. struisgras & Gew. biggenkruid	5-7	4-4,8	0,69-1,50	4-11	43-118	10-31	28-97	4-10	3,1-8,4	9-79	73-190	1-3
Kalkgrasland	8-11	7,4-7,6	0,33-0,43	9-11	130-393	1331-3711	118-244	25-46	23-37	30-94	11-109	1-3
Blauwgrasland	16-52	4,2-5,2	0,19-0,56	2-7	68-220	22-77	25-131	3-9	11-21	3-11	40-148	0-1
A. Veldrus & Gevlekte orchis	9-33	4,6-6,1	0,36-0,93	6-10	52-261	25-77	56-180	4-11	7,5-13		15-261	1-41
Glanshaver-associatie	6-11	6,8-7,6	0,50-1,01	14-19	205-394	101-498	149-325	21-37	14-22	43-527	21-65	2-6
Kamgrasweide	6-18	4,7-6	0,49-1,10	16-23	264-808	68-126	239-403	22-52	15-34	17-100	22-72	1-3
RG Gestreepte witbol & Engels raaigras	6-15	4,5-5,2	1,22-2,56	15-25	81-387	27-78	31-322	4-21	5,4-8,5	56-158	68-288	1-6
Rg Gestreepte witbol & Koekoeksbloem	7-16	4,5-5	0,65-1,76	13-23	81-177	22-57	29-336	5-19	6,4-14	6-87	129-339	2-7
A. Liggend walstro & Schapengras	5-11	3,6-4	0,41-0,83	3-5	58-143	4-11	23-70	3-7	6,4-2,6	4-65	11-190	1-2
A. Klokjesgentiaan & Borstelgras	5-22	3,7-4,3	0,25-0,47	2-5	51-118	5-15	14-59	3-10	1,2-6,8	3-42	5-103	0-2

BOSSEN & ZOMEN	OS (%)	pH-z	Olsen-P (mm/l)	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Fe-t (mm/l)	K-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ -z (µm/l)	P-z (µm/l)
Verbond van Look-zonder-look	8 - 11	5,2 - 7,2	0,99 - 1,74	21 - 29	155 - 567	111 - 453	178 - 435	6-57	21 - 29	146 - 636	35 - 137	2 - 10
A. Grauwe wilg	14 - 43	3,9 - 5,1							7,0 - 15	5 - 24	31 - 226	2 - 29
Elzenzegge-elzenbroek	38 - 75	4,1 - 5,7	0,17 - 0,71	4 - 19	9 - 60	29 - 99	36 - 313	1-4	2,9 - 19	2 - 267	88 - 344	1 - 2
Elzenbroek verruigd	8 - 69	3,7 - 5,5	0,55 - 1,33	4 - 16	18 - 151	12 - 60	34 - 179	2-10	5,1 - 17	173 - 425	56 - 183	2 - 8
Berkenbroek	15 - 90	3,3 - 4,1							3,6 - 9,7	2 - 26	72 - 239	2 - 45
Berken-Eikenbos	2 - 11	3,1 - 3,7	0,41 - 0,83	3 - 4	29 - 91	3 - 10	19 - 54	3-6	0,4 - 3,0	4 - 33	55 - 104	2 - 5
Beuken-Zomereikenbos	6 - 13	2,8 - 3,1	0,57 - 0,99	3 - 5	47 - 94	3 - 5	18 - 43	3-7	1,3 - 2,2	115 - 334	86 - 204	6 - 31
Bochtige smele-Beukenbos	5 - 14	3 - 3,5	0,62 - 0,90	5 - 10	60 - 171	3 - 12	49 - 82	4-12	0,9 - 4,6	3 - 12	30 - 127	
Abelen-lepenbos	6 - 8	5 - 7,1	0,79 - 1,34	9 - 13	131 - 249	41 - 195	92 - 157	13-26	11 - 17	236 - 501	96 - 266	8 - 41
Vogelkers-Essenbos	8 - 12	4,1 - 5,5	0,52 - 1,09	6 - 12	99 - 211	21 - 56	95 - 252	5-10	9,9 - 15	128 - 311	81 - 201	1 - 3
Eiken-Haagbeukenbos	11 - 21	3,5 - 5	0,48 - 1,27	5 - 13	117 - 345	17 - 65	75 - 308	6-29	5,1 - 14	87 - 477	92 - 185	1 - 5
Bosaanplant op zandige bouwvoor	4 - 6	3,6 - 4,5	3,71 - 5,96	14 - 19	115 - 186	7 - 24	25 - 44	5-8	2,5 - 7,5	140 - 495	34 - 90	11 - 130

Tabel 2 Theoretische verfining van de ranges voor blauwgrasland door het onderscheiden van subtypen op verschillende bodems, en van twee degradatiestadia (verzuurd en verzuurd). Dit op basis van 7 tot 15 meetwaarden (onv. = onvoldoende gegevens, < 5 waarnemingen). Weergegeven is de range waarin 50% van de waarnemingen valt (25-75% percentiel). bv = bodemvocht; S = sulfaat, overige afkortingen, zie tabel 1.

Table 2 Theoretical breakdown of the ranges for the association *Cirsio dissecti-Molinietum*, based on soil properties and two degradation stages. Given is the the range that includes 50% of the data (25-75 percentile), based on a number of observations between 7 and 15. onv. = < 5 observations; bv = soil pore water; S = sulfate; other abbreviations, see table 1.

	OS (%)	Olsen-P (µmol/l)	Fe-t/P-t (mol/mol)	P-t (mmol/l)	Al-t (mmol/l)	Ca-t (mmol/l)	Fe-t/S-t (mol/mol)	pH-z	Ca-z (mmol/l)	P-z (µmol/l)	NO3-z (µmol/l)	HCO3-bv (µmol/l)	S-bv (µmol/l)
Klassiek (zand & leem, 15x)	18-39	160-360	14-25	3,3-8,9	88-221	21-94	4,0-5,6	4,5-5,7	10-24	0,3-1,1	2-195	172-1852	144-1140
Organisch (veen, 9x)	69-92	95-191	7-18	1,1-2,9	6,1-56	32-86	0,7-2,0	4,3-5,5	6,8-21	0,1-1,3	1-3	122-1360	67-238
Ijzerrijke leem (9x)	11-42	510-893	30-50	6,1-9,0	300-643	18-85	9,0-21	4,0-4,6	14-29	0-0,3	3-150	433-875	75-176
Verzuurd (10x)	13-65	215-583	4-29	2,1-6,3	72-177	10-44	1,1-3,0	3,6-4,8	7,1-16	0,1-0,9	2-5	110-440	204-1861
Verruigd (7x)	18-58	Onv.	Onv.	Onv.	Onv.	Onv.	Onv.	4,0-5,5	16-23	2,3-3,4	4-6	Onv.	Onv.

diceerd door een totale verweerbare fosfaatvoorraad (P-t) van 3-9 mmol/l, een plantbeschikbare (Olsen-P) fractie van 160-360 µmol/l en een zout-extraheerbare fractie van < 2 µmol/l. Blauwgraslanden op een veenbodem (OS van 65-95%) wijken hiervan af door een veel lagere verweerbare fosfaatvoorraad (P-t 1-3 mmol/l). Daarentegen bevatten de blauwgraslanden op wat zwaardere (ijzerrijke) leembodems juist meer fosfaat (P-t van 6-9 mmol/l, Olsen-P van 500-900 µmol/l): ijzer bindt fosfaat. Nog ingewikkelder wordt het als ook de verzuurde varianten worden bekeken. Deels zijn dit sterk zandige bodems met weinig Ca-t, deels sterk venige bodems met een verzuurde toplaag en doorgaans een veenmosdek. Verder hebben veel locaties te kampen met een sterke sulfaatverontreiniging in het grondwater en zwavelophoping in de bodem. Dit leidt zowel tot verzuringsgevoeligheid bij droogval als tot verzuuring (interne eutrofiëring). De sulfaatverontreiniging is ook zichtbaar in de hoge sulfaatconcentraties in het bodemvocht van de verzuurde variant (200-1900 µmol/l).

Tabel 2 laat zien dat een zelfde vegetatietype bij verschillende combinaties van bodemcondities kan voorkomen. Voor elke combinatie kunnen vervolgens verfijnde ranges worden opgesteld. Dit lukt nog beter wanneer degradatiestadia apart worden beschouwd. Dergelijke verfiningen zijn ook binnen veel andere associaties mogelijk als er voldoende gegevens zijn.

Bijvoorbeeld: binnen het glanshaverhooiland lijkt er sprake te zijn van lagere nitraatbeschikbaarheden op de kleiige bodems, terwijl op meer zandige en vaak kalkrijkere bodems de nitraatbeschikbaarheid hoger is en plantbeschikbaar fosfaat juist lager. De beschreven ranges zijn onder meer bruikbaar voor het beheren van de betreffende vegetatietypen. Dit lichten we toe met het voorbeeld van het ontwikkelen van blauwgrasland op voormalige landbouwgronden.

Toepassing bij omvorming landbouwgrond

In het kader van de aanleg van het Natuur Netwerk Nederland (NNN) worden veel landbouwgronden omgevormd naar natuur, maar deze zijn vaak ontwaterd en (zeer) rijk aan fosfaat. Voor herstel van de oorspronkelijk natte natuur zijn onder meer hydrologisch herstel en verschralling nodig. Het meten van de bodemsamenstelling maakt duidelijk welke verschrallingsmaatregelen kansrijk zijn, bijvoorbeeld maaien en afvoeren of het afgraven van de voedselrijke toplaag. Het is belangrijk om daarbij niet alleen op fosfaat te letten, maar bijvoorbeeld ook op de zuurbuftercapaciteit, het gehalte organische stof en de ijzerconcentratie. De GRIP-referentiedatabase kan ingezet worden om de natuurpotenties voor de verschillende bodemlagen te bepalen. De bodemsamenstelling kan op korte afstand sterk verschillen. Het is daarom raadzaam om verspreid over een



gebied, op basis van variatie in hoogteligging, (historische) perceelsgrenzen en bodemtypen, op drie tot vier dieptes (afhankelijk van de bodemopbouw) bodemmonsters te verzamelen. De diepte tot waarop meststoffen zijn uitgespoeld komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor. In graslanden op veen of klei is de bodem ondieper soms al minder rijk aan fosfaat, terwijl op zandgronden sprake kan zijn van fosfaatrijkere bodemlagen onder de bouwvoor als gevolg van uitspoeling of diepere bodembewerking in het verleden.

Verschrallingsbeheer

Met de kenmerkende range voor plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) voor blauwgrasland, kan op basis van de relatieve fosfaatbeschikbaarheid (Olsen-P/totaal-P) een streefconcentratie worden berekend voor de totale hoeveelheid verweerbaar fosfaat. Hoe meer ijzer, calcium en aluminium (fosforbindende elementen) ten opzichte van totaal-P in de bodem, hoe lager de P-beschikbaarheid voor planten. Hiermee is de vereiste P-afvoer bekend en kan een verschrallingsduur van de toplaag door middel van maaien en afvoeren (gemiddeld 10 kg P/ha/jaar, Sival & Chardon, 2004) of uitmij-

nen (gemiddeld 40 kg P/ha/jaar, Timmermans & Van Eekeren, 2012) worden berekend.

Als voorbeeld nemen we de Krimpenerwaard (bij Gouda), waar voor het Zuid-Hollands Landschap de voedselrijkdom in de toplaag van soortenarme graslanden is gemeten (tabel 3). Mede op basis van de resultaten kunnen vervolgens keuzes worden gemaakt ten aanzien van beheer. Wordt een verschrallings- of omvormingsbeheer voor de ontwikkeling van blauwgrasland ingezet, of is dat niet reëel en zet men in op de ontwikkeling van bijvoorbeeld de voedselrijkere rompgemeenschap van gestreepte witbol en echte koekoeksbloem (*Holcus lanatus-Silene flos-cuculi-Molinietalia*) (tabel 1), of op weidevogelbeheer?

De streefwaarde voor Olsen-P ligt op basis van tabel 2 tussen de ranges voor de variant op veenbodem (95-191 µmol/l) en ijzerrijke bodem (510-893 µmol/l), en wordt hier gekozen als 500 µmol/l. Tabel 3 laat zien dat voor het realiseren van deze streefwaarde (en dus voor de ontwikkeling van blauwgrasland) op locatie V2 ca. 40 jaar maaien en afvoeren nodig is, en op locatie V3 circa 235(!) jaar. Op locatie V1 is de toplaag al voldoende voedselarm; chopperen in combinatie met

Figuur 1 Uitgangssituatie (links) en verwijdering van de bouwvoor (rechts) in Vlijmens Ven - Honderd Morgen voor de ontwikkeling van natte schraalgraslanden. Foto's: Fons Mandigers

Figuur 1 Start situation and removal of the nutrient-rich topsoil in Vlijmens Ven - Honderd Morgen in order to stimulate the development of wet, nutrient poor grasslands. Photos: Fons Mandigers.

Figure 2 Locaties in het Vlijmens Ven - Honderd Morgen na afgraven, die zich ontwikkelen richting blauwgrasland (links) en richting een voedselrijker, kruidrijk grasland (rechts), als gevolg van verschillen in de fosfaatbeschikbaarheid. Foto's: Fons Mandigers en Mark van Mullekom

Figure 2 Locations in Vlijmens Ven-Honderd Morgen after topsoil removal, where the vegetation tends towards a well-developed *Cirsio dissecti*-*Molinietum* (left) or a grass & clover dominated vegetation (right), due to differences in phosphate availability. Photo's: Fons Mandigers en Mark van Mullekom

het opbrengen van maaisel van een goed ontwikkeld blauwgrasland kan hier voldoende zijn.

Een vergelijking van de tabellen 1 en 3 laat ook zien dat de huidige graslanden veel te nitraatrijk zijn. Dit is het gevolg van mineralisatie van het veen; de nitraatnalevering stopt waarschijnlijk wanneer de ontwatering ongedaan gemaakt wordt. Voldoende fosfaatvoer is dan wel wenselijk, omdat vernatten makkelijk leidt tot fosfaatmobilisatie en verzuuring (Smolders et al., 2008).

Afgraven van de voedselrijke top laag

Door metingen op meerdere dieptes uit te voeren wordt duidelijk op welke diepte de landbouwgrond voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde vegetatietypen. Een vergelijking van de gegevens in tabel 1 en 3 laat zien dat na hydrologisch herstel de ijzerrijke bouwvoor van de Hiemberg (Oost-Veluwe bij Eerbeek) zonder afgraven in theorie al geschikt zou zijn voor ontwikkeling van een dotterbloemhooiland, maar niet voor blauwgrasland. In de gebieden Hiemberg en Honderd Morgen & Vlijmens Ven (ten zuidoosten van 's-Hertogenbosch) werd na vooronderzoek (tabel 3) in-

gezet op ontwikkeling van blauwgrasland middels afgraven van de fosfaatrijke top laag van respectievelijk 30 cm (weiland) en 40 cm (maisakker).

In Hiemberg is na afgraven, hydrologisch herstel en aanbrengen van maaisel afkomstig van een blauwgrasland uit de regio, een soortenrijk blauwgrasland tot ontwikkeling gekomen. Uit een door B-WARE uitgevoerde evaluatie in 2014, en uit de PAS-monitoringsmeting in 2019, bleek dat de afgraving inderdaad tot een voldoende lage fosfaatbeschikbaarheid heeft geleid. De bodem is daarnaast goed gebufferd (Ca-t 125-243 mmol/l en Ca-z 33-41 mmol/l). De hoge soortenrijkdom, met tal van bijzondere grondwaterafhankelijke soorten, duidt erop dat de ecologische ontwikkeling van dit gebied voorspoedig verloopt (Bell & Van 't Hullenaar, in prep). In de Honderd Morgen en het Vlijmens Ven was de landbouw bodem dermate fosfaatrijk dat 135 jaar maaien en afvoeren nodig zou zijn om voldoende fosfor uit de bovenste 30 cm te verwijderen (tabel 3). De natuurontwikkeling verloopt zeer positief nadat gemiddeld 40 cm van de maisakkers is afgegraven, hydrologische herstelmaatregelen zijn genomen en maaisel uit natte schraallanden uit de re-



BERKENWOUDE															
Nr	Diepte	Grondsoort	OS	P-O	P-t	Fe-t	Fe/P	Al-t	Ca-t	Ca-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	M5
V1	0-20	kleiig veen	66	370	12,1	108	9,0	221	152	38162	4,5	98	6,1	737	0
V2	0-20	kleiig veen	51	719	20,4	167	8,2	496	128	34510	4,7	99	1,7	726	39
V3	0-20	kleiig veen	53	1280	61,5	141	2,3	259	162	32080	5,2	99	18,6	739	234

HIEMBERG															
Nr	Diepte	Grondsoort	OS	P-O	P-t	Fe-t	Fe/P	Al-t	Ca-t	Ca-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	M5
H1A	0-20	sterk lemig zand, bv	9	1138	25,4	777	30,6	224	83	19117	5,6	100	1,1	1230	89
H1B	20-30	sterk lemig zand, bv	10	833	32,1	1562	48,6	196	90	22530	6,1	100	0,2	942	40
H1C	30-40	sterk lemig zand	7	145	25,7	2716	105,5	435	113	41928	6,5	100	0,1	177	0
H1D	40-50	sterk lemig zand	1	98	8,3	315	37,9	253	94	30223	6,8	100	0,0	96	0
2014	0-20	sterk lemig zand	8	122	18,2	2761	151,7	408	125	40785	6,5	100	0,1	248	0
2019	0-20	sterk lemig zand	8	209	26,4	3801	143,8	243	243	33211	6,6	100	0,4	39	0

VLIJMENS VEN - HONDERD MORGEN															
Nr	Diepte	Grondsoort	OS	P-O	P-t	Fe-t	Fe/P	Al-t	Ca-t	Ca-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	M3
HMA	0-30	zand, bv	5	2190	16,7	105	6,3	172	29	-	-	-	-	-	135
HMB	30-40	zand, verstoord	2	1059	7,8	74	9,4	132	23	-	-	-	-	-	18
HMC	40-50	zand	2	293	2,8	39	13,7	81	17	-	-	-	-	-	0
2017_1	0-15	zand, humeus	4	936	13,2	173	13,1	338	44	12598	4,9	-	0,4	9	42
2017_2	0-15	zand	1	213	1,1	21	18,9	58	18	7093	5,7	-	1,5	19	0

gio werd opgebracht (figuur 2). Op de plekken waar een blauwgrasland tot ontwikkeling is gekomen (2017_2) is de bodem wel voedselarm (gemiddeld 213 $\mu\text{mol/l}$ Olsen-P), maar slechts matig gebufferd (gemiddeld Ca-t 18 mmol/l en Ca-z 7093 $\mu\text{mol/l}$). Aanvoer van bufferstoffen via het grondwater is hier belangrijk om te compenseren voor zuurvorming die het gevolg is van droogval van de bodem in de zomerperiode en van stikstofdepositie (Koks et al., 2022). Op locatie 2017_1 was de bodem tot op grotere diepte verrijkt met fosfaat en was de fosfaatbeschikbaarheid na afgraven van 40 cm nog in de range van de rompgemeenschap gestreepte witbol en echte koekoeksbloem. Op deze plek ontwikkelde zich dan ook

Tabel 3 Bodemsamenstelling op enkele locaties in Berkenwoude (Krimpenerwaard), de Hiemberg (Oost-Veluwe) en het Vlijmens Ven-Honderd Morgen (Noord-Brabant). Diepte = monsterdiepte in cm-maaiveld; OS = % organische stof (gloeiverlies); -t = totale concentratie (mmol/l verse bodem); -z = zoutuitwisselbare concentratie ($\mu\text{mol/l}$ verse bodem); BV = indicatieve basenverzadiging op basis van de zoutextractie; M3 en M5 = aantal jaren maaien en afvoeren tot een Olsen-P concentratie van 300 (M3) en 500 (M5) $\mu\text{mol/l}$ bodem.

Table 3 Soil composition of locations in Berkenwoude (Krimpenerwaard), and in seepage areas flanking the rivers IJssel (Hiemberg) and Meuse (Vlijmens Ven-Honderd Morgen). Diepte = sampling depth (cm); OS = organic matter (ignition loss); -t = total content (mmol/liter fresh weight); -z = salt-extractable fraction ($\mu\text{mol/l}$ fresh weight); BV = estimated base saturation (salt extract); M3 and M5 = number of years of mowing needed to realise Olsen-P concentrations of 300 (M3) and 500 (M5) $\mu\text{mol/l}$.

zo'n vegetatietype, met soorten als biezenknoppen, gestreepte witbol en witte klaver (figuur 2).

Bodemonderzoek & natuurherstel

De samenstelling van de bodem is één van de puzzelstukjes bij het opstellen van een inrichtingsplan en bepaalt mede welke inrichtingsmaatregelen kansrijk zijn. De uiteindelijke keuze van de maatregelen is ook afhankelijk van o.a. de hydrologische condities, de beschikbare middelen en het toekomstig beheer. Een eventuele ontgronding dient te passen in het hydrologische systeem; een maaiveldverlaging leidt tot andere hydrologische condities op de betreffende locaties maar kan ook de hydrologische condities (kwelstromen) in de directe omgeving beïnvloeden. Door deze informatie te combineren, kunnen weloverwogen keuzes worden gemaakt die de kansen op een succesvolle ontwikkeling vergroten (Van Mullekom et al., 2016).

Naar een beter begrip van de bodem

De huidige GRIP-database maakt het mogelijk om aan de hand van bodemchemische metingen in te schatten welke vegetatieontwikkeling kan worden verwacht. Hiermee vormt het een belangrijk hulpmiddel voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden, maar ook voor het opsporen van problemen in bestaande natuur. De bruikbaarheid kan echter nog sterk toenemen bij een verdere verfijning van de koppeling tussen vegetatie en standplaats. Zoals bijvoorbeeld:

- Meer inzicht in de seizoensdynamiek leidt tot smalere ranges voor bijvoorbeeld nitraat- en fosfaatconcentraties. Met name de zout- en waterextraheerbare fracties van allerlei elementen vertonen een grote seizoensvariatie als gevolg van de redoxtoestand, de hoeveelheid neerslag, bacteriële activiteit, opname door vegetatie en de aanvoer van bijvoorbeeld slib of strooisel.

- Interferenties tussen parameters kunnen beter in kaart worden gebracht. Zo is plantbeschikbaar fosfaat vaak een goede maat voor voedselrijkdom, maar kan een stikstoftekort in een fosfaatrijke bodem ook tot voedselarme condities leiden.
- Verschillende combinaties van beheer en standplaatscondities die tot een zelfde vegetatietype leiden kunnen worden voorzien van eigen ranges.
- Sommige vegetatietypen kennen een sterke verticale gradiënt, bijvoorbeeld pH-gradiënten in veenmosrietlanden, droge duingraslanden en humuslagen in bossen.
- De hydrologie is mede bepalend voor de standplaatscondities en vertoont vaak een aanzienlijke interferentie met de bodem- en watersamenstelling. In de toekomst is integratie met bestaande (en mogelijk nieuwe) hydrologische data gewenst.

We zien GRIP daarom als een 'levende database'; er zullen met enige regelmaat nieuwe, uitgebreidere versies worden gepubliceerd (www.b-ware.eu/expertise/referentiedatabase-grip).

Met dit artikel willen we laten zien dat het zinvol toepassen van meetgegevens alleen mogelijk is als er voldoende gegevens beschikbaar zijn, er voldoende rekening wordt gehouden met de context waarin deze worden toegepast, en er bij de gebruikers voldoende inzicht is in de achterliggende biogeochemische processen. We denken dat de nu gepubliceerde gegevens een belangrijk hulpmiddel vormen voor het ingewikkelde natuurbeheer in Nederland, en we werken eraan om de waarde van dit hulpmiddel in de nabije toekomst nog flink te verhogen.

Summary

GRIP: 'living' database links vegetation and soil composition

Emiel Brouwer, Adam Koks, Jelmer van Doorn & Mark van Mullekom

[soil composition](#), [database](#), [site conditions](#), [reference values](#)

In the past 20 years, the Radboud University and B-WARE research centre collected a large amount of data: on 4500 sites soil composition was determined and vegetation relevés were made. Due to methods of soil analysis remaining stable throughout the years, it was possible to assemble a coherent dataset which is called GRIP. Based on these data, 25-75 percentile ranges

for a number of soil parameters in 43 vegetation types are presented. It is also shown that a further subdivision of these vegetation types is often necessary to obtain more narrow ranges. An example of the use of these kind of data in nature restoration is given. In the near future, updates based on additional data will be published, containing information on more vegetation types.

Literatuur

Bell, J. S. & Van 't Hullenaar, J.W. (in prep). *Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking schetsontwerp stroomgebied van de Tondense Beek*. In opdracht van Provincie Gelderland.

Bloemendaal, F.H.J.L & Roelofs, J.G.M. (1988). *Waterplanten en waterkwaliteit*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. ISBN 90-5011-014-2

Eichhorn, K., Brouwer, E., Dorland E., Ketelaar R. & Van den Broek, T. (2020). Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond: wat is er mogelijk? *De Levende Natuur* 121(3), 92-95.

Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. (2001). Turboveg, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12, 589-591.

Koks, A.H.W., Van Mullekom, M., Van Dijk, G., Mandigers, F., Smits, L.J.P.M. & Smolders, F. (2022). Grootchalige natuurontwikkeling in en rondom het Vlijmens Ven. *Landschap* 39(4), 220-231.

Sival, F.P. & Chardon, W.J. (2004). *Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas*. Alterra. Rapport 1090.

Smolders, A.J.P., Lucassen, E.C.H.E.T., Van der Aalst, M., Lamers, L.P.M. & Roelofs, J.G.M. (2008). Decreasing the abundance of *Juncus effuses* on former agricultural lands with noncalcareous sandy soils: possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology* 16, 240-248.

Timmermans, B.G.H. & van Eekeren, N. (2012). Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos en Landschap* 1, 12-15.

Van Tongeren, O.N., Gremmen, N. & Hennekens, S.M. (2008). Assignment of relevés to pre-defined classes by supervised clustering of plant communities using a new composite index. *Journal of Vegetation Science* 19(4), 525-536.

Van Mullekom, M., Smolders, F. & Timmermans, B. (2016). *Van landbouw naar natuur. Een efficiënte en effectieve aanpak*. Brochure van Onderzoekcentrum B-WARE en het Louis Bolk Instituut. Beschikbaar op: www.b-ware.eu.