



---

# Natura 2000-habitattypen droge bossen in Drenthe

Onderzoek naar de kwaliteit van bodem, vegetatie en stamhout van eik in oude bossen

R.J. Bijlsma, S.P.J. van Delft & J.J. de Jong



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Natura 2000-habitattypen droge bossen in Drenthe

Onderzoek naar de kwaliteit van bodem, vegetatie en stamhout van eik in oude bossen

R.J. Bijlsma, S.P.J. van Delft & J.J. de Jong

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door de Provincie Drenthe.

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, september 2020

---

Gereviewd door:  
H.F. van Dobben, senior onderzoeker (WENR)

Akkoord voor publicatie:  
N.A.C. Smits, teamleider VBL

Rapport 3029  
ISSN 1566-7197

---

R.J. Bijlsma, S.P.J. van Delft & J.J. de Jong, 2020. *Natura 2000-habitattypen droge bossen in Drenthe; Onderzoek naar de kwaliteit van bodem, vegetatie en stamhout van eik in oude bossen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3029. 110 blz.; 35 fig.; 10 tab.; 60 ref.

De kwaliteit van droge, oude bossen in Drentse Natura 2000-gebieden (habitattypen 9120 Beuken-eikenbossen en 9190 Oude eikenbossen) is onderzocht met nadruk op bodemkenmerken, vegetatie en stamhout van eik. De bossen worden beoordeeld ten aanzien van effecten van natuurlijke verzuring door bodemontwikkeling en kunstmatige verzuring door intensief historisch bosgebruik en atmosferische depositie. Kenmerken van de in zeer oude bossen voorkomende dikke humusprofielen krijgen expliciet aandacht. Voor locaties met gedegradeerde bodems worden herstelmaatregelen voorgesteld in de vorm van experimentele bemesting.

Trefwoorden: Drenthe, Natura 2000, H9120, H9190, eikenbos, humusprofiel, verzuring, herstelmaatregelen

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/531632> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3029 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Mantingerbos, humusprofiel met oudbossoorten witte klaverzuring en sierlijke woudbraam (foto: Rienk-Jan Bijlsma).



---

# Inhoud

	<b>Verantwoording</b>	<b>5</b>
	<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding en werkwijze</b>	<b>13</b>
	1.1 Aanleiding en doel van onderzoek	13
	1.2 Werkwijze	13
	1.2.1 Aantal meetpunten en ligging	13
	1.2.2 Bodem- en humusprofiel en bodemchemie	15
	1.2.3 Chemie van stamhout eik	16
	1.2.4 Vegetatie en vegetatiekwaliteit	17
	1.3 Leeswijzer	19
<b>2</b>	<b>Historisch landgebruik, bodem, vegetatie en N-depositie</b>	<b>20</b>
	2.1 Toelichting beschrijving historisch landgebruik	20
	2.2 Beknopte bespreking van bodem en vegetatie van de meetpunten	22
	2.2.1 Drentsche Aa (Amerbos)	22
	2.2.2 Drents-Friese Wold	23
	2.2.3 Dwingelderveld	24
	2.2.4 Holtingerfeld	27
	2.2.5 Mantingerbos	30
	2.2.6 Norgerholt	33
	2.3 Stikstofdepositie	34
<b>3</b>	<b>Resultaten bodemchemisch onderzoek</b>	<b>35</b>
	3.1 Basenverzadiging in relatie tot profielkenmerken	35
	3.2 Voedingsstoffen stikstof en fosfor	39
	3.3 Bossen geordend naar bodemtextuur en -chemie	40
<b>4</b>	<b>Resultaten chemisch onderzoek stamhout eik</b>	<b>44</b>
	4.1 Relaties van nutriëntengehalten tussen bodem en hout	44
	4.2 Relaties tussen groei en nutriëntengehalte in hout	45
	4.3 Bespreking van de resultaten per element	48
	4.3.1 Stikstof	48
	4.3.2 Fosfor	49
	4.3.3 Kalium	50
	4.3.4 Calcium	51
	4.3.5 Overige elementen	52
<b>5</b>	<b>Conclusies &amp; discussie</b>	<b>53</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>57</b>
	<b>Bijlage 1 Factsheets bodem Drentsche Aa-gebied (Amerbos)</b>	<b>60</b>
	<b>Bijlage 2 Factsheets bodem Drents-Friese Wold</b>	<b>66</b>
	<b>Bijlage 3 Factsheets bodem Dwingelderveld</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlage 4 Factsheets bodem Holtingerfeld</b>	<b>78</b>

---

<b>Bijlage 5</b>	<b>Factsheets bodem Mantingerbos</b>	<b>87</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>Factsheets bodem Norgerholt</b>	<b>99</b>
<b>Bijlage 7</b>	<b>Sleutel voor pH-profieltypen</b>	<b>105</b>
<b>Bijlage 8</b>	<b>Vegetatie-opnamen</b>	<b>106</b>

---

# Verantwoording

Rapport: 3029

Projectnummer: WENR 5200045450

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: senior onderzoeker WENR

naam: H.F. van Dobben

datum: 11 maart 2020

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: N.A.C. Smits

datum: 13 maart 2020





---

# Woord vooraf

De provincie Drenthe kent tal van oude bossen, de zogenaamde holten en strubben, vaak gelegen nabij dorpen. Deze bossen zijn vanwege hun karakteristieke vegetaties grotendeels habitatype volgens de EU-Habitatrichtlijn. Sommige bossen zijn hierom zelfs aangewezen als Habitatrichtlijn-gebied en maken dan deel uit van het Natura 2000-netwerk. Het Norgerholt is een mooi voorbeeld. Vaker liggen holten en strubben in Natura 2000-gebieden in samenhang met andere karakteristieke vegetaties zoals heiden, stuifzanden en beekdalgraslanden. Voorbeelden zijn het Mantingerbos en Amerbos.

Er is weinig informatie beschikbaar over de kwaliteit van de bossen en in de betreffende beheerplannen zijn dan ook onderzoeksvragen opgenomen over de beoordeling van de huidige kwaliteit en eventuele maatregelen om de kwaliteit te verbeteren. Voorliggend rapport geeft invulling aan deze vragen, waarbij veel aandacht is besteed aan bodemkenmerken. Het gaat veelal om oude, soms zeer oude bosbodems die in de loop van eeuwen eigen kenmerken hebben ontwikkeld, maar tegelijkertijd onder invloed staan van voortgaande verzuring door atmosferische depositie.

Wij bedanken Willem Molenaar (Prolander) voor de opdracht en de plezierige en inspirerende begeleiding van het bossenonderzoek en Hans Dekker (Provincie Drenthe) voor het kritisch meelesen. De interne reviewers Han van Dobben en Nina Smits verbeterden de presentatie en onderbouwing van de onderzoeksresultaten. Jan Sevink (Universiteit van Amsterdam) droeg sterk bij aan de verklaring van gevonden eigenschappen van dikke humusprofielen.



---

# Samenvatting

## Inleiding

In 2019 is in bossen in Drenthe met de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (9120) en Oude eikenbossen (9190) onderzoek verricht met als doel:

- Het verkrijgen van inzicht in de kwaliteit van deze habitattypen en de aanwezige knelpunten op standplaatsniveau;
- Het presenteren van opties voor herstel- en beheermaatregelen om de kwaliteit te verbeteren en aldus bij te dragen aan het realiseren van de instandhoudingsdoelen van beide habitattypen.

Het onderzoek is uitgevoerd in de Natura 2000-gebieden Drentsche Aa (Amerbos; H9120), Drents-Friese Wold (H9190), Dwingelderveld (H9120), Mantingerbos (H9120) en Norgerholt (H9120). Deze reeks omvat zowel zeer oude bossen ('holten') met dikke, ongestoorde humusprofielen als relatief jonge heide- en stuifzandbossen (van kort na 1800). In alle onderzochte locaties was zomereik hoofdboomsoort.

In het onderzoek zijn per gebied op één of enkele voor het habitatype karakteristieke locatie(s) bepaald: vegetatiesamenstelling, bodemopbouw (horizonten van bodem- en humusprofiel), bodemchemie (van ectorganisch humusprofiel en de minerale bodemlagen 0-10 en 10-30 cm) en de chemische samenstelling van spint- en kernhout van zomereik.

## Conclusies bodem- en humusprofiel

- Dit is het eerste onderzoek naar kenmerken van oude bosbodems en chemie van stamhout in relatie tot boshistorie en de kwaliteit van habitattypen bos van de hogere zandgronden.
- De basenverzadiging (per eenheid droge stof) neemt in de onderzochte bossen toe met het percentage organische stof. Niveau en spreiding nemen af volgens ectorganisch humusprofiel >> mineraal 0-10 cm  $\geq$  mineraal 10-30 cm.
- De aangetroffen humusprofielen met dikke H-laag zijn het resultaat van zeer lange, ongestoorde bodemontwikkeling. Deze profielen bepalen in de betreffende droge bossen zowel de buffercapaciteit (basenverzadiging) als de nutriëntenvoorraden van de bosbodem en fungeren daardoor als belangrijkste bewortelingszone van het bos die vrijwel onafhankelijk is (geworden) van het moedermateriaal.
- De H-laag (bestaande uit praktisch niet verder afbreekbare humus) heeft een sterk negatieve invloed op de basenverzadiging van de minerale top laag (0-10 cm), maar niet op de minerale laag (10-30 cm). Deze invloed neemt sterk toe bij toenemende dikte van de H-laag en dus met de duur van ongestoorde bodemontwikkeling. Wij beschouwen dit als een vorm van natuurlijke verzuring.
- Het verwijderen van strooisel of humus in oude, inheemse loofbossen als maatregel om natuurlijke verzuring tegen te gaan, is zeer ongewenst en leidt tot aantasting van de natuurkwaliteit, gezien het belang van deze humusprofielen voor de nutriëntenstatus en basenverzadiging van het bosecosysteem en de cultuur- en natuurhistorische waarde.
- Basenverzadiging kan dus niet zonder meer worden gebruikt als indicator voor kunstmatige verzuring (d.w.z. veroorzaakt door intensief bosgebruik en/of verzurende depositie). Ten minste moeten leeftijdscategorie van het bos en de dikte van het humusprofiel worden betrokken bij de duiding. Beide aspecten zijn niet zonder meer gekoppeld: alleen in langdurig spontaan ontwikkelde droge bossen is er een duidelijk positieve relatie tussen leeftijd en dikte van het humusprofiel.

## Conclusies vegetatiekwaliteit

- De vegetatiekwaliteit nabij de boorpunten is beoordeeld door het voorkomen van zogenaamde oudbosplanten, zoals dalkruid, grote muur, sierlijke woudbraam (*Rubus bellardii*), zevenster en witte klaverzuring. Deze soorten kunnen zich goed handhaven op bosbodems met zeer dikke humusprofielen, ook op minerale bodem met zeer lage basenverzadiging als gevolg van natuurlijke verzuring. Vitale populaties van deze soorten komen in oude bossen vooral voor langs paden en op boswallen.

- 
- Soortkarteringen zijn nodig om verslechtering door uitsterfeschuld, verzuring en andere drukfactoren op langere termijn te kunnen vaststellen en duiden. Historische verspreidingsgegevens kunnen helpen bij het opsporen van bossen waarvan de samenstelling van de kruidlaag is verarmd, zoals waarschijnlijk het geval is op locatie HV3 (bosrelict langs es van Holtinge).

### **Conclusies stamhout**

- Het onderzoek geeft sterke aanwijzingen dat N-gehalten in spinhout van eik de lokale N-beschikbaarheid indiceren. Voor fosfor en kalium weerspiegelt het spinhout ten minste lage beschikbaarheid en indiceert kans op vitaliteitsproblemen. Het calciumgehalte geeft zowel in spint- als kernhout veel variatie te zien, wat wijst op historische veranderingen in beschikbaarheid. Al-gehalten waren in het algemeen erg laag en niet bruikbaar als indicator, maar Mn-gehalten (de ratio Mn/Ca) geeft wel een indicatie voor verzuring.
- Dit betekent dat het N-gehalte in hout kan worden gebruikt voor historische reconstructie en voor monitoring van N-depositie. Daarbij dient de diktegroei meegenomen te worden bij de interpretatie van de gehalten.
- Dit oriënterend onderzoek is veelbelovend als zoektocht naar indicatoren voor actuele en historische beschikbaarheid van essentiële nutriënten en voor verzuring. Aanvullend onderzoek zou moeten uitwijzen wat de meerwaarde is van chemische kenmerken van stamhout ten opzichte van kenmerken van de bladchemie.

### **Referenties voor oude bossen: het ecodiagram**

- Op grond van dit onderzoek onderscheiden we locaties die kunnen dienen als referentie voor relatief weinig verzuurde bossen en een goede ontwikkeling van beide habitattypen. Deze locaties worden gekenmerkt door leemgehalte van de bodem en basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm alsook door een karakteristiek ontwikkelde vegetatie.
- De locaties zijn geordend in een zogenaamd ecodiagram, dat fungeert als referentiebasis voor de beoordeling van beide (door eik gedomineerde) habitattypen. Hierbij zijn leemgehalte van de bodem, basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm en boshistorie doorslaggevende criteria en wordt het optreden van oudbosplanten gebruikt als kwaliteitsindicator.
- Voor habitatype 9120 onderscheiden we naast relatief weinig verzuurde referentiebossen ook verzuurde locaties, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen natuurlijke verzuring als gevolg van de ontwikkeling van zeer dikke humusprofielen en kunstmatige verzuring door langdurige hakhoutcultuur of aanleg op gedegradeerde bodems en versterkt door voortgaande verzuring door stikstofdepositie.  
In het eerste geval blijkt uit de vegetatiesamenstelling nog steeds sprake te zijn van goed ontwikkelde H9120; in het tweede geval is sprake van Berken-Eikenbos (kwalificerend voor H9190) en rekenen wij de locaties tot gedegradeerde H9120.
- Door de historisch gezien relatief lage depositieniveaus van zwavel en stikstof in Drenthe vormen de onderzochte locaties de best denkbare referenties voor de door eik gedomineerde vormen van de habitattypen 9120 en 9190 in Drenthe.

### **Habitatkwaliteit en opties voor herstel**

- Op basis van de in het ecodiagram gebruikte kenmerken wordt de kwaliteit van de meeste onderzochte bossen beoordeeld als goed, behalve voor de als gedegradeerde H9120 aangeduide categorie, gekenmerkt door het bostype Berken-Eikenbos op voor H9120 kenmerkende bodemtypen. De degradatie van bodem en vegetatie is het gevolg van langdurige hakhoutcultuur en/of aanleg als oud ontginningsbos op gedegradeerde bodems en is versterkt door voortgaande verzuring en stikstofdepositie.
- Gangbare PAS-herstelmaatregelen voor H9120 en H9190 zijn niet relevant voor de onderzochte bossen. Populaties van karakteristieke schaduwintolerante soorten met gering dispersievermogen (zoals dalkruid, grote muur, bosgierstgras, witte klaverzuring) kunnen worden versterkt door hier bij het onderhoud van paden en wegen rekening mee te houden. Maatregelen in het bos (zoals maken van open plekken) komen vooral ten goede aan soorten die snel kunnen reageren op tijdelijk gunstige lichtcondities, zoals adelaarsvaren, bosbramen en soorten met een langlevende zaadbank.
- Het knelpunt van bodemdegradatie kent (nog) geen maatregelen waarmee voldoende ervaring is opgebouwd. De locaties met degraderende bodems zouden deels kunnen worden bemest met steenmeel als experimentele herstelmaatregel. Verder kan bekalking (lichte dosis als mix van Ca,



---

Mg en K) worden toegepast om de effectiviteit van beide maatregelen te kunnen vergelijken. Afhankelijk van de nader te analyseren knelpunten in bodemchemie kan ook toediening van een P-meststof worden overwogen.

- De noodzaak, effectiviteit en uitvoering van bemestingsmaatregelen (tegen verzuring en/of voor herstel van mineralenvoorraad) moeten worden bepaald aan de hand van het in het kader van OBN-onderzoek voorgestelde protocol, waarbij nadrukkelijk ook de rol van dikke humusprofielen moet worden meegenomen met aangepaste referenties voor basenverzadiging van de minerale toplaag in oude bossen conform het ecodiagram in voorliggend rapport: een lage basenverzadiging van de minerale toplaag zonder meer is onvoldoende aanwijzing voor kunstmatige verzuring.
- Steenmeeltoediening of bekalking kan ook worden ingezet als hierdoor verzuringsgevoelige populaties van karakteristieke soorten van H9120 en H9190 kunnen worden behouden of versterkt.



---

# 1 Inleiding en werkwijze

## 1.1 Aanleiding en doel van onderzoek

In een aantal Drentse Natura 2000-gebieden zijn instandhoudingsdoelen opgenomen voor de Natura 2000-habitattypen Oude eikenbossen (9190) en Beuken-eikenbossen met Hulst (9120). Voor deze bossen is weinig informatie beschikbaar over de kwaliteit van de bossen. In de betreffende beheerplannen zijn dan ook onderzoeksvragen geformuleerd over de kwaliteit van deze habitattypen, met name de beoordeling van de huidige toestand (kwaliteit bos en standplaatscondities) en de mogelijke maatregelen om de kwaliteit te verbeteren.

In dit type bossen speelt sterk het probleem van doorgaande verzuring en het optreden van een nutriëntenonbalans (te veel stikstof, te weinig andere essentiële nutriënten), wat niet alleen doorwerkt op de kwaliteit van het habitatype, maar ook in de kwaliteit van leefgebied van bosgebonden fauna (Van den Burg et al., 2014, 2015; Van den Burg & Vogels, 2017; De Vries et al., 2017; Van Diggelen et al., 2019). Het in beeld brengen en volgen (monitoren) van de abiotische condities van habitattypen droge bossen kan daarom worden gebruikt voor evaluatie van eventuele maatregelen en het nader uitwerken van die maatregelen gericht op kwaliteitsverbetering of herstel.

In Nederland zijn beide habitattypen gedefinieerd als oude bosgroeiplaatsen (al aanwezig op de Topografische en Militaire Kaart van 1850). In dergelijke oude bossen op droge, betrekkelijk voedselarme gronden ontstaan dikke humuslagen bij een langdurig ongestoorde ontwikkeling, zoals bekend is van het in het onderzoek betrokken Mantingerbos (Stockmarr, 1975). Het is echter onvoldoende bekend welke invloed deze humusvormen hebben op bodemchemische kenmerken en ontwikkeling en daarom evenmin welke bodemchemische referenties kunnen worden gehanteerd voor goed ontwikkelde oude bosbodems.

Het doel van het onderzoek is:

- het verkrijgen van inzicht in de kwaliteit van Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met Hulst (H9120) en de aanwezige knelpunten op standplaatsniveau;
- het presenteren van opties voor herstel- en beheermaatregelen om de kwaliteit te verbeteren en op die manier bij te dragen aan het realiseren van de instandhoudingsdoelen van beide habitattypen.

Het onderzoek betreft kenmerken van het bodem- en humusprofiel, de bodemchemie, de vegetatiesamenstelling en de chemie van het stamhout van eik.

De geselecteerde Natura 2000-gebieden voor dit onderzoek zijn Dwingelderveld, Holtingerveld, Norgerholt, Mantingerbos, Drents-Friese Wold en het Drentsche Aa-gebied (Amerbos) (Figuur 1.1).

## 1.2 Werkwijze

### 1.2.1 Aantal meetpunten en ligging

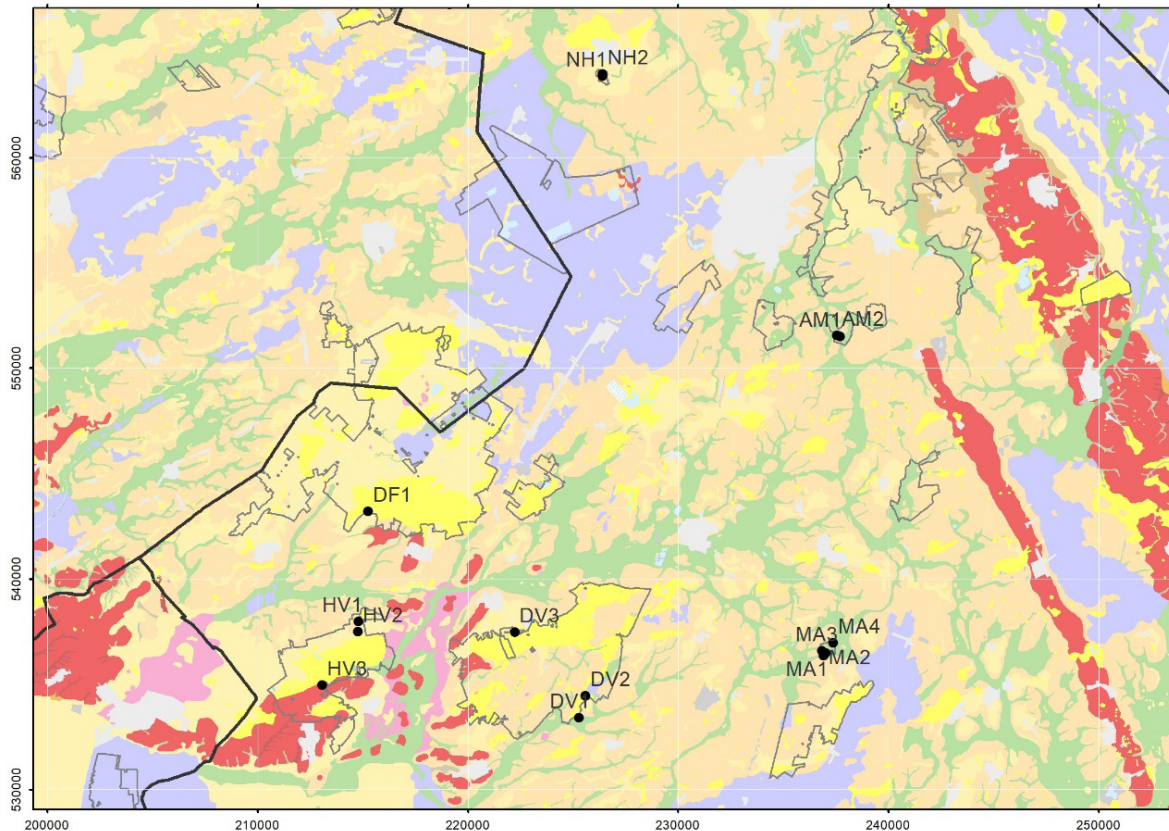
Op grond van de huidige habitatkaart<sup>1</sup> en bodemkaart 1:50.000 (ruimtelijke verspreiding/clustering van habitatype op verschillende bodemtypen in de gebieden) is gekozen voor een steekproef met zestien meetpunten (Tabel 1.1).

---

<sup>1</sup> Een geaggregeerde AERIUS-versie van geheel Nederland uit maart 2018, ook gebruikt voor de Habitatrichtlijnrapportage in 2019.

**Tabel 1.1** Aantal meetpunten bodem/vegetatie in de geselecteerde Natura 2000-gebieden alsook nummers van plots van de Nederlandse Bosinventarisatie (NBI). Zie Figuur 1.1 voor ligging van de meetpunten in Drenthe. Habitattype volgens de habitatkaart.

Gebied	Code	H9120	H9190	NBI-plots
Drentsche Aa (Amerbos)	AM	2		77277
Drents-Friese Wold	DF		1	69794
Dwingelderveld	DV	1	2	geen
Holtingerveld	HV	2	1	69788 (H9190)
Mantingerbos	MA	4		geen
Norgerholt	NH	2		73714
	Totaal	11	4	



**Figuur 1.1** Overzicht van de ligging van de meetpunten in Drentse bossen. Provinciegrenzen: dikke donkergrijze lijnen; Grenzen Natura 2000-gebieden: dunne donkergrijze lijnen. AM=Amerbos; DF=Drents-Friese Wold; DV=Dwingelderveld; HV=Holtingerveld; MA=Mantingerbos; NH=Norgerholt. Ondergrond: Geomorfologische Kaart Nederland.

De precieze locaties zijn in het veld bepaald, zodanig dat sprake is van representatieve bosdelen zonder randinvloeden (paden, buitengrenzen). Waar mogelijk zijn meetpunten gelegd in proefvlakken van de Nederlandse Bosinventarisatie (Schelhaas et al., 2014; Tabel 1.1), waardoor een koppeling mogelijk is met gedetailleerde meetreeksen van de bosstructuur en aanwas. Voor het Norgerholt is verder aangesloten op meetpunten (zgn. steekproefcirkels) van het bosreservatenprogramma (Broekmeyer et al., 1995; Bijlsma & Clercx, 2019).



## 1.2.2 Bodem- en humusprofiel en bodemchemie

### Algemeen

Op de onderzoeklocaties zijn per meetpunt kenmerken van het bodem- en humusprofiel beschreven, voor de bodem volgens de handleiding voor grootschalige karteringen (Ten Cate et al., 1995). Naast diktes van horizonten zijn ook o.a. gehalten organische stof en (voor de minerale horizonten) leem geschat. Tabel 1.2 geeft een overzicht van de aangetroffen bodemtypen. De classificatie van humusprofielen is volgens Van Delft et al. (2006). De dikte van de H-laag is een belangrijke indicator voor de ouderdom van de ongestoorde bodem (Berg & McClaugherty, 2008). Het pH-profieltype wordt afgeleid van bodemchemische kenmerken naar Van Delft & Kemmers (2013) volgens de uitgebreide sleutel in Bijlage 7.

Bodem- en humusprofielkenmerken en kenmerken van de zuurbuffer zijn per meetpunt samengevat in factsheets, per gebied opgenomen als Bijlage 1-6.

**Tabel 1.2** Overzicht van aangetroffen bodemtypen volgens Ten Cate et al. (1995) en de Bodemkaart van Nederland (De Vries et al., 2003).

Ten Cate et al. (en dit rapport)	Bodemkaart van Nederland	Omschrijving
zEZ35	zEZ23	Zwarte enkeerdgrond in sterk lemig zeer fijn zand
Hd35	Hd23	Haarpodzolgrond in sterk lemig zeer fijn zand
Hn35, Hn35x, sHn35	Hn23, Hn23x, sHn23	Veldpodzolgrond in sterk lemig zeer fijn zand, met keileem ondieper dan 120 cm (x) of een (stuif)zanddek dunner dan 40 cm (s)
Hn53	Hn21	Veldpodzolgrond in zwak lemig, matig fijn zand
Y35, Y35x	Y23, Y23x	Holtpodzolgrond in sterk lemig, zeer fijn zand, met keileem ondieper dan 120 cm (x)
bZ31	Zd21	Duinvaaggrond in leemarm, zeer fijn, zeer humusarm stuifzand, dikker dan 150 cm
tZg57x	pZg23x	Beekeerdgrond in zeer sterk lemig, matig fijn zand, met keileem ondieper dan 120 cm (x)
cZn35	pZn23	Gooreerdgrond met een matig dikke (30-50 cm) bovengrond in sterk lemig zeer fijn zand
tZn35x	pZn23x	Gooreerdgrond met een dunne (< 30 cm) bovengrond in sterk lemig zeer fijn zand, met keileem ondieper dan 120 cm (x)

### Bemonstering voor chemische analyse

De Vries c.s. hebben in de jaren 90 de bodem van bosopstanden in Nederland bodemchemisch geanalyseerd (De Vries & Leeters, 2001; Leeters & De Vries, 2001) en dit is op dezelfde locaties herhaald in 2017 voor de eikenopstanden (De Vries et al., 2017, 2019; hoofdstuk 3). Onze werkwijze sluit hierop aan, wat betekent dat gewerkt is met mengmonsters (van drie steken) rond het boorpunt waarmee het profiel is bemonsterd en wel op 3 dieptes: 'strooisellaag', 0-10 cm en 10-30 cm. Dit levert kwantitatieve gegevens die 1) kunnen worden vergeleken met die uit eikenopstanden elders op de hogere zandgronden en 2) op termijn kunnen worden herhaald bij wijze van monitoring van de (bodem)kwaliteit. De opbouw van de 'strooisellaag' (in feite het ectorganisch humusprofiel) wordt wel beschreven, maar als eenheid bemonsterd (conform werkwijze De Vries).

Tabel 1.3 geeft de verdeling van bodemhorizonten over de bemonsterde bodemlagen per meetpunt (zie factsheets per meetpunt in Bijlage 1-6 voor de beschrijving van de profielen).

**Tabel 1.3** Verdeling van de bodemhorizonten A, E, B en BC of C over de bemonsterde minerale lagen 0-10 en 10-30 cm. Voorbeeld: voor AM1 bestaat de bemonsterde laag 0-10 cm geheel uit E-materiaal en de laag 10-30 cm vrijwel geheel uit B-materiaal (met nog 2% E).

Locatie	Laag 0-10				Laag 10-30			
	A	E	B	BC of C	A	E	B	BC of C
AM1		1.00				0.02	0.98	
AM2	1.00				1.00			
DF1		0.47		0.53				1.00
DV1		1.00					1.00	
DV2		1.00				0.25	0.25	0.50
DV3	1.00				1.00			
HV1	1.00				0.98	0.02		
HV2	0.80		0.20				0.97	0.03
HV3		0.53	0.47				0.50	0.50
MA1		1.00				1.00		
MA2		1.00				0.25	0.75	
MA3	1.00				1.00			
MA4		1.00				0.33	0.67	
NH1		0.70	0.30				1.00	
NH2		1.00				0.03	0.97	

### Chemische analyse

De monsters zijn geanalyseerd door het CBLB van Wageningen University. Alle analyses zijn verricht aan luchtdroog materiaal. Na drogen is het materiaal gezeefd over 2 mm zeef en zijn de analyses uitgevoerd volgens Tabel 1.4. De aantoonbaarheidsgrenzen zijn 1.8 cmol/kg ( $Al^{3+}$ ), 0.8 cmol/kg (Ca), 3 cmol/kg (CEC), 1.3 cmol/kg ( $Fe^{3+}$ ), 0.8 cmol/kg (K), 0.7 cmol/kg (Mg), 1 cmol/kg (Na), 0.3 g/kg (Nt), 100 mg/kg (Pt), 0.3% (organische stof).

**Tabel 1.4** Chemische bepalingen aan de bodemmonsters.

Bepaling	Methode
CEC	Ongebufferd ICP-AES
Uitwisselbare kationen $Al^{3+}$ , $Ca^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $K^+$ , $Mg^{2+}$ , $Na^+$	Ongebufferd ICP-AES
N-totaal, P-totaal	Destructie $H_2SO_4/Se$ , SFA
Organische stof	Gloeiverlies
pH-KCl	pH-meter in KCl extractie
Vochtgehalte	Droogstoof

## 1.2.3 Chemie van stamhout eik

### Algemeen

De gehalten van nutriënten in hout van bomen kunnen een indicatie geven van de toestand van de bosbodem en de mate waarin bomen nutriënten op (kunnen) nemen. Diverse onderzoeken laten zien dat de gehalten Ca en Mg afnemen in de tijd, terwijl die van Al en Fe toenemen (Jensen et al., 2014; Lévy et al., 1996). Ook elementratio's zijn informatie; een hoge Al/Ca-ratio kan bijvoorbeeld duiden op een sterke verzuring. De beschikbaarheid van nutriënten wordt niet alleen bepaald door de beschikbare voorraad in de bodem, maar ook door de snelheid van verwerking, de vochtbeschikbaarheid en het functioneren van bodemleven (Hagen-Thorn et al., 2004). Mycorrhiza's spelen een belangrijke rol bij de opname van nutriënten, omdat ze het contactoppervlak met de bodem vergroten en nutriënten beschikbaar kunnen maken uit organische en minerale voorraden. Nutriënten in hout weerspiegelen zodoende hoe de bosbodem functioneert, waarbij teruggekeken kan worden in de tijd door gehalten in jaarringen van verschillende perioden te vergelijken.

---

In dit project is alleen eik bemonsterd, omdat deze soort het meest aanwezig is in de boomlaag van de habitattypen Oude eikenbossen en Beuken-eikenbossen. De nutriëntgehalten in eikenhout laten doorgaans een typisch patroon zien waarbij de gehalten in het spinhout aanzienlijk hoger zijn dan in het kernhout. Nutriënten worden uit de jaarringen onttrokken als het spinhout verkernt (overgaat naar kernhout). Hiermee dient rekening gehouden te worden bij de interpretatie van de resultaten. Er is daarom naast het verloop van nutriëntgehalten in de jaarringen ook gekeken naar de vergelijking van hout van gegeven jaarringen tussen de locaties en er is gekeken naar het verloop van ratio's tussen verschillende nutriënten.

### **Bemonstering**

Op alle locaties zijn monsters genomen van stamhout rond het punt waar de bodem is beschreven (§ 1.2.2 en zie Bijlagen met bodemkundige factsheets per punt). In aanvulling op de metingen in Drenthe zijn (buiten de projectbegroting) op vier locaties buiten Drenthe metingen verricht:

- Rijke kleibodem. In het bos van Hemmen (Betuwe; hardhoutoibos) en in het Horsterwold (Zuidelijk Flevoland; aangelegd gemengd bos) als referentie voor bossen met een goede voorziening van basische kationen (kleigronden).
- Zeer arme zandbodem. Op De Hoge Veluwe in een perceel met met vrij veel eikensterfte (A) en in een nabijgelegen perceel zonder eikensterfte (B). Beide locaties betreffen habitattype Oude eikenbossen (H9190).

Op ieder punt zijn (met een aanwasboor) van vier bomen twee monsters per boom genomen, dus acht monsters per locatie, in eiken zo dicht mogelijk bij het bodembemonsteringspunt en dikker dan ca. 30 cm. Er is steeds zo diep mogelijk geboord (mediane diepte 103 mm) op hoogte 1,3 m. Op de meeste locaties konden daarmee tot 50 jaarringen bemonsterd worden. Op twee locaties (AM2, DV3) kon echter tot 40 jaar geboord worden en in de Flevopolder zelfs tot 30 jaar, doordat de jaarringen breed waren. Op drie locaties (DF1, NH1 en NH2) kon tot meer dan 60 jaar geboord worden.

De boorkernen zijn verdeeld in secties van 10 jaarringen. De buitenste 10 jaarringen zijn vrijwel altijd alleen spinhout. Bij DV2, DV3 en Flevopolder was een boom met resp. 7, 8 en 8 jaarringen spinhout. Bij deze monsters zit dus bij de jaarringen van 0-10 jaar een klein deel kernhout (totaal ca. 5-7% van het monster). Jaarringen van 10-20 jaar zijn een wisselende mix van spint- en kernhout (gemiddeld waren er 13 jaarringen spinhout), met uitzondering van de hiervoor genoemde bomen met < 10 jaarringen spinhout. Bij die bomen bestonden de jaarringen van 10-20 jaar voor > 75% uit kernhout. De jaarringen van > 20 jaar waren steeds volledig kernhout. Van de secties van 10 jaar is ook de lengte gemeten, zodat de gemiddelde diktegroei over perioden van 10 jaar afgeleid kon worden.

### **Chemische analyse**

De bepaling van de diverse elementen in hout zijn uitgevoerd door het CBLB van Wageningen University & Research. Analyses zijn uitgevoerd na magnetrondestructie ( $\text{HNO}_3/\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2$ ) m.b.v. ICP-AES. Daarbij is door toevoeging van salpeterzuur en zoutzuur aan een monster de organische stof volledig afgebroken. Het silicaskalet wordt niet of slechts voor een klein deel afgebroken. Ontsluiting werd uitgevoerd m.b.v. een magnetron, waarbij de geselecteerde elementen in oplossing zijn gebracht. Nitreuze dampen zijn verwijderd door toevoeging van waterstofperoxide (SWV E1014). Hierna zijn de geselecteerde elementen gemeten met behulp van ICP-AES (volgens SWV E1362).

#### **1.2.4 Vegetatie en vegetatiekwaliteit**

De vegetatie is per gebied alleen beschreven met een vegetatiekundige opname in een proefvlak van 10x10 m (boom-, struik-, kruid- en moslaag) nabij het monsterpunt voor bodem. Houtige soorten zijn gerekend tot struiklaag, boomlaag2 en boomlaag1 voor hoogtes resp. 2-5 m, 5-10 m en >10 m. De opnamen zijn samengebracht in Bijlage 8.

Uit de werkwijze volgt dat de vegetatiesamenstelling van het habitattype in de gebieden niet vlakdekkend is beoordeeld. De vegetatieopnamen zijn gemaakt in voor de betreffende habitattypen kwalificerende vegetaties. Op grond van de vegetatiesamenstelling van deze opnamen is aangegeven of sprake is van een slechte, matige, goede of zeer goede kwaliteit van de vegetatiesamenstelling op

de betreffende plekken, beoordeeld aan het voorkomen van zogenaamde oudbosplanten (o.a. Wulf, 2003; Cornelis et al., 2009).

Op grond van vegetatiesamenstelling, bodemtype en -textuur is beoordeeld of sprake is van goed ontwikkeld of gedegradeerd habitatype (Tabel 1.5; zie ook profielendocumenten en Bijlsma et al., 2009). Habitatype 9120 heeft een veel grotere soortenpool van vaatplanten dankzij het voorkomen op leemgronden en lemige zandgronden. H9190 heeft ten opzichte van H9120 geen kenmerkende soorten vaatplanten. De oorzaak van 'degradatie' is niet altijd goed bekend; naast voortgaande verslechtering door rooibouw (hakhout, strooiselwinning) en atmosferische verzuring en N-depositie kan ook een relatief geringe leeftijd in combinatie met een geïsoleerde ligging de oorzaak zijn van een slecht ontwikkelde soortensamenstelling (zoals waarschijnlijk het geval is in het Holttingerveld).

**Tabel 1.5** Kenmerken van gedegradeerd habitatype 9120 (Beuken-eikenbossen) ten opzichte van kenmerken van karakteristiek ontwikkelde droge vormen van habitatype 9120 en 9190 (Oude eikenbossen) in Drenthe. (\*zie Bijlsma (2018a) voor ecologische groepen van bramen.)

Kenmerken	Karakteristieke H9120	Gedegradeerde H9120	Karakteristieke H9190
Bosgroeiplaats	pre-1850: oud inheems loofbos	pre-1850: oud inheems loofbos of open strubbenbos (vaak gedegradeerd opgaand bos of hakhout)	pre-1850: oud inheems loofbos of open strubbenbos (vaak spontaan ontwikkeld in heide en overstoven bos)
Bodem en reliëf	bodem: leemgrond, lemige humuspodzolgrond, moderpodzolgrond of enkeerdgrond reliëf: vlak of flauw golvend (grondmorene, stuwwal, dekzand)	bodem: lemige humuspodzolgrond, moderpodzolgrond (vaak met beginnende podzolering) of enkeerdgrond (idem) reliëf: als H9120	bodem: leemarme humuspodzolgrond, duinvaaggrond reliëf: flauw golvend of geaccidenteerd (dekzand, overstoven gronden, landduinen)
Bostype Vegetatie van Nederland	beuken-eikenbos bochtige smele-beukenbos eiken-haagbeukenbos (subassociatie witte klaverzuring)	berken-eikenbos	berken-eikenbos
Bostype Van der Werf (1991)	wintereiken-beukenbos gierstgras-beukenbos	gedegradeerd wintereiken-beukenbos	berken-zomereikenbos
Indicatorsoorten H9120*	in het bos: adelaarsvaren, woud- en bosbramen (bellardii, erinulus, arrhenii, sprengelii, silvaticus, umbrosus), zevenster langs paden en verspreid in het bos: salomonszegel, grote muur, witte klaverzuring, bosgierstgras, bosanemoon in bosranden: (valse salie, schaars in Drenthe), schaduwgras, veelbloemige veldbies, brem, veldbramen (contritidens, laevicaulis, lindleianus)	in bos afwezig; langs paden, op boswallen of in bosranden als relict aanwezig	afwezig, ook langs paden en in bosranden; alleen soorten gemeenschappelijk met de arme vleugel van H9120 (zoals blauwe bosbes, kussentjesmos, hengel, dalkruid)
Cultuurhistorische elementen	boswallen; doorsneden met oude infrastructuur (pre-1850); oude grind- en leemkuilen	als H9120	boswallen afwezig; oude infrastructuur in de randen (grens met voormalige heide); grind- en leemkuilen afwezig



---

## 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft voor alle gebieden beknopte informatie over geomorfologie en bodem, historisch landgebruik en huidige vegetatie. Deze informatie is nodig voor de interpretatie van verschillen in bodemopbouw en -chemie, die worden besproken in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten van het onderzoek naar de chemie van stamhout van eik. De resultaten uit deze hoofdstukken worden samengebracht, bediscussieerd en van conclusies voorzien in hoofdstuk 5. In de bijlagen zijn o.a. bodemgegevens per locatie samengevat in factsheets.

---

## 2 Historisch landgebruik, bodem, vegetatie en N-depositie

### 2.1 Toelichting beschrijving historisch landgebruik

De habitattypen 9120 en 9190 zijn gedefinieerd als oude bosgroeiplaats met de Topografische Militaire Kaart (TMK) van ca 1850 als uitgangspunt. Deze kaart is in principe afgeleid van de eerste kadastrale kaarten (minuutplans) per gemeente die met de oprichting van het kadaster in 1832 beschikbaar waren. Het voordeel van deze kaarten boven de TMK is de eenduidige begrenzing van percelen en de extra informatie per perceel (eigendom, soort bos, zoals dennenbos/hakhout/opgaand bos en kwaliteit/tarieffklasse) (Kadaster 2014; Bijlsma & Van Dorland, 2016).

Het historisch landgebruik in 1832 is voor alle meetpunten weergegeven in Tabel 2.1, gebaseerd op HISGIS-Drenthe, <https://hisgis.nl/projecten/drenthe/> en scans van originele minuutplans en Oorspronkelijk Aanwijzende Tafels (OAT's) met perceelinformatie in de RCE-beeldbank, <https://beeldbank.cultureelerfgoed.nl>. De kwaliteitscodering is volgens een geharmoniseerde tarievenlijst opgesteld door Bijlsma (2018b). De leeftijds- en gebruikscategorieën zijn ingeschat op grond van deze gegevens en literatuur (zie § 2.2 voor bronnen per gebied).

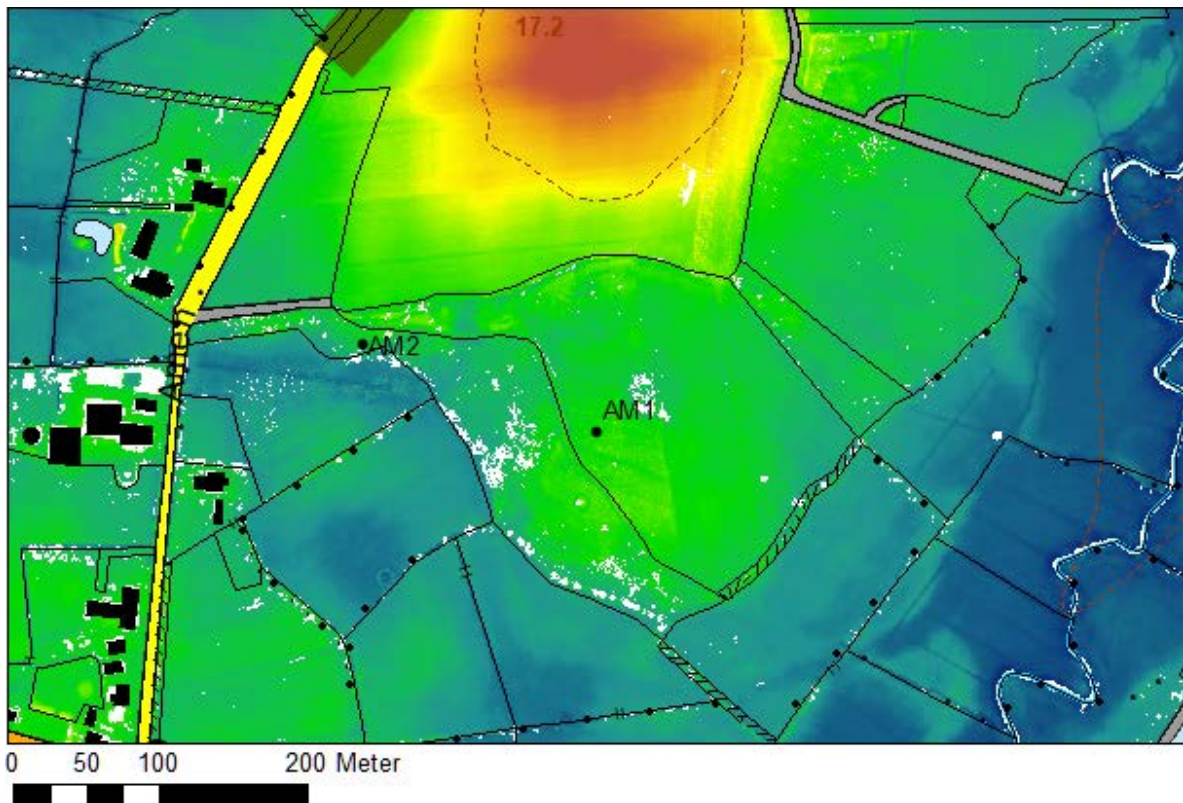
**Tabel 2.1** Historisch landgebruik van de onderzochte bospercelen. Soort Tariefklasse: indeling van soort landgebruik en toegepaste grondbelastingscategorie volgens het kadaster van 1832. Kwaliteitscategorieën bos 1832 naar Bijlsma (2018b): zeer goed (> fl 19,-), goed (fl 13-19,-), matig goed (fl 9-12,-), matig slecht (fl 5-8,-), slecht (fl 1,5-4,-) en zeer slecht (< fl 1,5). Leeftijdscategorie: zeer oud (continuïteit vanaf Middeleeuwen), oud (van voor 1800), relatief jong (tussen 1800 en 1900).

Gebied	Meet-punt	Kadastrale gemeente	Sectie Perceel	Eigendom Woonplaats (overgenomen uit OAT)	Soort Tariefklasse	Tarief per ha (fl)	Kwaliteit bos 1832	Leeftijdscategorie	Categorie historisch bosgebruik
Drentsche Aa (Amerbos)	AM1	Rolde	F74	particulier Amen	bos 2	10	matig-goed	zeer oud	opgaand extensief (uitkap)
Drents-Friese Wold	AM2	Rolde	F78/79	particulier Amen	bos 2	10	matig-goed	zeer oud	opgaand extensief (uitkap)
	DF1	Diever	F20	marktgenoten buurschap Wapse	zandgrond 1+2	0.50+0.25	zeer slecht	relatief jong	spontaan
Dwingelderveld	DV1	Ruinen	E222	particulier Zuidwolde	hakhout 3	6	matig-slecht	oud	hakhout
	DV2	Ruinen	E4	marktgenoten van Pesse	veld 1	0.25	zeer slecht	relatief jong	spontaan
	DV3	Dwingeloo	E306	(particulieren)	(hakhout 2+3)	(3+7)	slecht + matig-slecht	oud	hakhout
Holtigerveld	HV1	Diever	D4	particulier Wapserveen	bos 2+3	10+3	matig-goed + slecht	oud	hakhout?
	HV2	Diever	D4	particulier Wapserveen	bos 3 + heideveld 1	3+0.50	slecht + zeer slecht	oud	hakhout?
	HV3	Havelte	C7	marktgenoten van het Westeinde	hakhout 2+3	8+3	matig-slecht	zeer oud	hakhout
Mantingerbos	MA1-3	Westerbork	I14	geïntresseerden van Mantingerbosch	bos 1+2	12+6	matig-goed + matig-slecht	zeer oud	opgaand extensief (uitkap)
Noordlagerbos	MA4	Westerbork	I2/2a	geïntresseerden van Mantingerbosch	heide 2 / bos 2	0.25 / 6	zeer slecht / matig-slecht	oud	hakhout?
Norgerholt	NH1	Norg	M323	marktgenoten van Zuid & Westervelde	bos 1	14	goed	zeer oud	opgaand intensief (kaalkap, herinplant)
	NH2	Norg	M346	marktgenoten van Zuid & Westervelde	eikenbos 1	14	goed	zeer oud	opgaand intensief (kaalkap, herinplant)

## 2.2 Beknopte bespreking van bodem en vegetatie van de meetpunten

### 2.2.1 Drentsche Aa (Amerbos)

- Een aanzienlijk deel van de westkant van het Amerbos (dalvormige laagte) is na 1832 ontgonnen. Hier resteert alleen nog een smalle strook bos (met meetpunt AM2).
- De habitatkaart van het Amerbos is onvolledig en deels onjuist. Van het bezochte deel staat de oostzijde ten onrechte aangegeven als H9120 (opgaande zwarte els, begrenzing van kwalificerend bos goed zichtbaar op AHN). Het westelijke deel (met meetpunt AM2) is ten onrechte niet opgenomen als kwalificerend habitattypen 9120.
- NBI-meetpunt 77277 ligt in een wal in de zuidrand van het bos en is daarom niet geselecteerd als onderzoeklocatie.



**Figuur 2.1** Ligging van de meetpunten AM1 en AM2 in het Amerbos, tegen de achtergrond van de hoogtekarte (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

#### AM1

Geomorfologie/bodem<sup>2</sup>: Grondmorene. Veldpodzolgrond in matig fijn, lemig zand (Hn53), droog (Gt Vid). Zuur infiltratieprofiel. Oude bosbodem met zeer dikke H-laag (5-15 cm: Holtixerommoder). Bosgroeiplaats: In 1832 particulier loofbos met matig-goede kwaliteit.

Vegetatie/habitattypen: Beuken-eikenbos (habitattypen 9120) met hoofdboomsoort zomereik en goede kwaliteit van oudbossoorten: dominantie van adelaarsvaren, *Rubus arrhenii* en juist buiten proefvlak dominantie van *Rubus bellardii*.

<sup>2</sup> Geomorfologie volgens Geomorfologische Kaart Nederland (Koomen & Maas, 2004).

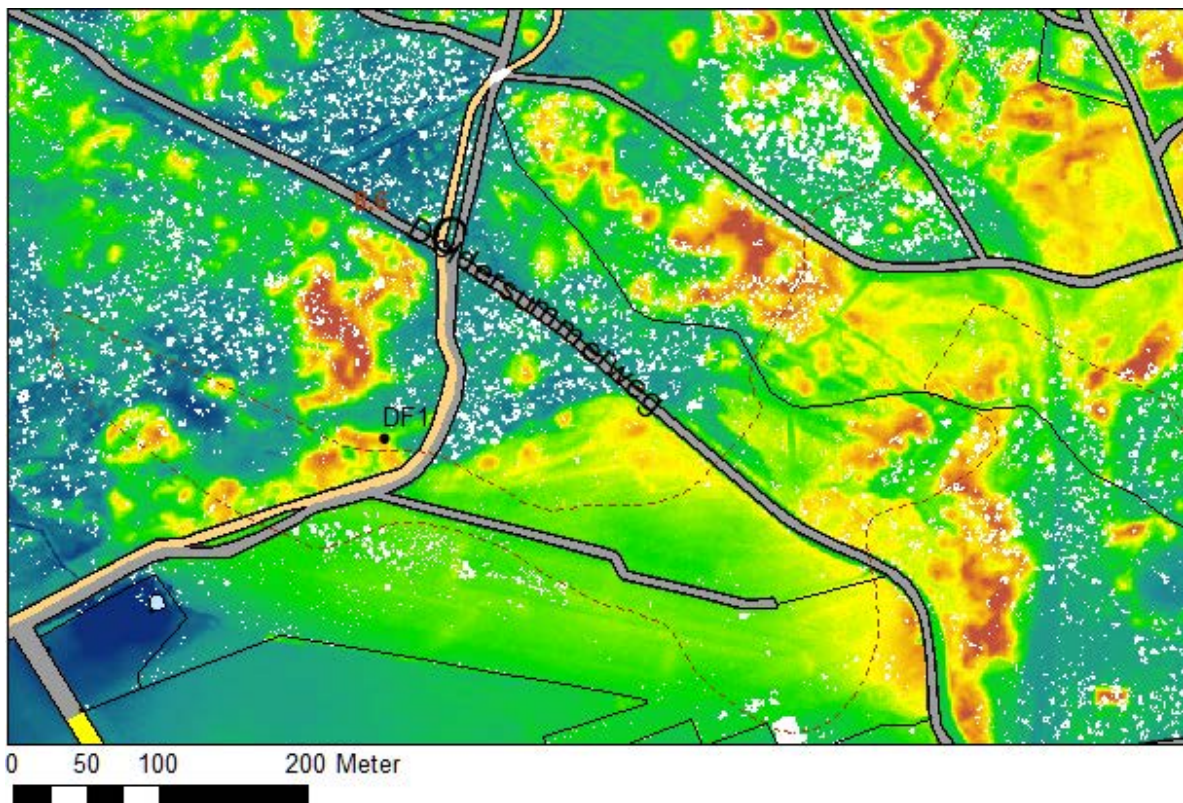
## AM2

Geomorfologie/bodem: Grondmorene in overgang naar dalvormige laagte. Begraven gooreerdgrond met 30 cm opgebracht sterk humeus zand, resulterend in een zwarte enkeerdgrond<sup>3</sup> in matig fijn, lemig zand (zEZ53), tamelijk droog (GT VIo). Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel. Volgens Bodemkaart van Nederland 1:50,000 beekeerdgrond op keileem (pZg23x-V). Duidelijk minder dik humusprofiel dan bij AM1, terwijl de groeiplaats ook oud is. Het op de flank van een klein zijdal gelegen punt AM2 heeft een iets beter gebufferde bodem, waarschijnlijk vroeger sterker gebufferd met voedselrijker opgebrachte materiaal. Door deze factoren een sterkere strooiselomzetting en humusvorm Akkerxeromullmoder.

Bosgroeiplaats: In 1832 particulier loofbos met matig-goede kwaliteit.

Vegetatie/habitattype: Gierstgras-Beukenbos (volgens Van der Werf, 1991; habitattype 9120) met hoofdboomsoort zomereik. Dit deel van het bos kwalificeert volgens de habitatkaart niet als habitattype, maar is in feite H9120 met hoge kwaliteit, met hazelaar in de struiklaag en de oudbossoorten bosanemoon, bosgierstgras, witte klavertzuring, grote muur en *Rubus bellardii* (zie opname in Bijlage 8).

### 2.2.2 Drents-Friese Wold



**Figuur 2.2** Ligging van het meetpunt DF1 in het Drents-Friese Wold, tegen de achtergrond van de hoogtekarte (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

## DF1

Geomorfologie/bodem: Hoog landduin van randwal langs es van Veenhuizen/Ten Darp bij Wapse.

Droge duinvaaggrond (bZ31, Gt VIIId), met (gem. 6 cm) dikke H-laag (Holtxeromormoder). Zuur infiltratieprofiel.

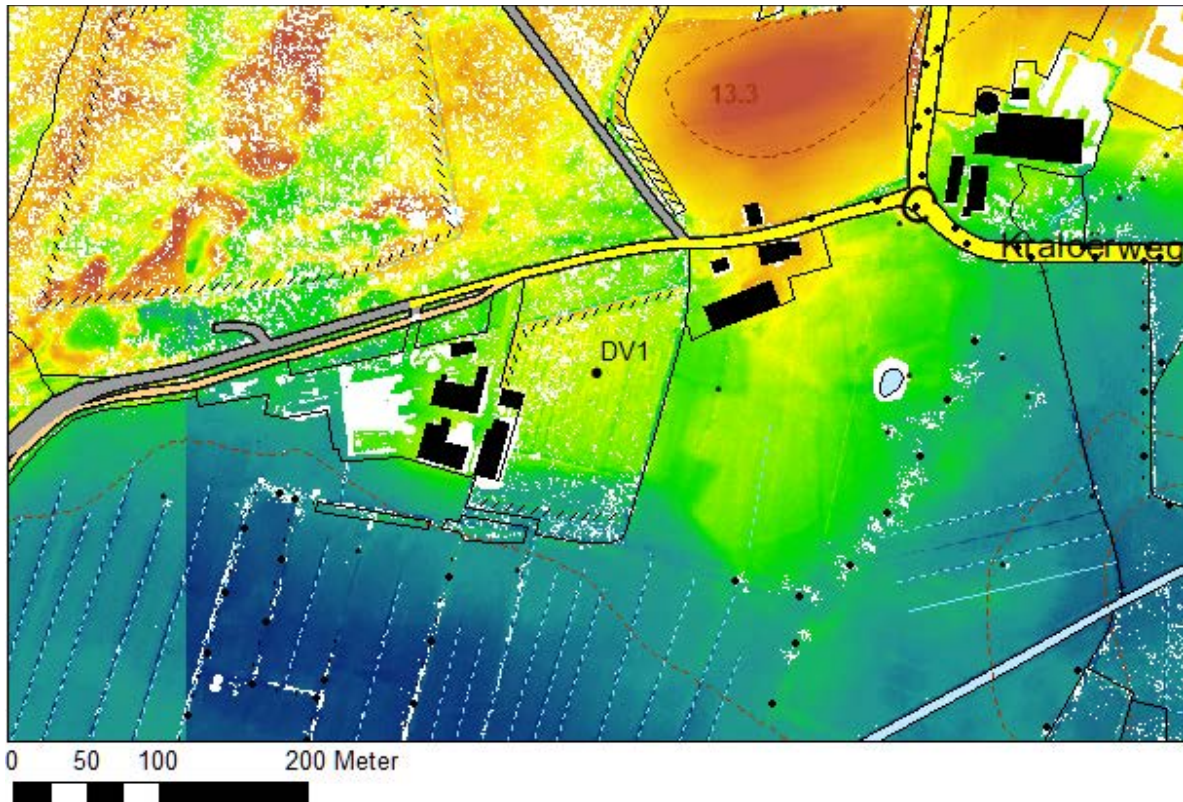
Bosgroeiplaats: Zandgrond klasse 1 (met tarief fl 0,50/ha) in 1832 kan wijzen op de aanwezigheid van strubben op de landduinen (ten opzichte van het minimumtarief fl 0.25/ha). De TMK geeft duidelijk strubbenbos weer. Een deel van de aangrenzende es is rond 1850 ook bebost en deze bebossing is later nog uitgebreid.

<sup>3</sup> Volgens de bodemclassificatie van Nederland is dit een enkeerdgrond, maar de dikke humeuze bovengrond hoeft niet per se een gevolg te zijn van gebruik als bouwland. In de noordostrand van het Amerbos is de eerdlag van een mogelijk vergelijkbaar profiel geïnterpreteerd als akkerlaag uit de IJzertijd (Elerie et al., 2015).



Vegetatie/habitattype: Berken-Eikenbos (habitattype 9190) met hoofdboomsoort zomereik en ijle kruidlaag (3%) met bochtige smele, stekelvarens en kamperfoelie. Buiten proefvlak oudbosmossen neptunusmos en groot platmos in steilkantjes. De vegetatiekwaliteit is daarmee (voor een Berken-Eikenbos) goed.

### 2.2.3 Dwingelderveld



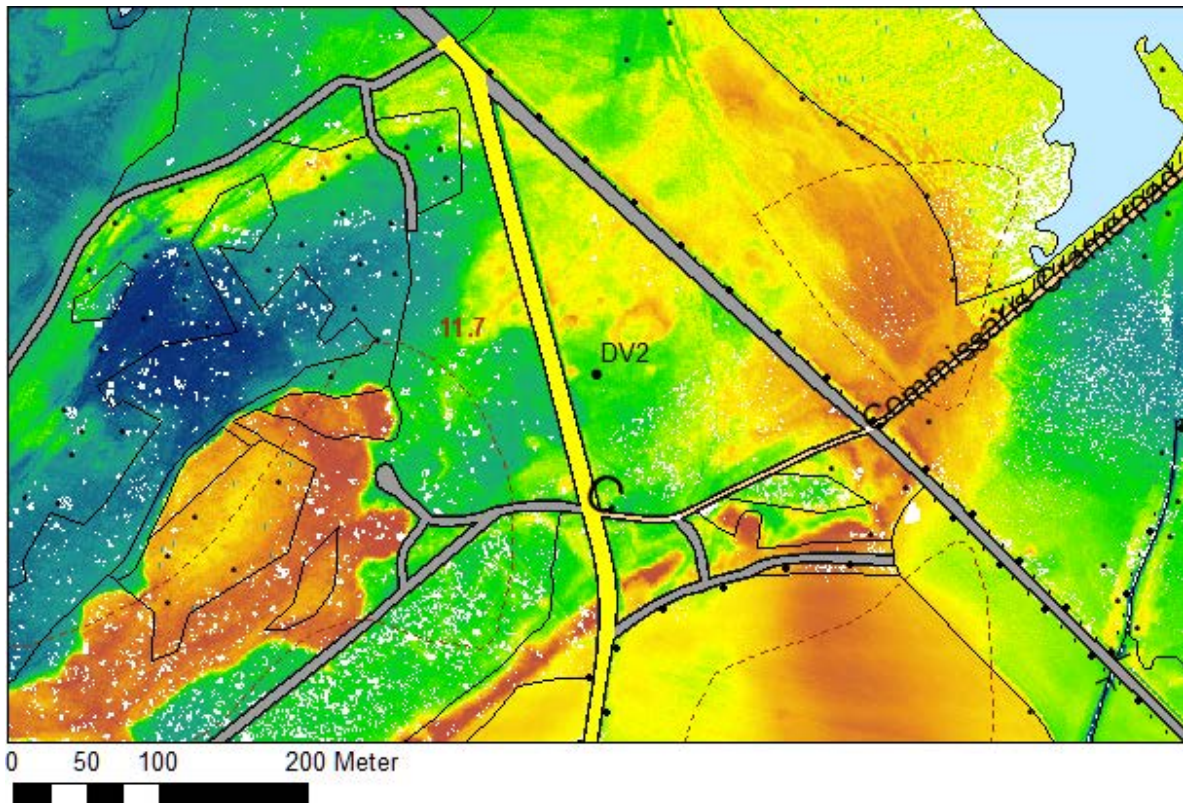
**Figuur 2.3** Ligging van het meetpunt DV1 in het Dwingelderveld, tegen de achtergrond van de hoogtekaart (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

#### DV1

Geomorfologie/bodem: Grondmorene. Matig fijnzandige, lemige veldpodzolgrond op keileem vanaf ca. 1 m (Hn35X), met (gem. 10 cm) dikke H-laag (Holtixeromormoder). Wisselvochtig (GT Vbo). Zuur infiltratieprofiel.

Bosgroeiplaats: Al in 1832 omweld hakhoutperceel van ontginning van Kraloo met matig-slechte kwaliteit.

Vegetatie/habitattype: Berken-Eikenbos (habitattype 9190) met hoofdboomsoorten zachte berk en zomereik als voormalige hakhoutstoven en spaartelgen en met hulst in de kruidlaag (buiten proefvlak ook in struiklaag). Op habitatkaart waarschijnlijk vanwege bodemtype Hn23x (op bodemkaart 1:50.000) ten onrechte als 9120: de vegetatie in en buiten het proefvlak (inclusief wal) is zeer arm en bevat geen karakteristieke Beuken-Eikenbossoorten en heeft daarom een slechte kwaliteit, waarschijnlijk door eeuwenlange hakhoutcultuur. Langs de weg naar Kraloo boven het perceel komt witte klaverzuring voor en op en langs een boswal zevenster (med. Hans Dekker), wat aanwijzingen zijn voor een historisch rijkere groeiplaats.



**Figuur 2.4** Ligging van het meetpunt DV2 in het Dwingelderveld, tegen de achtergrond van de hoogtekartaart (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

## DV2

**Geomorfologie/bodem:** Landduinen met bijbehorende vlakten en laagten (stuifzandgebied). Met ca. 30 cm stuifzand overstoven fijnzandige, lemige veldpodzolgrond (sHn35), droog (GT VIId), met 3 à 4 cm dikke H-laag (Holtxeromormoder). Zuur infiltratieprofiel. In het stuifzanddek een sterk ontwikkelde micropodzol met duidelijke Eu- en BC-horizont.

**Bosgroeiplaats:** Locatie was in 1832 veld klasse 1 en zand+heide klasse 1, beide met minimumtarief fl 0.25/ha, wat wijst op afwezigheid van 'struiken' en strubben: 'heide met struiken' werd veelal hoger aangeslagen dan heide of gedegradieerd bos. De TMK geeft wel een aanduiding van strubben in dit gebied, maar volgens de topografische kaartreeks is hier pas vanaf eind jaren 80 sprake van loofbos. De matig dikke H-laag wijst op een ongestoorde ontwikkeling als bosgroeiplaats en de locatie is daarmee een goed voorbeeld van relatief jong, spontaan habitattypen Oude eikenbossen.

**Vegetatie/habitattypen:** Goeddeels spontaan ontwikkeld Berken-Eikenbos (habitattypen 9190) met hoofdboomsoorten zachte berk en zomereik, een struiklaag met sporkehout, hulst, lijsterbes en Amerikaanse vogelkers en een door bochtige smele gedomineerde kruidlaag. In de berm van de aanliggende weg komt grote muur voor (vanuit ontginning Kraloo). De vegetatiekwaliteit is daarmee matig.





**Figuur 2.5** Ligging van het meetpunt DV3 in het Dwingelderveld, tegen de achtergrond van de hoogtekartaar (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

### DV3

**Geomorfologie/bodem:** Als Lage landduinen, in zelfde zone afgewisseld met grondmorene. De bodem is een gooreerdgrond in matig fijn, lemig zand met cultuurdek (cZn35), droog (GT VIIId). Ook de ondergrond lijkt hier en daar verwerkt, wat erop wijst dat het perceel is opgehoogd, getuige de wat heterogene samenstelling van dit pakket. Aangezien sprake is van een zeer zuur infiltratieprofiel, zal de omvorming naar hakhout waarschijnlijk al ruim voor 1832 hebben plaatsgevonden. De humusvorm is beoordeeld als een Akkerxeromullmoder vanwege de dikke Aa-horizont.

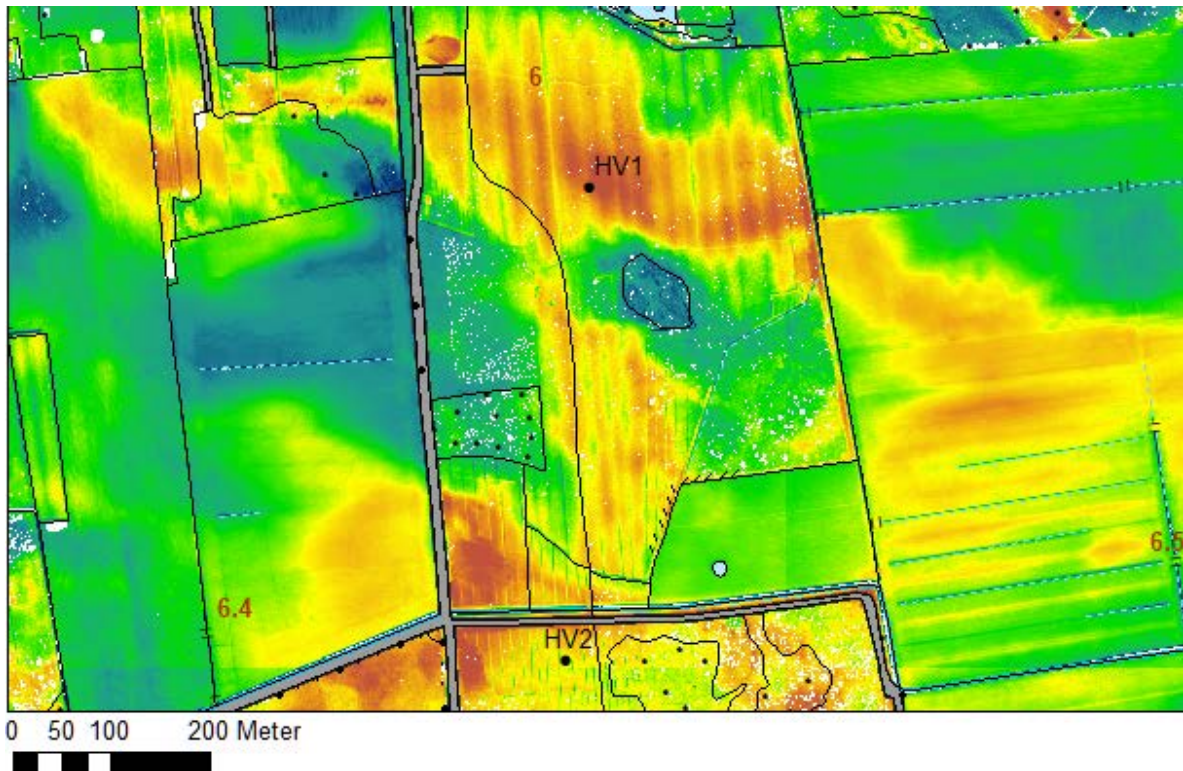
Aangezien hier echter ook een bijna 5 cm dikke H-horizont voorkomt, zou het ook beschouwd kunnen worden als een Holtxeromormoder, wat goed past bij deze oude bosgroeiplaats.

**Bosgroeiplaats:** Locatie ligt in een complex eikenhakhout genaamd Welpenkamp. Het betreffende minuutplan (Dwingelo Sectie E Blad 1) is niet aanwezig in de RCE-beeldbank en de percelering in HISGIS is waarschijnlijk overgenomen van een bijblad (met perceelnummers die niet voorkomen in de OAT van 1832). Rond het meetpunt liggen smalle, particuliere percelen hakhout klasse 2 (fl 7,-/ha) en 3 (fl 3,-/ha), afgewisseld met enkele percelen veld klasse 1 en heide klasse 1 (beide fl 0,50/ha). De vorm van de percelering sluit aan op die van de bouwlanden van de Lheeder es en waarschijnlijk is dit zuidelijkste deel van de es, grenzend aan de het Lheeder zand, op enig moment vanuit bouwland omgevormd naar hakhout. Het grootste deel van de Welpenkamp is later kadastraal hernummerd als sectie M ([www.perceelloop.nl](http://www.perceelloop.nl)).

**Vegetatie/habitattypen:** Berken-Eikenbos (vanwege bodemtype gedegradeerde 9120) met hoofdboomsoort zomereik, een ijle struiklaag met wat sporkehout en een zeer open kruidlaag met bochtige smele. De vegetatiekwaliteit is daarmee slecht.



## 2.2.4 Holtigerveld



**Figuur 2.6** Ligging van de meetpunten HV1 en HV2 in het Holtigerveld, tegen de achtergrond van de hoogtekkaart (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

### HV1 en HV2

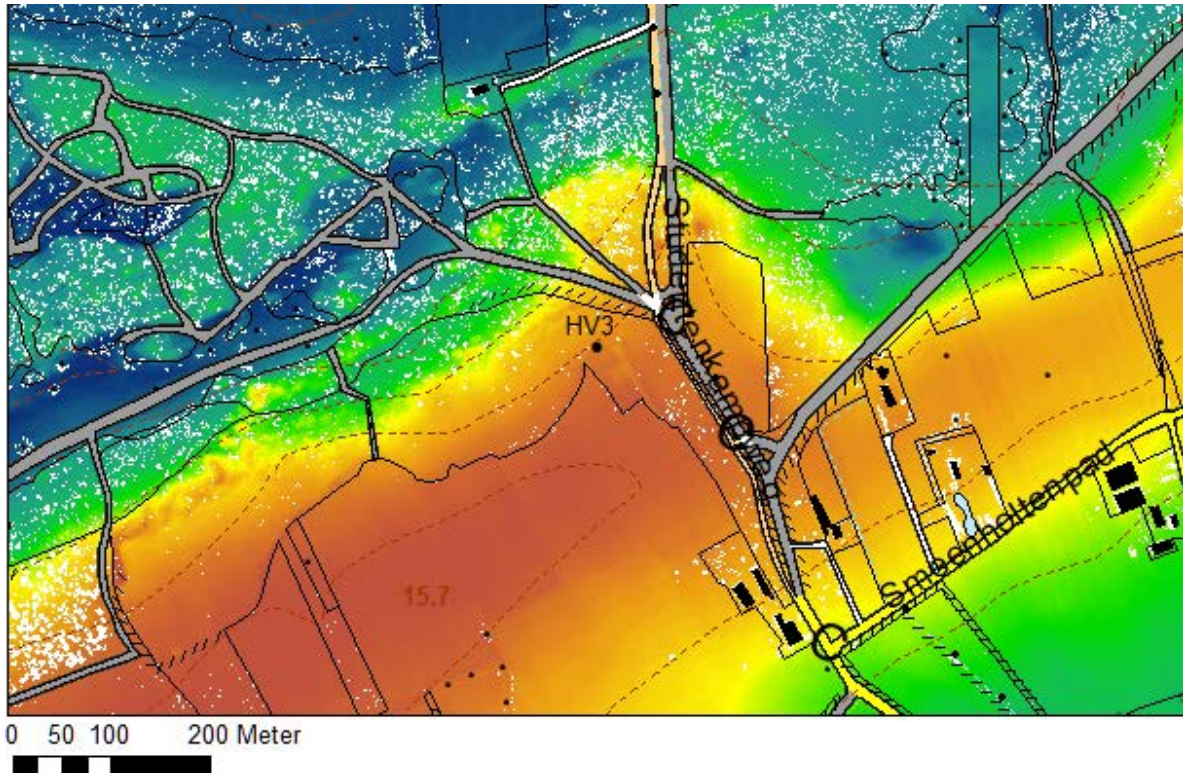
**Geomorfologie/bodem:** Dekzand op grondmorene. De bodem van HV1 bestaat uit 50 cm opgebrachte, sterk humeuze grond op een lemige veldpodzolgrond met sterk verkitte B-horizont (zwarte enkeerdgrond, zEZ35H). Onder het ectorganisch humusprofiel treedt uitloging op (AE-horizont). De bodem is droog (GT VIIId). Het betreft een zeer zuur infiltratieprofiel. Het zuidelijker punt HV2 ligt in een gerabatteerde lemige veldpodzolgrond op keileem (Hn35X) en is eveneens droog (op rabat; GT VIId). De humusvorm bij HV1 is een Leemxeromullmoder, wat ook geldt voor één steek bij HV2, de andere zijn Zandxeromullmoder en Holtxeromormoder. Deze afwijkende humusvormen hangen samen met de variatie in materiaal dat uit de greppels op de rabatten is gebracht.

**Bosgroeiplaats:** Beide punten liggen in een hakhoutcomplex waarvan buurschap 't Moer deel uitmaakt. Dit complex markeert de overgang van de veenontginningen vanuit Wapserveen (dal van Wapserveense Aa) naar het hoger gelegen dekzandgebied van Wittelte (Wittelerveld). Waarschijnlijk zijn de langgerekte hakhoutpercelen ook ontstaan door vervening (zie Kuiper, 2012) en latere bebossing na te zijn opgehoogd. HV1 ligt in 1832 in bos klasse 2+3 (fl 3,-/ha en fl 10,-/ha; slechte en matig-goede kwaliteit). Het zuidelijker gelegen punt in rabattenbos lag in 1832 in heide klasse 1 en bos klasse 3 (fl 0,50/ha en fl 3,-/ha; zeer slechte en slechte kwaliteit). Door de waarschijnlijke relatie van het hakhoutcomplex met een oud verveningslandschap ligt het voorkomen van habitatype 9120 niet voor de hand.

**Vegetatie/habitatype:** De toekenning van habitatype op de habitatkaart binnen het hakhoutcomplex met HV1 en HV2 volgt kennelijk de bodemkaart 1:50.000, waarbij 9190 correspondeert met Hn21 (met HV2) en 9120 met Hn23x (met HV1)<sup>4</sup>. In feite zijn er rond HV1 (op zEZ35) geen aanwijzingen voor een ontwikkeling richting Beuken-Eikenbos. De hoofdboomsoort is zomereik, in de struiklaag komen vooral sporkehout en Amerikaanse vogelkers voor en in de ijle kruidlaag bochtige smele en smalle stekelvaren; buiten het proefvlak komen ook plekken zwarte zegge voor; pilzegge, blauwe bosbes en bramen ontbreken. Opvallend zijn wel verspreide dikke, boom-vormende lijsterbes. Dit

<sup>4</sup> NB De bodemkaart 1:50.000 is ongeschikt voor het onderscheiden van habitatypen op lokaal niveau. Het overnemen van bodemgrenzen leidt tot virtuele habitatkaarten. De voor 9120 en 9190 karakteristieke bodemtypen zoals genoemd in de profielendocumenten dienen alleen als leidraad voor nader veldonderzoek. Dit geldt ook voor het gebruik van de TMK als leidraad voor het opsporen van oude bosgroeiplaatsen.

alles en het zeer zure infiltratieprofiel wijzen op een slecht ontwikkeld ('gedegrademd') habitatype H9120 (Berken-Eikenbos op H9120-groeiplaats, zie Tabel 1.5). Hoewel enkeerdgronden doorgaans worden geassocieerd met hoge N- en P-beschikbaarheid, geldt dit niet voor oude, zwarte enkeerdgronden zonder 'modern' landbouwverleden; dergelijke oude, alleen uit heideplaggen zonder extra bemesting ontstane enkeerdgronden kennen juist een opvallend arme vegetatie (Bijlsma et al., 2018). In de NW-rand van het complex komt een strook adelaarsvaren voor, wat wijst op een relictvoorkomen, maar ook het gevolg kan zijn van vestiging van adelaarsvaren na brand. HV2 (in rabattenbos op Hn35x) is qua vegetatie nog armer dan HV1, met hoofdboomsoorten zomereik en zachte berk en pijpenstrootje dominant in de kruidlaag; buiten het proefvlak liggen enkele klonen blauwe bosbes. Hier is sprake van gedegrademde H9120.



**Figuur 2.7** Ligging van het meetpunt HV3 in het Holtingerveld, tegen de achtergrond van de hoogtekartaat (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

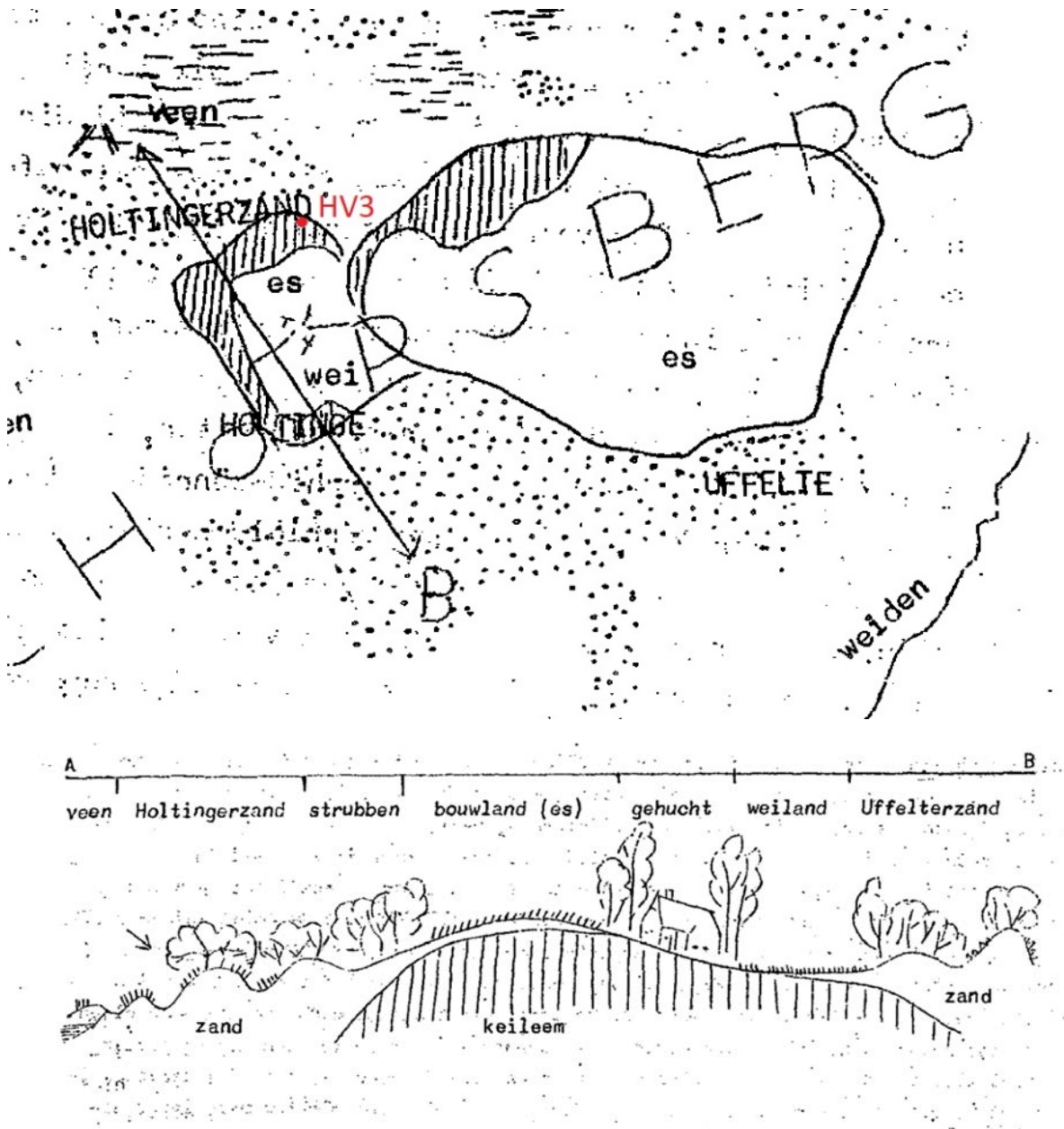
### HV3

**Geomorfologie/bodem:** De GKN plaatst HV3 in de overgang van een dekzandrug naar het stuifzand-landschap van het Holtingerzand. Ook de bodemkaart 1:50.000 geeft hier vaaggronden weer, deels met keileem in de ondergrond. In feite is sprake van grondmorene (keileem) met dun zanddek (dekzand en/of stuifzand) zoals al vastgesteld rond 1950 (Figuur 2.8 en 2.9). De bodem is een lemige holtpodzolgrond (Y35) met vuurstenen vanaf 30 cm diepte (in tegenstelling tot de bodemkaart 1:50.000 die hier stuifzandgronden weergeeft!). De bodem is droog (GT VIIId). Het humusprofiel heeft een 3-6 cm dikke H-laag (Humusxeromormoder-Holtxeromormoder).

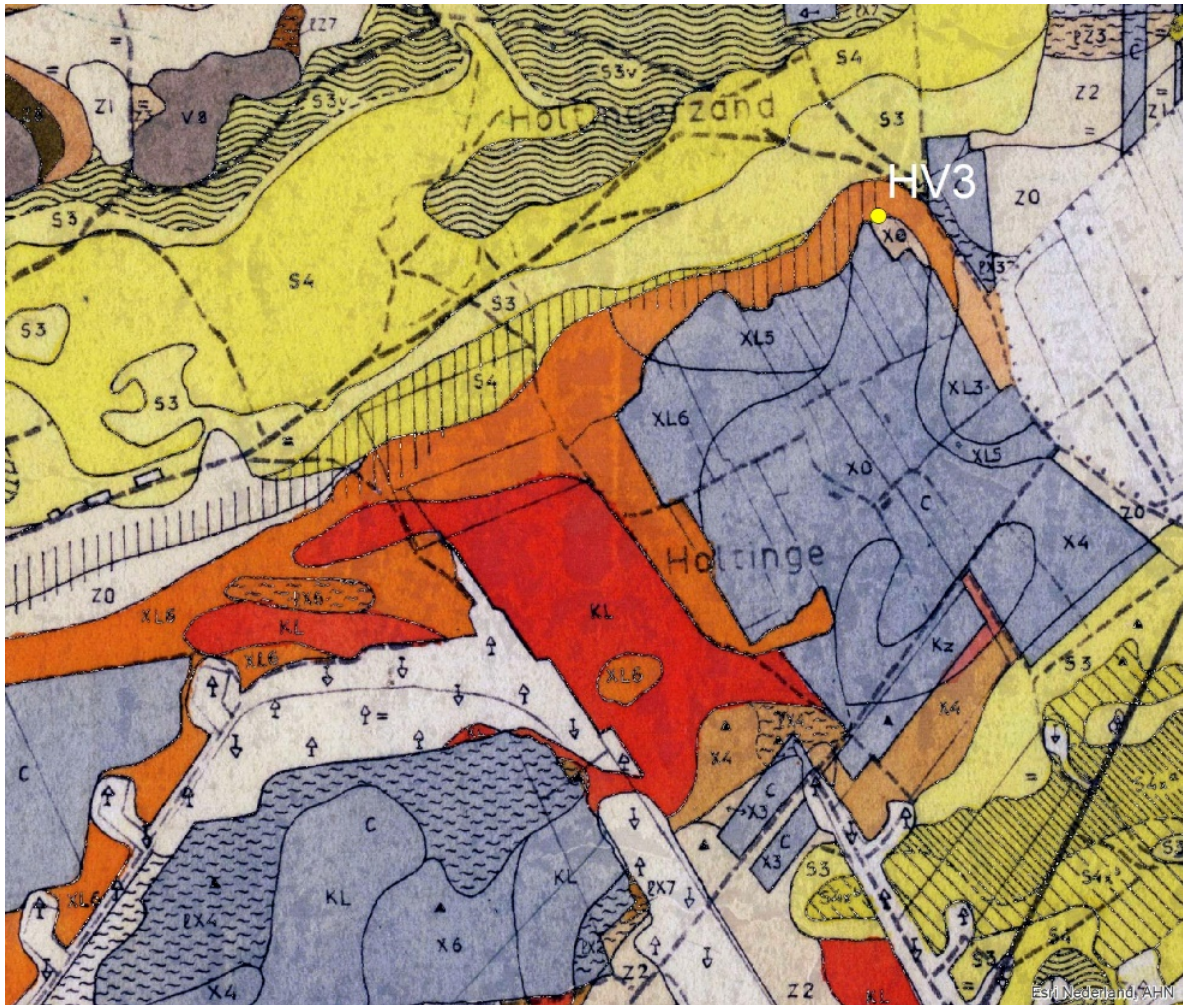
**Bosgroeiplaats:** HV3 ligt op de kadastrale kaart van 1832 in een smalle zone markenbos met hakhout klasse 2+3 (matig-slechte kwaliteit: fl 3,-/ha + fl 8,-/ha) rond de Holtinger es.

**Vegetatie/habitatype:** Het vegetatietype van het voormalige hakhout is Beuken-Eikenbos (habitatype 9120) met hoofdboomsoort zomereik, met hulst in de tweede boomlaag en struiklaag en met dominantie van adelaarsvaren in de kruidlaag waarin verder dalkruid, grote muur, klimop, *Rubus flexuosus* en hazelaar weinig voorkomen. Buiten het proefvlak is hazelaar in de struiklaag aanwezig en komen witte klaverzuring en salomonszegel voor. De vegetatie heeft daarmee een goede kwaliteit. Waterbolk & Meyer (1948; opname 8: "Ongeveer 10 jr oud hakhout Holtinger strubben") vonden ook bosanemoon, bleeksporig bosviooltje en knollathyrus! Verderop, ten westen van HV3, komen deze soorten nog steeds voor met veel bosviooltje en zelfs knollathyrus (med. Hans Dekker).





**Figuur 2.8** Het voorkomen van oud bos ('strubben') aan de noordkant van de Holtinger es op ondiepe keileem in de overgang naar het Holtingerzand volgens Waterbolk & Meyer (1948) en zoals bevestigd door bodemonderzoek (punt HV3).

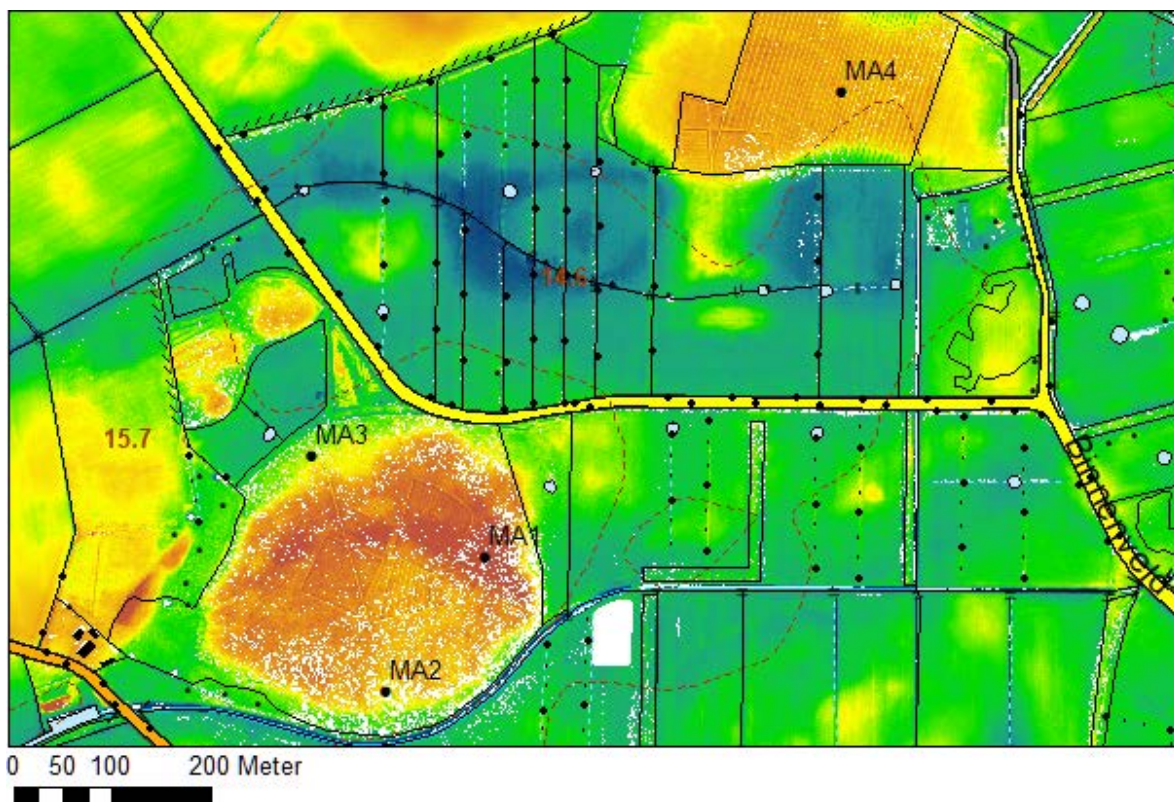


**Figuur 2.9** Holtingerveld. Uitsnede van de bodemkaart 'Militair oefenterrein Havelte' (Van der Knaap & Veenbos, 1953) met meetpunt HV3 op bodemtype XL6 (oranje) in de noordrand van de Holtinger es. Dit type betreft 'zwak gepodzoleerde zandgrond op keileem beginnend tussen 60 en 80 cm, afwisselend vochthoudend tot zeer vochtig'.

### 2.2.5 Mantingerbos

- MA1-MA3 liggen in het Mantingerbos in strikte zin, MA4 in het Noordlagerbos, dat ook behoort tot Natura 2000-gebied Mantingerbos. MA1-MA3 vormen een gradiënt van grondmorene (met dekzand) naar omliggende beekdallaagte.
- Het Mantingerbos is een zeer oude bosgroeiplaats die relatief extensief is gebruikt, waardoor een zeer dik (voor Nederland uniek) ectorganisch humusprofiel aanwezig is met een bijna 30 cm dikke H-laag (zie MA2, MA3). Deze laag bevat een pollenarchief dat teruggaat tot de Middeleeuwen (Stockmarr, 1975).





**Figuur 2.10** Ligging van de meetpunten in het Mantingerbos (MA1 t/m MA3) en Noordlagerbos (MA4), tegen de achtergrond van de hoogtekarte (bron: AHN2, 0.5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

### MA1

Geomorfologie/bodem: Geïsoleerde opduiking van grondmorene in een beekdallaagte. De bodem is een haarpodzolgrond in matig fijn, lemig zand (Hd35). De bodem is droog met schijnspiegel (GT sVIIo). De H-laag is 4-9 cm dik (Holtxeromormoder). Het betreft een zuur infiltratieprofiel.

Bosgroeiplaats: zie onder 2.3.5 Mantingerbos. In 1832 bos in perceel met zowel matig-goede (klasse 1) als matig-slechte (klasse 2) kwaliteit.

Vegetatie/habitattype: Beuken-Eikenbos met hoofdboomsoort zomereik (H9120), met hulst in tweede boomlaag en struiklaag en een kruidlaag met adelaarsvaren, grote muur, zevenster en *Rubus flexuosus*. De vegetatiekwaliteit is daarmee goed. De moslaag ontbreekt. Een mooi voorbeeld van het Drentse eiken-hulstbos op oude bosgroeiplaatsen.

### MA2

Geomorfologie/bodem: Rand van geïsoleerde opduiking van grondmorene in overgang naar een beekdallaagte. De bodem is een overgang van een veldpodzolgrond naar een gooreerdgrond, met keileem in de ondergrond (Hn/tZn35X), sterk roestig vanaf 50 cm. De bodem is wisselvochtig met schijnspiegel (GT sVbd). De H-laag is voor Nederlandse begrippen extreem (14-27 cm) dik (Holtxeromormoder). Er is sprake van een zeer zuur infiltratieprofiel.

Bosgroeiplaats: zie onder 2.3.5 Mantingerbos. In 1832 bos in perceel met zowel matig-goede (klasse 1) als matig-slechte (klasse 2) kwaliteit.

Vegetatie/habitattype: Zie MA1. Door dichtere laag hulst in tweede boomlaag en struiklaag is de kruidlaag minder ontwikkeld (5%) met ijle adelaarsvaren en de schaduwtolerante *Rubus flexuosus*. De vegetatiekwaliteit is daarmee matig.

### MA3

Geomorfologie/bodem: Rand van geïsoleerde opduiking van grondmorene met sterke invloed vanuit omliggende beekdallaagte. De bodem is een beekerdgrond, met keileem in de ondergrond (tZg57x), sterk roestig vanaf 75 cm. De bodem is wisselvochtig (GT Vbd). De H-laag is voor Nederlandse begrippen extreem (15-29 cm) dik (Holtxeromormoder). Er is sprake van een zeer zuur infiltratieprofiel.

---

Bosgroeiplaats: zie onder 2.3.5 Mantingerbos. In 1832 bos in perceel met zowel matig-goede (klasse 1) als matig-slechte (klasse 2) kwaliteit.

Vegetatie/habitatype: Rijke vorm van Beuken-Eikenbos (habitatype 9120) met hoofdboomsoort zomereik, met hulst in boomlaag 2 en een kruidlaag waarin adelaarsvaren ontbreekt, maar wel witte klaverzuring, klimop en oudbosbraam *Rubus bellardii* voorkomen (en grote muur juist buiten het proefvlak). De vegetatiekwaliteit is daarmee goed.

#### **MA4 (Noordlagerbos)**

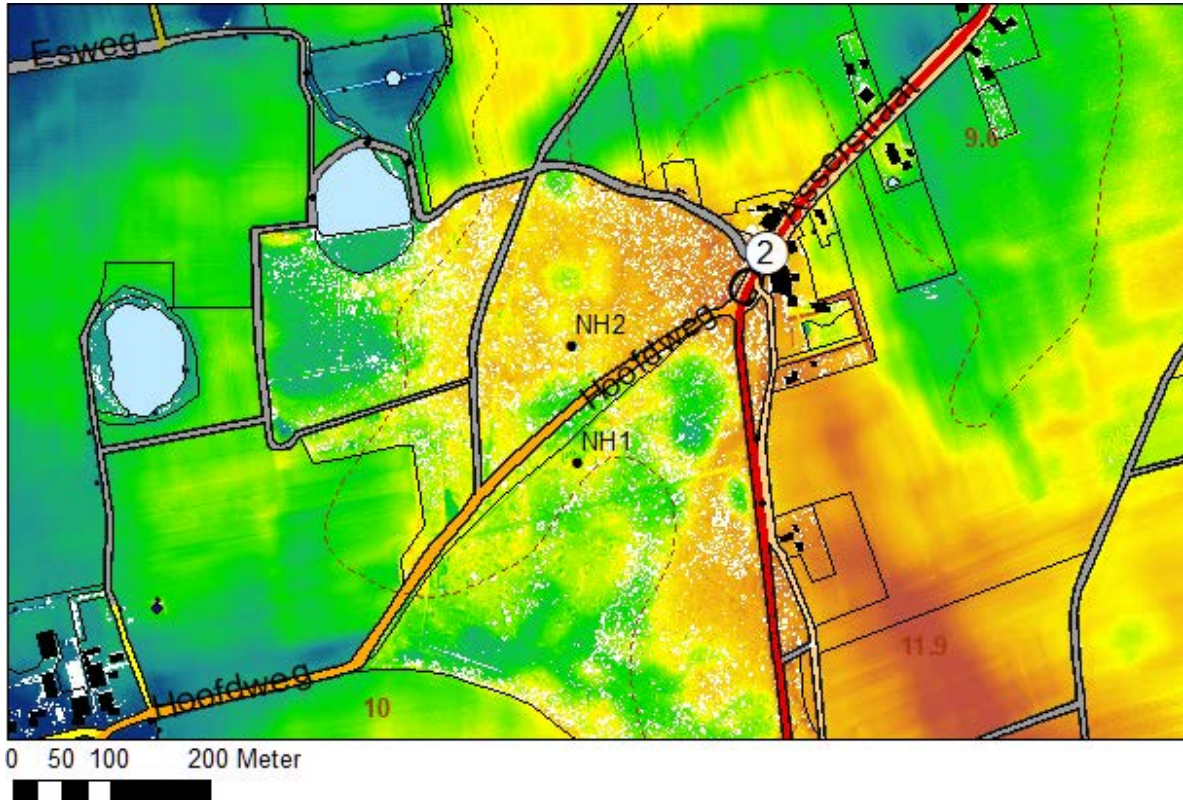
Geomorfologie/bodem: Geïsoleerde opduiking van grondmorene in een beekdallaagte. De bodem (midden van rabat) is een veldpodzolgrond in matig fijn, lemig zand op keileem (Hn35x). De bodem is droog (GT VIo). Het betreft een zeer zuur infiltratieprofiel. De humusvorm is een Holtxeromormoder met een 6 à 7 cm dikke H-horizont

Bosgroeiplaats: Het Noordlagerbos is op de TMK en kadastrale kaart een hoefijzervormig bos dat een heideachtige begroeiing omsluit (met kwaliteit matig-slecht en zeer slecht in 1832). Het huidige bos is als onderdeel van een verdere verkaveling van de Mantingerweiden rond 1900 aangelegd op de gerabatteerde, heideachtige begroeiing, waarna oudbossoorten dit nieuwe bos vanuit de omringende bosgroeiplaats hebben gekoloniseerd. Later is aan de westzijde bos verloren gegaan.

Vegetatie/habitatype: Vanwege de deels oude bosgroeiplaats en jongere delen die hierop aansluiten, is deze locatie binnen het Noordlagerbos een betrekkelijk jonge vorm van habitatype Beuken-Eikenbos (9120), met hoofdboomsoort zomereik, met sporkehout in de struiklaag en een kruidlaag met codominantie van blauwe bosbes en enkele bramen, met name de voor habitatype H9120 in Drenthe karakteristieke *Rubus erinulus* en *R. arrhenii*. Ook het vleksgewijs voorkomen van adelaarsvaren in dit deel van het bos wijst op H9120. De vegetatiekwaliteit is daarmee matig.

## 2.2.6 Norgerholt

- Het Norgerholt is een zeer oude bosgroeiplaats die in zijn lange geschiedenis intensief is gebruikt voor houtoogst, inclusief kaalkap en herinplant (Koomen, 1989). Sinds 1997 is het aangewezen als bosreservaat, maar er was al sprake van zeer extensief beheer vanaf de jaren 60.
- Het gebied is vanouds rijk aan braamsorten, waaronder diverse voor Drenthe karakteristieke soorten en oudbossoorten (Bijlsma, 2018a). Het is de typelocatie van de vrijwel tot Drenthe beperkte egelschuilbraam (*Rubus erinulus*) (Van de Beek & Meyer, 1990).



**Figuur 2.11** Ligging van de meetpunten in het Norgerholt, tegen de achtergrond van de hoogtekarte (bron: AHN2, 0,5 meter grid, oranje = hoog, blauw = laag).

### NH1

Geomorfologie/bodem: Brede dekzandrug. De bodem is een holtpodzolgrond op keileem vanaf 135 cm diepte (Y35x). De bodem is droog (GT VIo). De H-laag is 4-8 cm dik (Holtxeromormoder). Het infiltratieprofiel is zuur.

Bosgroeiplaats: Zie onder 2.3.6 Norgerholt. Het belastingtarief van fl 14,-/ha voor het bos in 1832 wijst op een goede kwaliteit (Tabel 2.1).

Vegetatie/habitatype: Goed ontwikkeld Beuken-Eikenbos (habitatype 9120) met hoofdboomsoort zomereik en met hazelaar in tweede boomlaag; in de kruidlaag is adelaarsvaren dominant met de oudbosbraam *Rubus bellardii*. De vegetatiekwaliteit is daarmee goed.

### NH2

Geomorfologie/bodem: Brede dekzandrug. De bodem is een holtpodzolgrond (Y35). De bodem is droog (GT VIIId). De H-laag is 6-7 cm dik (Holtxeromormoder). Het infiltratieprofiel is zuur.

Bosgroeiplaats: Zie NH1.

Vegetatie/habitatype: Als NH1, maar zonder hazelaar en met hulst prominent in de tweede boomlaag en struiklaag.

## 2.3 Stikstofdepositie

Voor alle meetpunten zijn in Tabel 2.2 waarden opgenomen voor stikstofdepositie in 2018. De depositieniveaus liggen voor alle locaties boven de KDW van het habitatype in het WAV-bereik 'gevoelig' (1400-2400 mol/ha/j; Van Dobben et al., 2012, Tabel 1), maar wel met aanzienlijke variatie: van relatief laag (Dwingelderveld-Zuid) tot relatief hoog (Drents-Friese Wold). Tegelijkertijd wordt duidelijk dat locaties die amper een km uit elkaar liggen (DV1, DV2) aanzienlijk kunnen verschillen in depositie zoals bepaald per km<sup>2</sup>.

**Tabel 2.2** Locaties geordend naar N-depositie (mol/ha) in 2018 volgens de kaart Grootschalige Depositie Nederland van het RIVM met 1x1 km-resolutie (Bron: <https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>). De kritische depositiewaarde (KDW) in mol/ha/jr volgens Van Dobben et al. (2012). Habitatype zoals vastgesteld tijdens het onderzoek (zie § 2.2); degH9120 staat voor gedegradeerde H9120 (zie § 1.2.4 met Tabel 1.5 voor toelichting); tussen haakjes de aanduiding op de habitatkaart in geval van deze afwijkt.

Locatie	Punten	Habitatype (habkaart)	N-depositie	KDW
Dwingelderveld-Zuid	DV2	H9190	1410	1071
Mantingerbos-complex	MA2, MA3	H9120	1502	1429
Amerbos	AM1, AM2	H9120 (AM2: H0000)	1564	1429
Norgerholt	NH1, NH2	H9120	1564	1429
Mantingerbos-complex	MA1 - MA4	H9120	1576	1429
Holtingerveld	HV1, HV2	degH9120 (HV1: 9120, HV2: 9190)	1739	1071
Dwingelderveld-Zuid	DV1	degH9120 (H9120)	1783	1071
Holtingerveld	HV3	H9120	1789	1429
Dwingelderveld-Noord	DV3	degH9120 (H9190)	1813	1071
Drents-Friese Wold	DF1	H9190	2225	1071

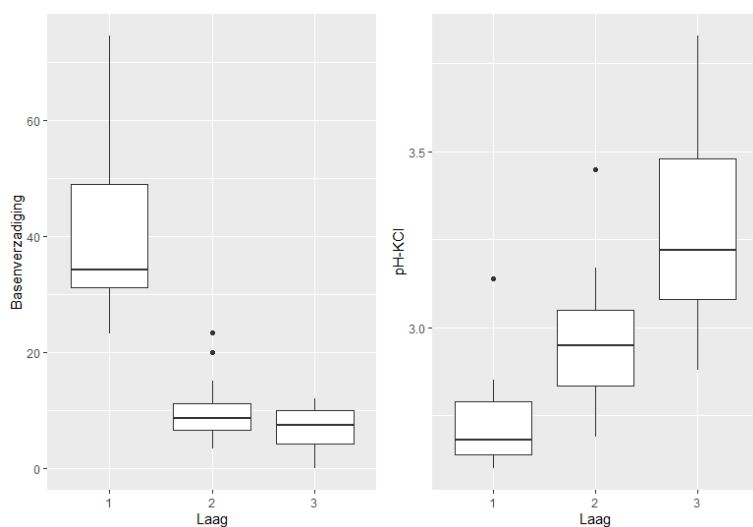


# 3 Resultaten bodemchemisch onderzoek

## 3.1 Basenverzadiging in relatie tot profielkenmerken

Bodemverzuring wordt in de bodemkunde gedefinieerd als een afname van de buffercapaciteit (of zuurneutralisatiecapaciteit) van de bodem. De buffercapaciteit neemt af door verlies van basen zoals calcium, magnesium, kalium en natrium. Dit kan gepaard gaan met een afname van de pH, maar dit hoeft in goed gebufferde gronden niet het geval te zijn (De Vries, 2017; De Vries et al. 2017, 2019). Monitoring van de basenverzadiging geeft daarom betere informatie over verzuring dan monitoring van alleen pH. Behalve kunstmatige verzuring door N-depositie en vroeger ook S-depositie, spelen ook natuurlijke verzuringsprocessen een rol door vorming en uitspoeling van humuszuren.

De metingen van pH-KCl en basenverzadiging in Drentse bossen (Figuur 3.1) komen goed overeen met eerder gevonden mediane waarden in bodemlagen in Nederlandse bossen (De Vries & Leeters, 2001; Tabel 3.1). Mediane waarden voor basenverzadiging kleiner dan 10-15% in de minerale top laag worden beschouwd als aanwijzing voor sterke verzuring (De Vries & Leeters, 2001:74; De Vries et al., 2017), maar het is de vraag in hoeverre dit ook geldt voor bosbodems die sterk verschillen in ouderdom en daarmee in humusvorm.



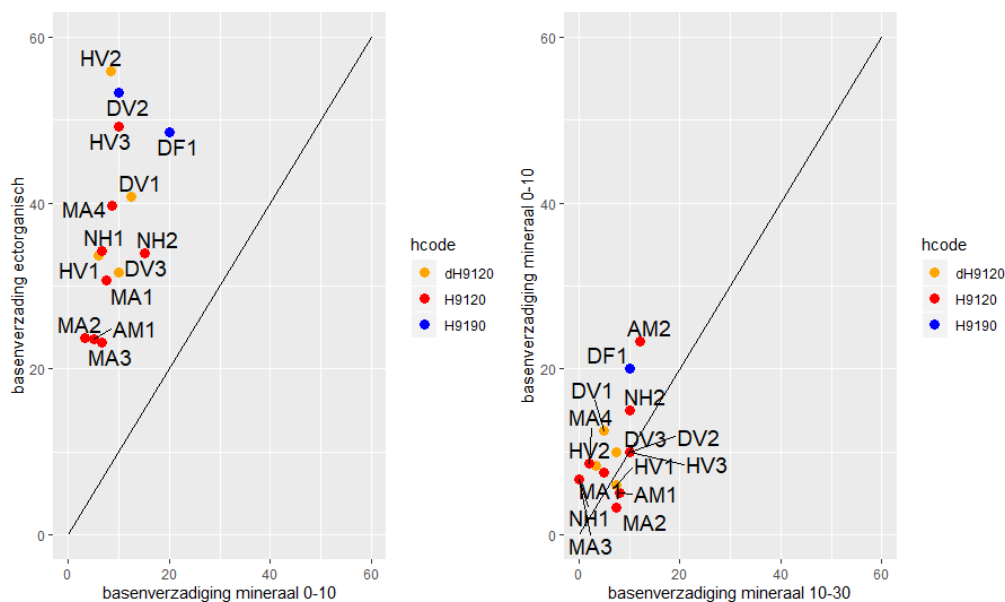
**Figuur 3.1** Boxplots van basenverzadiging en pH-KCl in Drentse bossen voor de bodemlagen 1 (ectorganisch humusprofiel), 2 (mineraal 0-10) en 3 (mineraal 10-30).

**Tabel 3.1** Mediane waarden van pH-KCl, CEC en basenverzadiging in Nederlandse bossen naar De Vries & Leeters (2001; Tables 28, 30, 35, 53, 55). De minerale toplaag betreft 0-30 cm. NB Kenmerken van de humuslaag zijn niet uitgesplitst naar bodem, maar wel naar hoofdboomsoort. Voor de onderzochte Drentse bossen zijn de bodemgroepen Hd/Hn en Y het relevantst.

\* Gebaseerd op één monster.

	Mediane pH-KCl	Mediane CEC cmol/kg	Mediane basenverzadiging
Humuslaag onder eik (LFH)	3.0*	32.1	47.5
Minerale toplaag vaaggronden (Z)	3.8	1.5	6.3
Minerale toplaag humuspodzolgronden (Hd/Hn)	3.5	4.1	5.2
Minerale toplaag moderpodzolgronden (Y)	3.8	2.1	5.7
Minerale toplaag eerdgronden en looppodzolgronden (EZ, cY)	3.2	2.4	8.4
Minerale toplaag beekerdgronden en moerige gronden (pZg, W)	3.5	5.0	10.8

De verschillen in basenverzadiging tussen de bodemlagen zijn voor individuele meetpunten weergegeven in Figuur 3.2, waaruit nog duidelijker blijkt dat zowel niveau als spreiding afneemt volgens ectorganisch >> mineraal 0-10 ≥ mineraal 10-30. Verder blijkt dat basenverzadiging niet zonder meer differentieert tussen de habitattypen Beuken-eikenbossen en Oude eikenbossen.

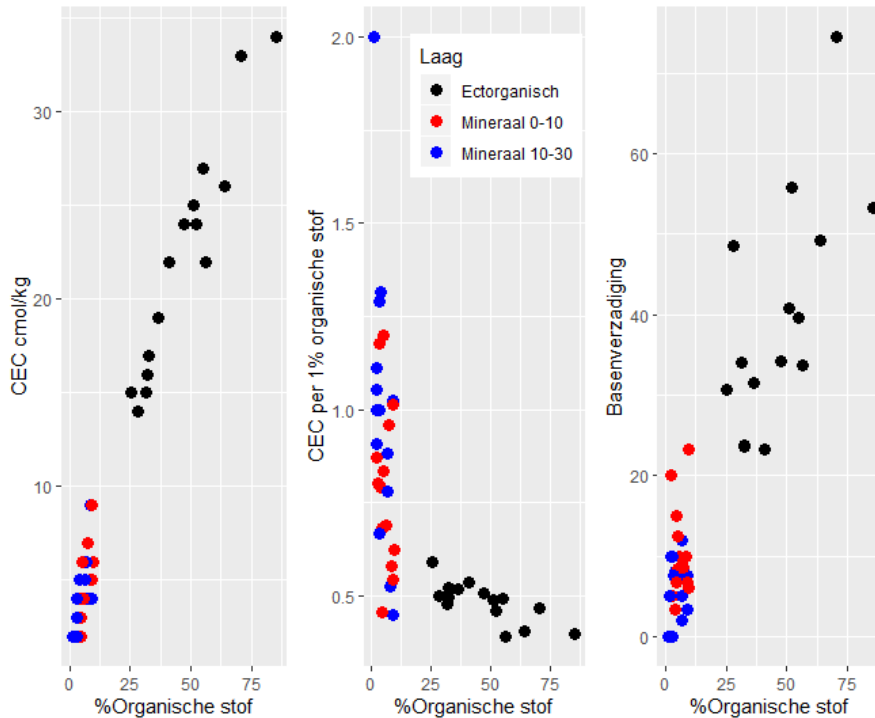


**Figuur 3.2** Afname van niveau en spreiding van basenverzadiging van meetpunten tussen de drie bemonsterde lagen, van ectorganisch >> mineraal 0-10 ≥ mineraal 10-30, met kleuraanduiding voor habitattypen (vergelijk Tabel 1.5). Codes van meetpunten volgens Tabel 1.1.

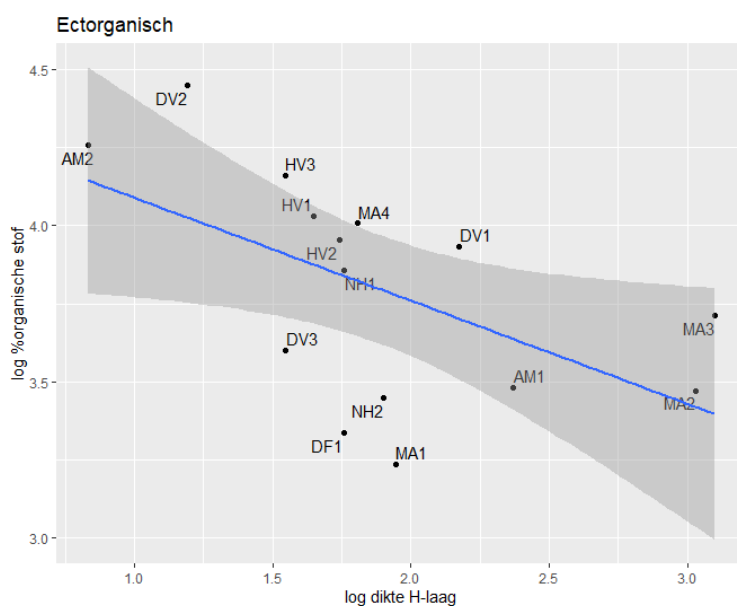
CEC (cation exchange capacity) en de hiervan afgeleide basenverzadiging worden in de onderhavige bodems sterk bepaald door de uitwisselingscapaciteit van organische stof (Blume et al., 2016 § 5.5.2; De Vries & Leeters, 2001 voor Nederlandse bosbodems). Figuur 3.3 geeft voor de drie onderzochte bodemlagen voor alle meetpunten relaties tussen enerzijds CEC, CEC per 1% organische stof en basenverzadiging en anderzijds %organische stof. Deze figuur bevestigt dat CEC en basenverzadiging in het ectorganische humusprofiel aanzienlijk hoger zijn dan in beide minerale toplagen.

De H-laag bestaat uit 'recalcitrante' (niet verder verweerbare) humus met een (ten opzichte van de F-laag relatief) geringe kationuitwisselingscapaciteit (Berg & McLaugherty, 2008). De CEC per % organische stof is laag bij relatief jong organisch materiaal en neemt toe bij ouder organisch materiaal (Jansen et al., 1990). Dit komt tot uiting in een toename van de CEC van ca. 0.2 cmol/% OS bij relatief jongere groeiplaatsen tot 0.7 bij de oudere (Figuur 3.3). Echter, naarmate de H-laag zich verder ontwikkelt, neemt het percentage organische stof (op basis van gloeiverlies) in het gehele

ectorganische humusprofiel zeer sterk (exponentieel) af (Figuur 3.4) en neemt de basenverzadiging sterk af met een toenemende dikte van de H-laag (Figuur 3.5). Kennelijk neemt de zandfractie van de H-laag toe bij toenemende ouderdom (dikte), mogelijk door cumulatieve effecten van transport door bodemleven dat zich door het humusprofiel verplaatst (bioturbatie). Ook is het waarschijnlijk dat de hoeveelheid amorf silica in de H-horizont sterk toeneemt bij toenemende ouderdom (Cornelis et al., 2010). Gezien het feit dat dit soort materialen chemisch niet-reactief is, kan de accumulatie van amorf silica ook de afnemende CEC bij toenemende dikte van de H-horizont verklaren.



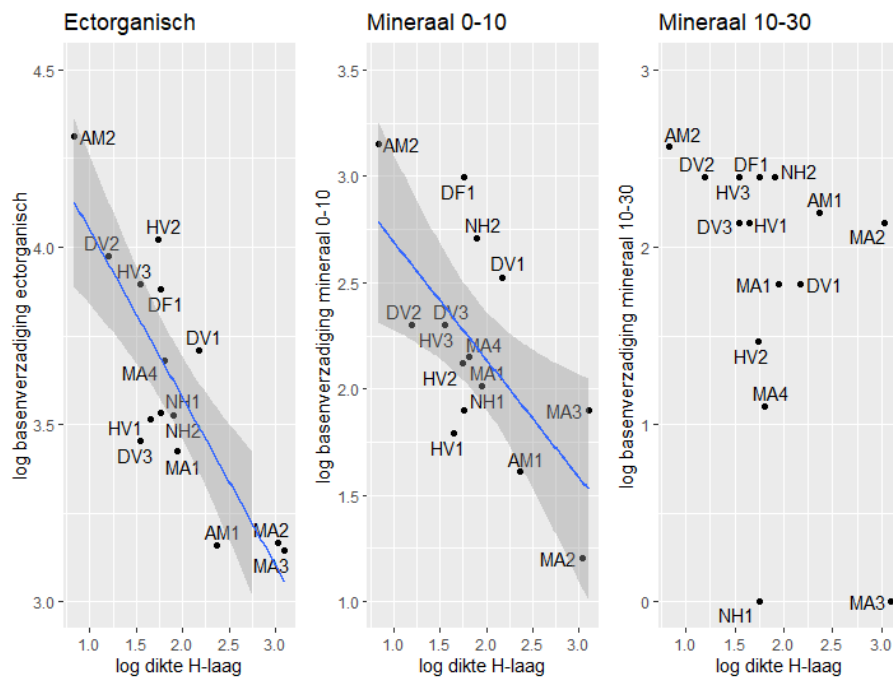
**Figuur 3.3** Relaties tussen %organische stof (x-as) en CEC, CEC per 1% organische stof en basenverzadiging (y-as) voor alle bemonsterde punten in drie bodemlagen in Drentse bossen. NB Basenverzadiging=0 voor NH1 en MA3 in de minerale laag 10-30 is mogelijk het gevolg van een analyse-artefact.



**Figuur 3.4** Negatief exponentiële relatie tussen %organische stof (in gehele ectorganische humusprofiel) en dikte van de H-laag.

De dikte van de H-laag (ook: totale dikte ectorganische humusprofiel) blijkt ook een sterke invloed te hebben op de basenverzadiging van de minerale toplaag 0-10 cm, maar veel minder sterk op de basenverzadiging van de laag 10-30 cm (Figuur 3.5). Dit betekent dat de minerale toplaag van oude bosbodems een relatief lagere basenverzadiging te zien geeft dan van jongere bosbodems met minder dikke H-laag. De waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat een dikke H-laag een zeer langdurige opname van nutriënten via het wortelstelsel veronderstelt – en daarmee onttrekking aan de minerale bovengrond waar dus verzuring optreedt – en een zeer goed ontwikkeld wortelstelsel in het humusprofiel met een 'zeeffunctie' voor het 'invangen' van nutriënten. De capaciteit van het ectorganische humusprofiel om als reservoir van nutriënten te dienen voor planten/bomen die er in wortelen, is aanzienlijk. Wat vrijkomt uit het blad/strooisel komt bovendien op die H-laag terecht en krijgt nauwelijks de kans om in de minerale bodem te komen. In een profiel met minder ontwikkelde H-horizont zal dus meer uitspoeling optreden, is voor een goede nutriëntvoorziening ook diepere beworteling vereist en zal er minder contrast te zien zijn tussen ectorganische bovengrond en minerale ondergrond.

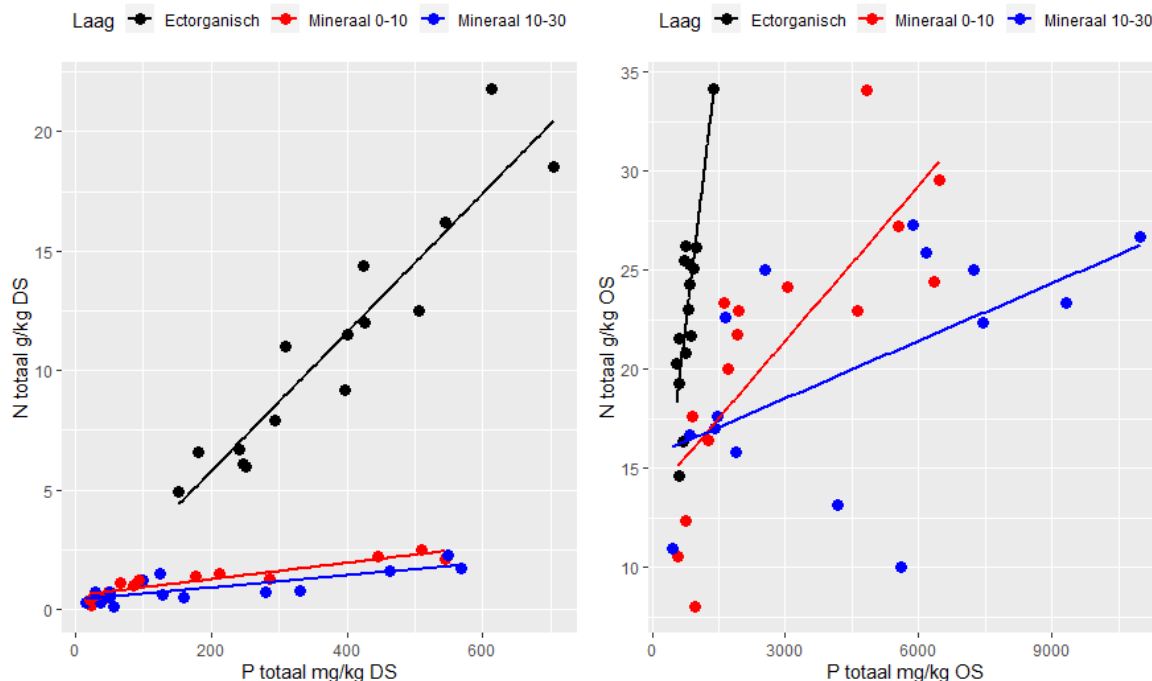
Samengevat bepalen dikte humusprofielen in de betreffende droge bossen in hoge mate de buffercapaciteit (basenverzadiging) en de nutriëntenvoorraden van de bosbodem en fungeren daardoor als belangrijkste bewortelingszone van het bos, die vrijwel onafhankelijk is (geworden) van het moeder-materiaal.



**Figuur 3.5** Significant negatief-exponentiële relaties tussen dikte van de H-laag en de basenverzadiging in de ectorganische laag (links) en in de minerale toplaag 0-10 cm (midden), maar niet (significant) in de minerale laag 10-30 cm (rechts). Voor mineraal 0-30 cm zijn basenverzadiging van MA3 en NH1 gelijk aan 0 vanwege niet-detecteerbare gehalten van base kationen (in de analyse is voor deze laag gewerkt met log basenverzadiging +1).

## 3.2 Voedingsstoffen stikstof en fosfor

In de bemonsterde Drentse bossen zijn  $N_{\text{totaal}}$  en  $P_{\text{totaal}}$  sterk gecorreleerd met verschillende NP-ratio's voor de ectorganische laag (29.3 g N/g P) en de minerale lagen samen (3.3 g N/g P) (Figuur 3.6 links). De waarden in Drentse bossen beslaan voor zowel N als P het gehele traject van waarden zoals gevonden door De Vries & Leeters (2001) in 150 opstanden verspreid door Nederland (Tabel 3.2).

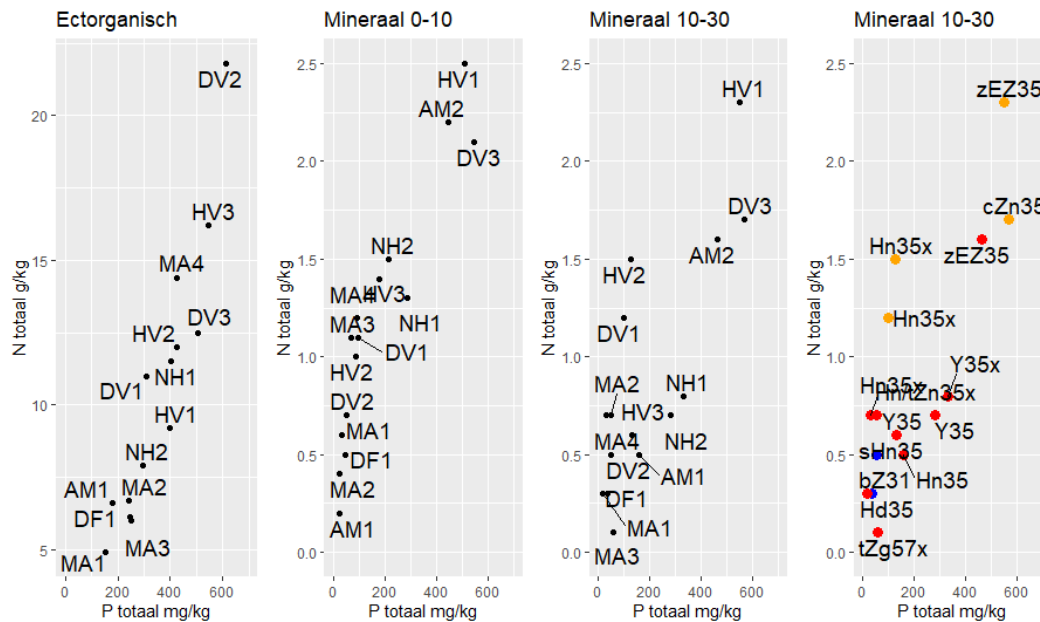


**Figuur 3.6** Relaties tussen  $N_{\text{totaal}}$  en  $P_{\text{totaal}}$  voor de ectorganische laag en beide minerale lagen in Drentse bossen, uitgedrukt per eenheid droge stof (DS, links) en eenheid organische stof (OS, rechts).

**Tabel 3.2** Mediane waarden voor de humuslaag en percentielwaarden (5%-50%-95%) voor de minerale toplaag van N-totaal en P-totaal per kg organische stof (OS) in Nederlandse bossen naar De Vries & Leeters (2001). De minerale toplaag betreft 0-30 cm.

	Nt g/kg OS	Pt mg/kg OS	De Vries & Leeters
Humuslaag (LFH)	22	810	Table 19 & 22
Humuslaag (LFH) onder eik	27	930	Table 21
Minerale toplaag	15-20-29	1200-2800-9000	Table 47

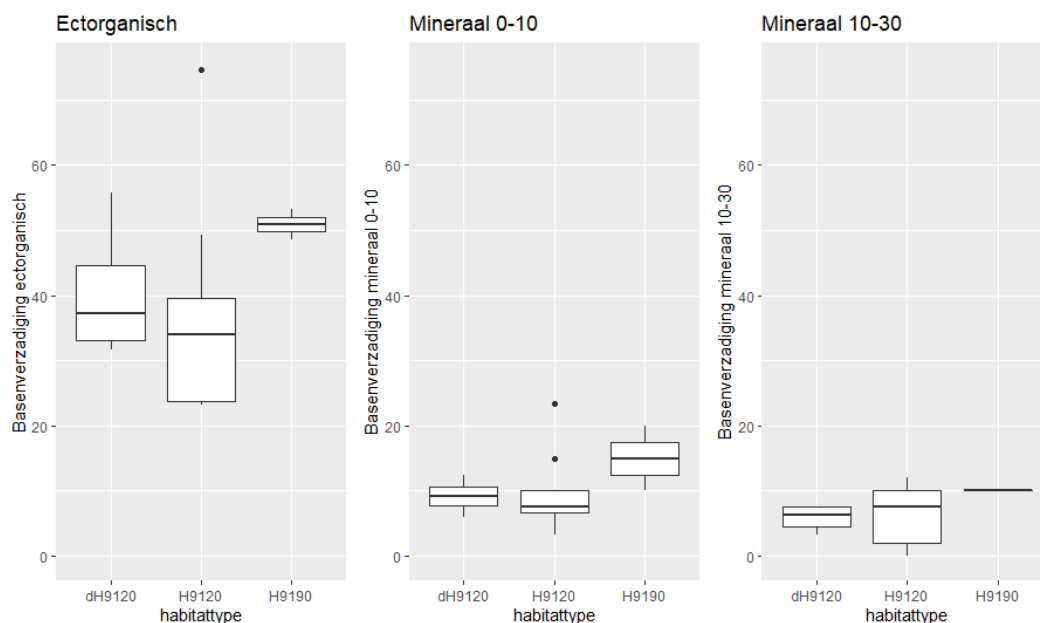
De relaties uit Figuur 3.6 worden in Figuur 3.7 per laag in meer detail weergegeven voor individuele meetpunten en voor bodemtypen. Hieruit blijkt dat matig voedselrijke condities ( $P_{\text{totaal}} > 400$  mg/kg in mineraal 10-30) zich voordoen in bewerkte en/of opgehoogde bodems (zEZ, opgehoogde cZn), zeer voedselarme condities ( $P_{\text{totaal}} < 100$  mg/kg in mineraal 10-30) in humuspodzolgronden en vaaggronden (Hd, Hn, bZ) en in de bemonsterde beekerdgrond (tZg) en dat moderpodzolgronden (Y) een tussenpositie innemen.



**Figuur 3.7** De verdeling van de nutriënten  $N_{\text{totaal}}$  en  $P_{\text{totaal}}$  over meetpunten in de drie bemonsterde bodemlagen en over bodemtypen in Drentse bossen. Codering van habitattypen (vergelijk Tabel 1.5): rode punten: habitattype 9120; oranje punten: dH9120; blauwe punten: habitattype 9190.

### 3.3 Bossen geordend naar bodemtextuur en -chemie

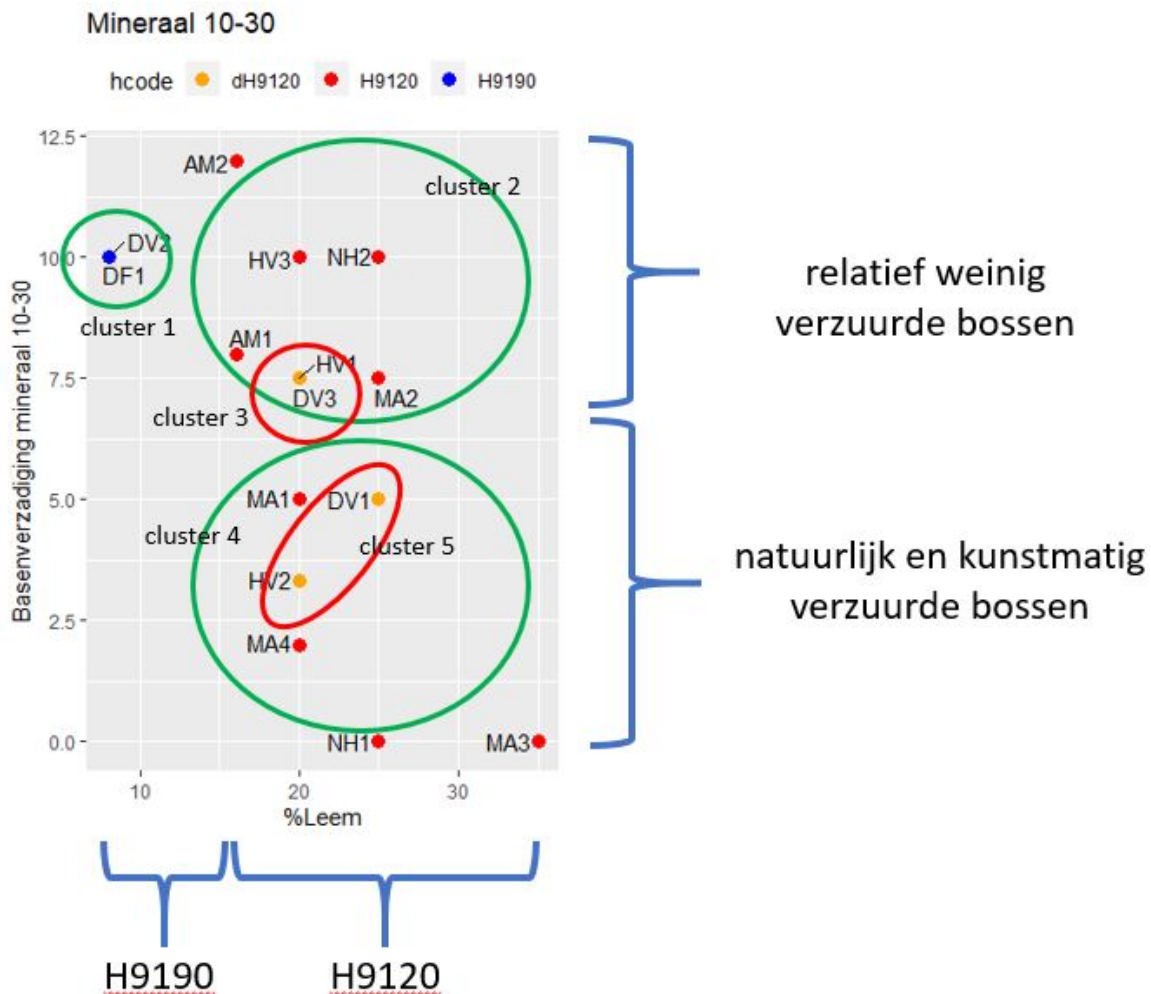
De basenverzadiging van bodemlagen verschilt niet significant tussen de bemonsterde habitattypen Beuken-eikenbossen (9120), gedegreerde Beuken-eikenbossen (dH9120) en Oude eikenbossen (9190) (ANOVA; Figuur 3.8 en zie ook Figuur 3.2). Dat de basenverzadiging in ectorganische laag en mineraal 0-10 voor H9190 gemiddeld wel hoger is dan voor H9120 komt doordat H9120 een gemiddeld dikkere ectorganische laag heeft (maar eveneens niet significant): zie § 3.1.



**Figuur 3.8** Boxplots van basenverzadiging van bodemlagen voor de habitattypen Beuken-eikenbossen (9120), gedegreerde Beuken-eikenbossen (dH9120) en Oude eikenbossen (9190) in Drenthe. Voor geen van de lagen is er sprake van een significant verschil tussen habitattypen.

Een ecologische beoordeling van de habitattypen moet dus uitgaan van verschillen tussen individuele meetpunten. Hiertoe zijn de meetpunten nader geordend in clusters in een ecodiagram (Figuur 3.9) met de volgende criteria:

- De gradiënt in leemgehalte (en daarmee in voorraad van verweerbare mineralen) beschouwen wij als een (potentieel) natuurlijke referentiebasis voor bostypen op de droge zand- en leemgronden. In feite zijn beide habitattypen per definitie geordend langs deze gradiënt: 9190 leemarm en 9120 lemig.
- De basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm geeft de beste informatie over de actuele basenstatus (verzuringstoestand) van de bodem. Eerder (zie Figuur 3.5) is al gebleken dat de basenverzadiging van de minerale laag 0-10 cm sterk (negatief) is gecorreleerd met de dikte van de H-laag en dus wordt bepaald door de leeftijd van ongestoorde bodemontwikkeling. Voor de minerale laag 10-30 cm geldt dit veel minder. Hoewel deze laag betrekking kan hebben op verschillende bodemhorizonten (A, E, B, C; zie Tabel 1.3), zijn er in dit opzicht geen significante verschillen tussen de clusters 2-5 in Figuur 3.9; cluster 1 (op stuifzandbodems) verschilt significant van alle overige clusters door een relatief hoog aandeel B/C- of C-materiaal in de bodemlaag 10-30 cm.
- Historisch bosgebruik en leeftijds categorie (Tabel 2.1) en actuele vegetatiesamenstelling, met name de aanwezigheid van oudbosplanten (§ 2.2, Bijlage 7 en zie ook de Natura 2000-beheerplannen), geven informatie over de intensiteit van houtoogst en daarmee indirect over bodemverstoring en uitputting van de bodem.



**Figuur 3.9** Ecodiagram met 5 clusters van monsterpunten in droge, oude eikenbossen in Drenthe, geordend ten opzichte van de natuurlijke gradiënt in leemgehalte van de minerale bodem en ten opzichte van de basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm. Per meetpunt is zowel habitattype als meetpuntcode weergegeven. De rood omliggende clusters betreffen meer of minder gedegraderd bos (dH9120), primair als gevolg van kunstmatige verzuring door hakhoutcultuur.

---

Het ecodiagram in Figuur 3.9 voor de bodemlaag 10-30 cm is nader geïnterpreteerd voor 4 kwadranten op grond van leemgehalte en basenverzadiging:

- Linksboven: Relatief weinig verzuurd potentieel H9190 (leemgehalte <15%, basenverzadiging 10-30 cm >7,5%): cluster 1 met referentiebossen H9190;
- Rechtsboven: Relatief weinig verzuurd potentieel H9120 (leemgehalte >15%, basenverzadiging 10-30 cm >7,5%): clusters 2 (met referentiebossen H9120) en 3 (met gedegreerde H9120: dH9120);
- Linksonder: Natuurlijk of kunstmatig verzuurd potentieel H9190 (leemgehalte <15%, basenverzadiging 10-30 cm <7,5%): niet aangetroffen; waarschijnlijk wel voorkomend in zeer oude Oude eikenbossen met hakhoutachtergrond elders (bijv. Veluwe, Utrechtse Heuvelrug);
- Rechtsonder: Natuurlijk of kunstmatig verzuurd potentieel H9120 (leemgehalte >15%, basenverzadiging 10-30 cm <7,5%): clusters 4 (natuurlijk verzuurde H9120) en 5 (gedegreerde H9120: dH9120).

Clusters 2 en 4 omvatten de zeer oude Drentse holten met overwegend opgaand bos als historisch gebruik. Voor de basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm is hierbinnen sprake van een gradiënt die wij interpreteren als gevolg van natuurlijke verzuring (zie hoofdstuk 5 Discussie & conclusies) en/of verschillen in intensiteit van bosgebruik. Dat er in deze holten – met landelijk gezien lage basenverzadiging (<12.5% in minerale toplaag) – nog steeds sprake is van een goede vegetatiekwaliteit (beoordeeld aan het voorkomen van oudbosplanten), komt doordat buffercapaciteit en nutriëntenvoorraden door de zeer dikke ectorganische humusprofielen vrijwel onafhankelijk zijn geworden van het moedermateriaal (Kemmers & De Waal, 1999; en zie § 3.1). Voor de meetpunten MA3 en NH1 zijn de CEC en concentraties base-kationen in de minerale laag 10-30 cm zo laag (beneden detectiegrens) dat de basenverzadiging vrijwel gelijk is aan nul. Ook deze meetpunten beschouwen wij als onderdeel van de natuurlijk verzuurde referentie (cluster 4).

Clusters 3 en 5 beschouwen wij als slecht ontwikkelde en/of gedegreerde H9120 (vergelijk Tabel 1.5) omdat:

- Cluster 3 (DV3, HV1) vegetatiekundig (nog) niet kwalificeert door de geïsoleerde ligging ten opzichte van bronnen van karakteristieke soorten (vaatplanten) en waarschijnlijk ook door degradatie door hakhoutcultuur;
- Cluster 5 (DV1, HV2) vegetatiekundig niet (meer) kwalificeert, waarschijnlijk door sterke degradatie door hakhoutcultuur; voor DV1 zijn bronnen in de directe omgeving nog aanwezig, voor HV2 is dit waarschijnlijk niet het geval.

De clusters worden nader toegelicht in Tabel 3.3.



**Tabel 3.3** Toelichting bij clusters in ecodiagram Figuur 3.9 voor ecologisch relevante bodemkenmerken: leemgehalte: 10-17,5%, zwak lemig: 10-17,5%; sterk lemig: 17,5-32,5%), basenverzadiging (BaVerz) mineraal 0-10 cm en 10-30 cm (zeer laag: <7,5%, matig laag: 7,5-15%, matig hoog: 15-25%), dikte van de H-laag (dun: <2,5 cm, dik: 2,5-10 cm, zeer dik: >10 cm), voedingstoestand (Ptot in mineraal 10-30): zeer arm (P<100 mg/kg; matig arm: P 100-400 mg/kg; matig rijk: P 400-600 mg/kg). Habitatype (hcode) zoals door ons vastgesteld: 9120 Beuken-eikenbossen met hulst, 9190 Oude eikenbossen.

	Puntcode	Hcode	Leem	BaVerz 0-10	BaVerz 10-30	Dikte H	Ptot	Karakterisering
Cluster 1	DF1, DV2	H9190	arm	matig laag tot matig hoog	matig laag	dik	zeer arm	Relatief jong, spontaan ontwikkeld eikenbos op leemarme en van nature zeer voedselarme bodems (vaaggronden, overstoven bodems), met matig lage basenverzadiging in de minerale toplagen. Niet gedegeerd door hakhoutcultuur.
Cluster 2	AM1, AM2, HV3, MA2, NH1, NH2, (NH2, MA3)	H9120	zwak tot sterk lemig	zeer laag tot matig hoog	matig laag*	dun tot zeer dik	matig arm tot matig rijk	Oud opgaand bos, extensief of in het verleden extensief tot tamelijk intensief beheerd eikenbos op zwak tot sterk lemige, matig voedselarme, droge moder- en humuspodzolgronden met matig-lage basenverzadiging in de minerale top laag. Ook matig voedselrijk door opgebrachte top laag (AM2). Deels enigszins verdroogd en daardoor kunstmatig verzuurd (MA2, MA3).
Cluster 3	HV1, DV3	dH9120	sterk lemige top laag op leemarme tot zwak-lemige ondergrond	zeer laag tot matig laag	matig laag	dik	matig rijk	Relatief jong (vroeg 19 <sup>de</sup> eeuws) voornamelijk hakhout als ontginningsbos op van nature voedselarme, leemarme tot zwak-lemige bodem met opgebrachte of landbouwkundig bewerkte, matig voedselrijke top laag met zeer tot matig lage basenverzadiging. Door geïsoleerde ontwikkeling en arme ondergrond ontbreekt het (nog) grotendeels aan karakteristieke 9120-soorten.
Cluster 4	MA1, MA4	9120	sterk lemig	zeer laag tot matig laag	zeer laag	dik	zeer arm	Oud opgaand bos, zeer extensief beheerd eikenbos op sterk lemige, zeer voedselarme, droge humuspodzolgronden (in centrum Mantingerbos en Noordlagerbos) met zeer lage basenverzadiging in de minerale top laag, als gevolg van langdurige natuurlijke verzuring (inzijging, humusprofielontwikkeling).
Cluster 5	DV1, HV2	dH9120	sterk lemig	matig laag	zeer laag	dik	matig arm	Voornamelijk oud hakhoutbos op sterk lemige, voedselarme al dan niet gerabatteerde bodem, met zeer lage basenverzadiging in de minerale laag 10-30, vegetatiekundig kwalificerend als Oude eikenbossen. Gezien het bodemtype is waarschijnlijk sprake van sterke degradatie door hakhoutcultuur.

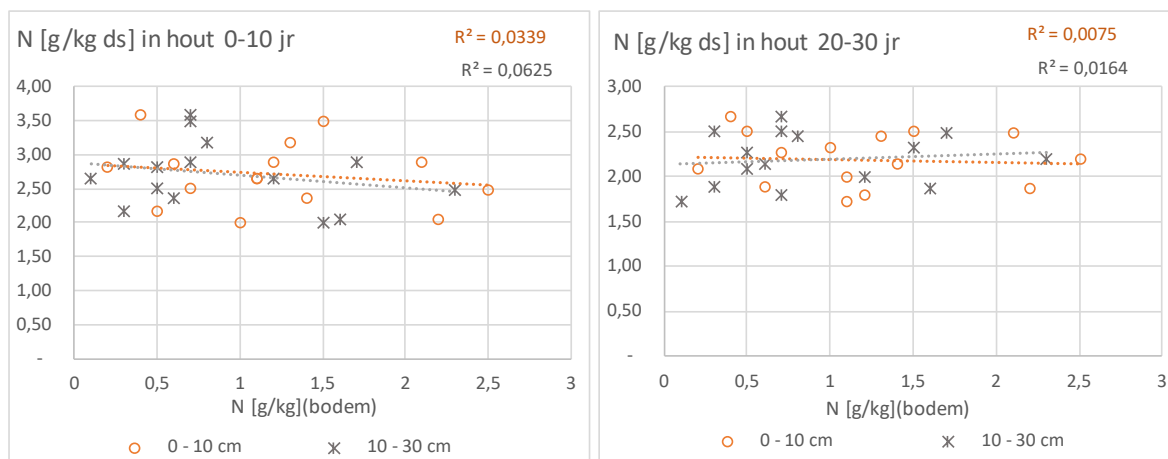
\* Basenverzadiging=0 voor NH1 en MA3 in de minerale laag 10-30 is mogelijk het gevolg van een analyse-artefact.

# 4 Resultaten chemisch onderzoek stamhout eik

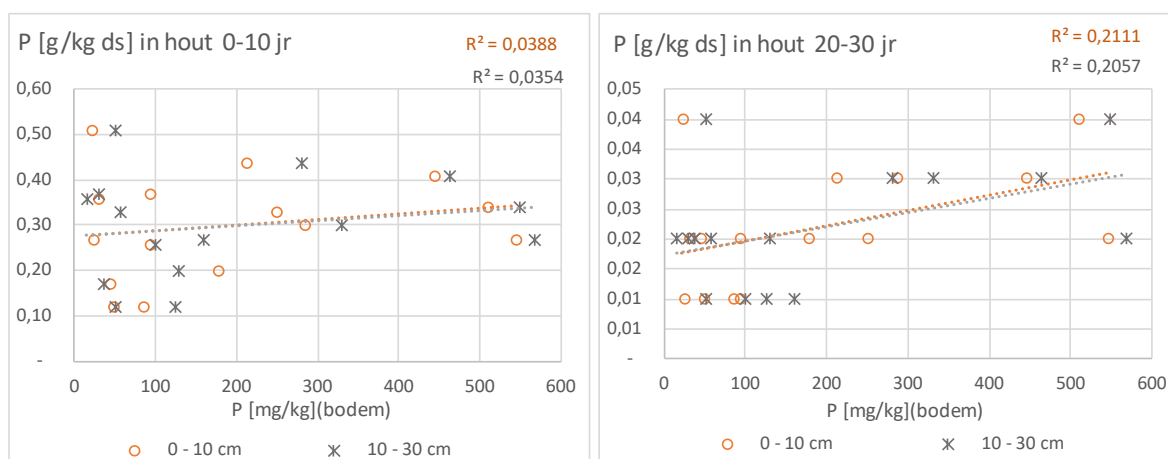
## 4.1 Relaties van nutriëntengehalten tussen bodem en hout

De analyse van nutriëntgehalten in hout laat een aanzienlijke spreiding zien in gehalten tussen de locaties. Zo varieert het N-gehalte in spinthout van ca. 2 tot 3,5 g/kg ds en het P-gehalte in spinthout zelfs van ca. 0,1 tot 0,5 g/kg ds.

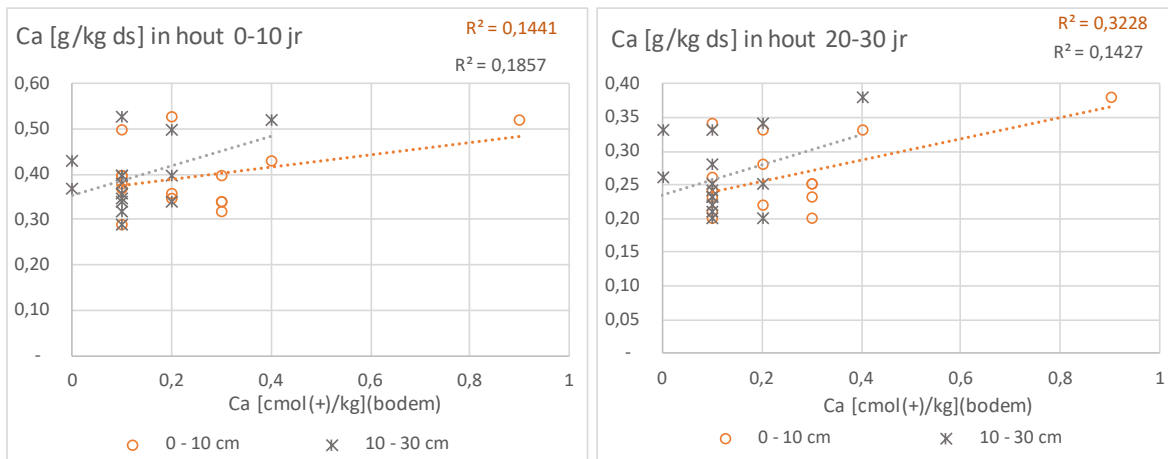
Over de gehele dataset zijn de gehalten van N en P in spinthout en kernhout niet of zwak gecorreleerd met gehalten in de minerale bodemlagen (Figuur 4.1, 4.2). De variatie in hout wordt niet verklaard door de variatie in de bemonsterde bodems. Voor Ca wordt de relatie (met  $R^2 = 0,32$ ; Figuur 4.3) tussen de gehalten in de bodem van 0-10 cm diep en de gehalten in kernhout sterk bepaald door meetpunt AM2. Overigens zijn de rijkere locaties van Hemmen en de Flevopolder hierbij niet meegenomen. Als die wel worden meegenomen, wordt het verband duidelijk sterker. De gehalten van K in de bodem zijn in alle gevallen bijzonder laag, soms zelfs onder de meetgrens.



**Figuur 4.1** Relatie tussen N-gehalten in de bodemlagen 0-10 cm (cirkels) en 10-30 cm (kruisjes) en N-gehalten in spinthout (0-10 jaar, figuur links) en kernhout (20-30 jaar, figuur rechts) in de Drentse bossen.



**Figuur 4.2** Relatie tussen P-gehalten in de bodemlagen 0-10 cm (cirkels) en 10-30 cm (kruisjes) en P-gehalten in spinthout (0-10 jaar, figuur links) en kernhout (20-30 jaar, figuur rechts) in de Drentse bossen.



**Figuur 4.3** Relatie tussen Ca-gehalten in de bodemlagen 0-10 cm (cirkels) en 10-30 cm (kruisjes) en Ca-gehalten in spinthout (0-10 jaar, figuur links) en kernhout (20-30 jaar, figuur rechts) in de Drentse bossen.

## 4.2 Relaties tussen groei en nutriëntengehalte in hout

Er blijkt een licht negatief verband te zijn tussen de N-gehalten in het hout en de diktegroei (Figuur 4.4 links). Daarentegen blijkt er een licht positief verband te zijn tussen de N-gehalten in het ectorganische humusprofiel en de diktegroei (Figuur 4.4 rechts). Voor de minerale bodemlagen is dit verband minder duidelijk.

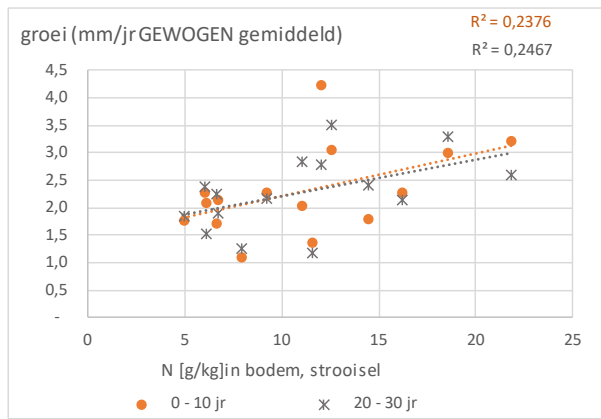
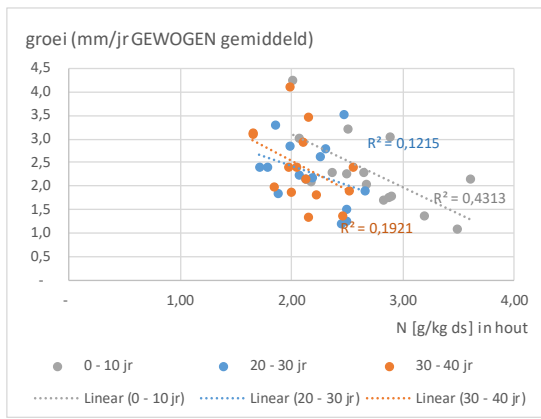
Ook voor P blijkt er een licht negatief verband te zijn tussen de P-gehalten in het spinthout en de diktegroei ervan (Figuur 4.5 links). Er blijkt een licht positief verband te zijn tussen de P-gehalten in strooisel en de diktegroei van spint- en kernhout (Figuur 4.5 rechts). Ook voor P was dit verband voor de minerale bodemlagen minder sterk.

Evenals bij N en P is er voor K een negatieve relatie gevonden tussen het K-gehalte in spinthout en de diktegroei ervan (Figuur 4.6 links). Voor het kernhout is deze relatie minder sterk. Er is een positieve relatie tussen het K-gehalte in het ectorganische humusprofiel en de diktegroei (Figuur 4.6 rechts). Ook hier is de relatie met de K-gehalten in de minerale bodemlagen en de diktegroei minder sterk.

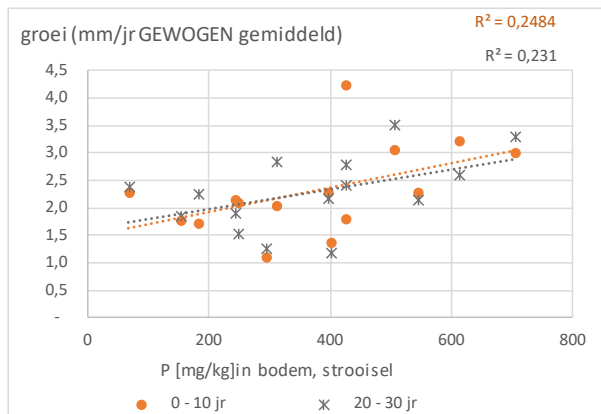
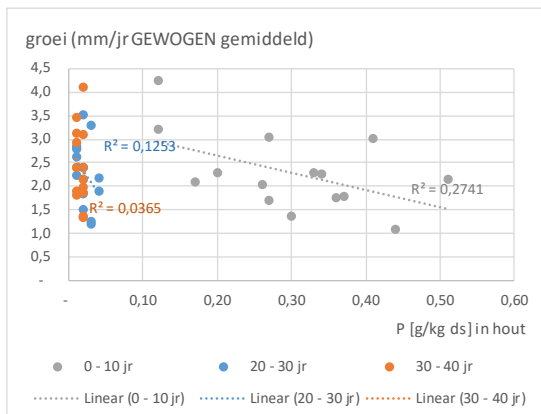
Voor Ca is er geen duidelijke relatie gevonden tussen de gehalten in het hout en de diktegroei ervan (Figuur 4.7). Wel is er een licht positief verband tussen de gehalten in verschillende bodemlagen en de diktegroei (zie Figuur 4.7).

Bij Mg is er wel weer een negatieve relatie gevonden tussen het Mg-gehalte in spinthout en de diktegroei ervan (Figuur 4.8 links) en is er een positieve relatie tussen de gehalten in het strooisel en de diktegroei (Figuur 4.8 rechts).

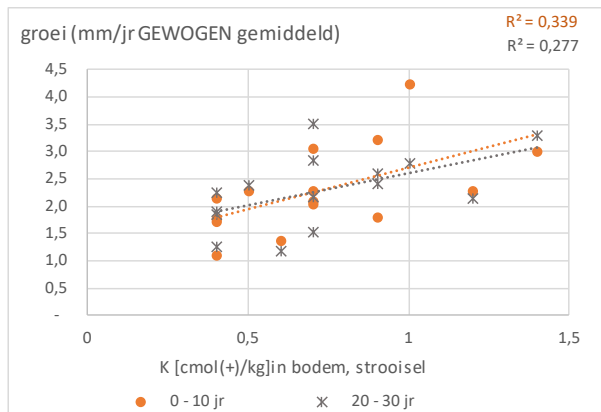
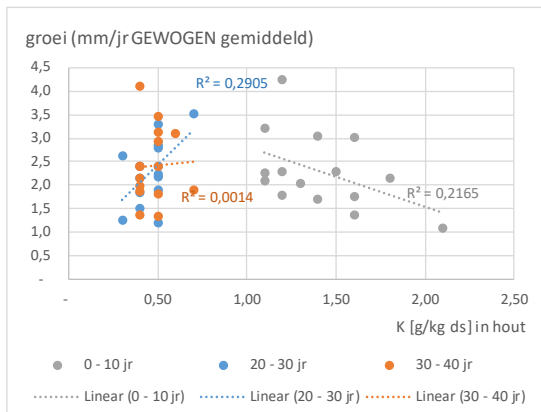
Uit het bovenstaande blijkt een effect van de nutriënten in het strooisel op de diktegroei. Een grotere diktegroei kan een resultaat zijn van meer nutriënten in de ectorganische laag (strooisellaag), met als gevolg lagere gehalten in het hout. Diktegroei is echter van meerdere factoren afhankelijk, zoals vrijstand van de bomen en vochtbeschikbaarheid. Er blijkt echter ook een licht negatieve correlatie tussen diktegroei en nutriëntgehalten in het hout, met name in spinthout. Dit kan komen door verschillen in verhouding tussen vroeghout (voorjaar) en laathout (zomer) die ontstaan door verschillen in groeitempo, wat mogelijk kan leiden tot een negatief effect van nutriëntgehalten in de strooisellaag op de nutriëntgehalten in vooral het spinthout. Dit lijkt voor N, K en Mg ook zichtbaar (zie als voorbeeld Figuur 4.9 voor N en K), maar dit blijkt niet voor P en Ca.



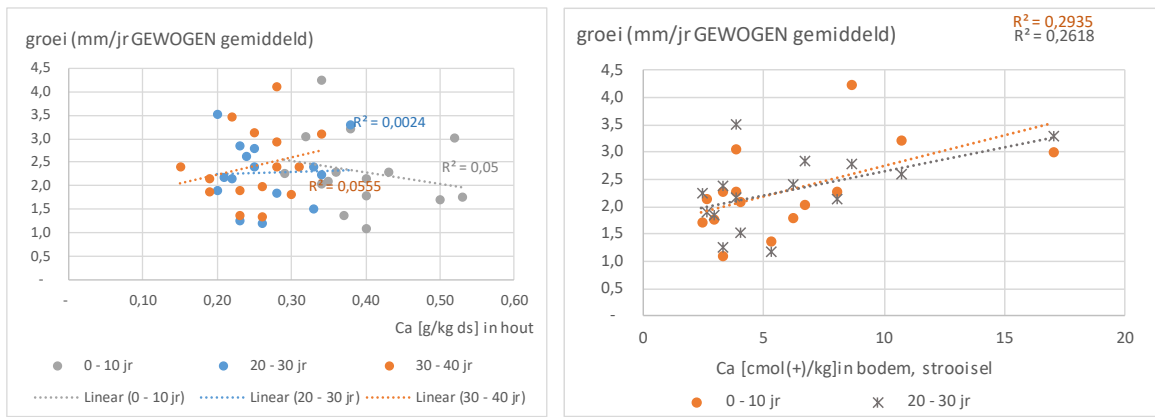
**Figuur 4.4** Verband tussen N-gehalten in hout van verschillende jaarringgroepen en diktegroei (links) en N-gehalten in strooisel en diktegroei (rechts) op de onderzochte Drentse locaties.



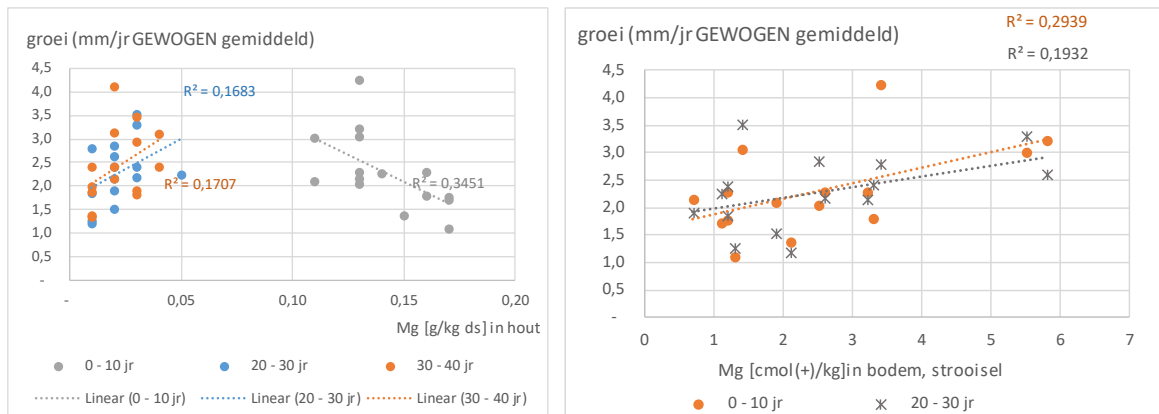
**Figuur 4.5** Verband tussen P-gehalten in hout van verschillende jaarringgroepen en diktegroei (links) en P-gehalten in strooisel en diktegroei (rechts) op de onderzochte Drentse locaties.



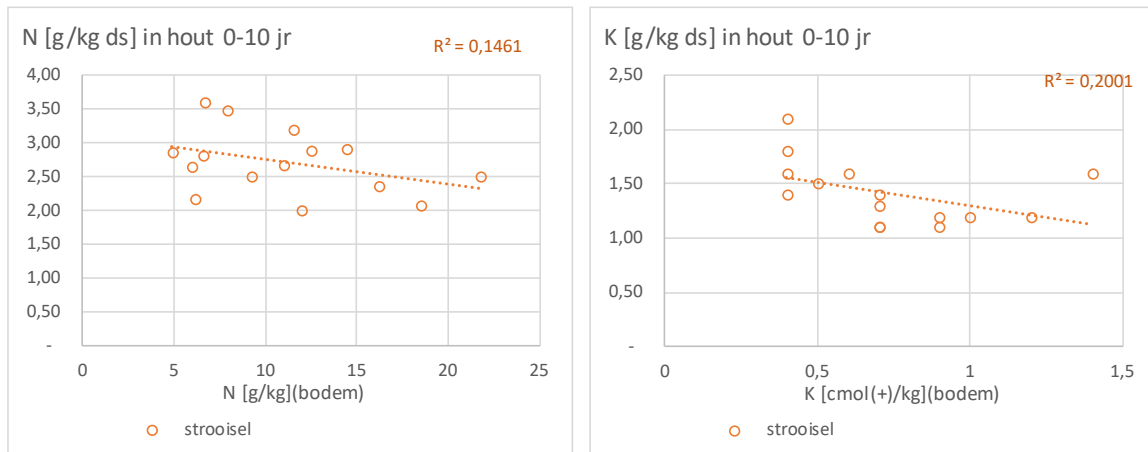
**Figuur 4.6** Verband tussen K-gehalten in hout van verschillende jaarringgroepen en diktegroei (links) en K-gehalten in strooisel en diktegroei (rechts) op de onderzochte Drentse locaties.



**Figuur 4.7** Verband tussen Ca-gehalten in hout van verschillende jaarringgroepen en diktegroei (links) en Ca-gehalten in strooisel en diktegroei (rechts) op de onderzochte Drentse locaties.



**Figuur 4.8** Verband tussen Mg-gehalten in hout van verschillende jaarringgroepen en diktegroei (links) en Mg-gehalten in strooisel en diktegroei (rechts) op de onderzochte Drentse locaties.



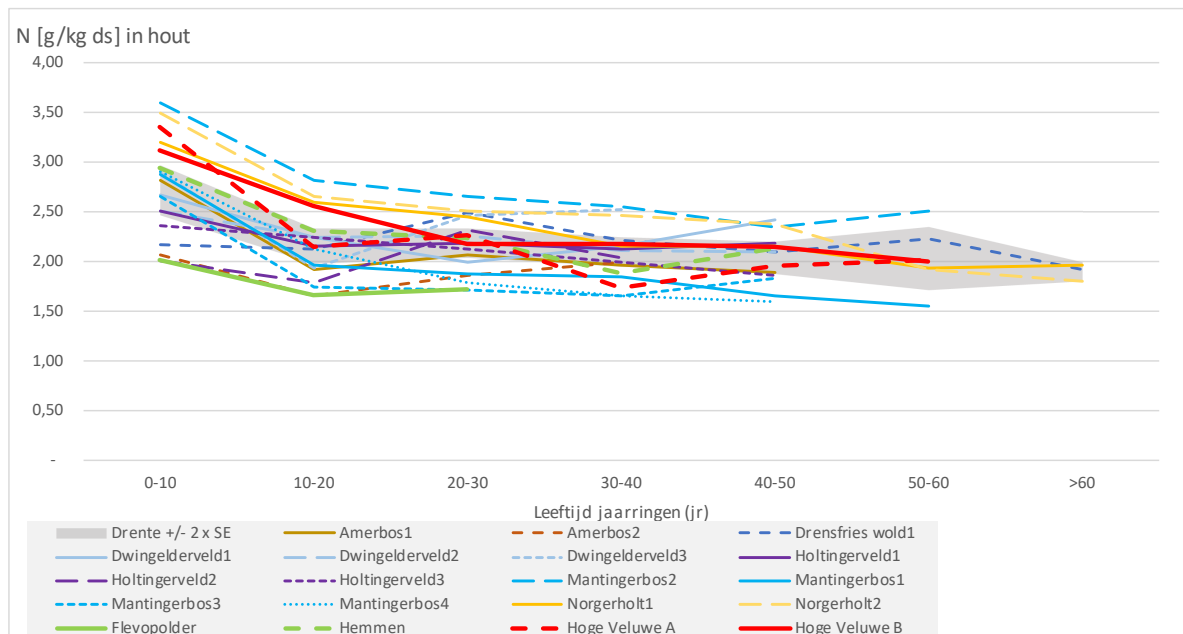
**Figuur 4.9** Relatie tussen N-gehalten (links) en K-gehalten (rechts) in de strooisellaag en in het spinthout (jaarringen 0-10 jaar) in de Drentse bossen.

## 4.3 Bespreking van de resultaten per element

In de volgende subparagrafen worden achtereenvolgens kort de belangrijkste resultaten van de metingen van elementgehalten in jaarringen van verschillende leeftijden besproken. Daarin is per element per locatie het gemeten gehalte van clusters van tien jaarringen weergegeven. In deze figuren is met een grijs vlak de bandbreedte van het gemiddelde ( $\pm 2x$  de standaardfout) weergegeven.

### 4.3.1 Stikstof

De N-gehalten (Figuur 4.10) laten gemiddeld een geleidelijke toename zien van oud kernhout (> 60 jaar; 1,9 g/kg ds) naar jong kernhout (20-30 jr; 2,18 g/kg ds). De gehalten in het spinhout (0-10 jr) zijn vervolgens nog aanzienlijk hoger (2,71 g/kg ds). De hogere gehalten in spinhout zijn gebruikelijk (o.a. André et al., 2010).



**Figuur 4.10** Verloop van N-gehalte in clusters van jaarringen van eik voor alle onderzochte locaties.

Duidelijk hoger dan gemiddeld (in spinhout):

- MA2 (i.t.t. MA1 en MA3 in zelfde Mantingerbos): we hebben geen goede verklaring voor deze afwijking; mogelijk vanwege ligging nabij ontwateringsgreppel (inundatie met oppervlaktewater)?
- NH1, NH2 (Nongerholt): door historische bemesting en/of door intensieve landbouw in directe omgeving?
- Hoge Veluwe A en B: bij A, met sterfte, zijn de gehalten in het oudere hout lager dan gemiddeld, maar in het spinhout behoren ze tot de hoogste; mogelijk door hoge N-depositie vanuit Gelderse Vallei.

Duidelijk lager dan gemiddeld (in spinhout):

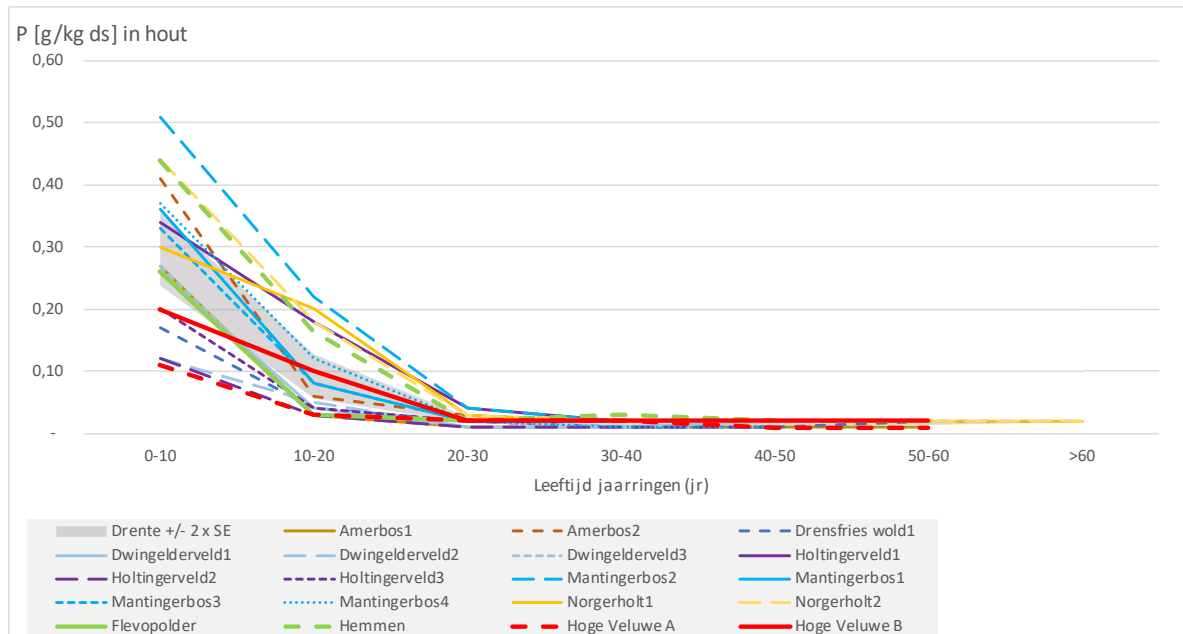
- DF1 (Drents-Friese Wold): mogelijk door voedselarme stuifzandachtergrond.
- HV2 (Holttingerveld N-deel): stijging van kernhout naar spinhout is duidelijk minder sterk dan gemiddeld; laag gehalte door achtergrond als voedselarme veenontginning?
- HV3 (Holttingerveld boven es): geen goede verklaring.
- Flevopolder: klei met hoge pH=7.7 heeft nitraat als belangrijkste N-vorm; lage N-gehalte in spinhout door lage affiniteit van zomereik voor opname en assimilatie van nitraat in vergelijking met ammonium (Thomas & Hilker, 2000) of door ander N-metabolisme?
- AM2: betreft een rijke groeiplaats. Mogelijk speelt hier hetzelfde als bij de Flevopolder.

## Conclusie stikstof

Het N-gehalte in spinhout is een indicator voor de lokale N-beschikbaarheid, waarbij zowel bodemkenmerken als depositie aanleiding kunnen zijn voor hoge en/of lage gehalten. Hierdoor is er geen duidelijke relatie tussen N-gehalte in spinhout en  $N_{\text{totaal}}$  in de bodem gemeten op één punt (Figuur 4.1). Aan de opvallende verschillen in N-gehalten van stamhout tussen gebieden moeten verschillen ten grondslag liggen in (historische) N-beschikbaarheid.

### 4.3.2 Fosfor

De gehalten van P (Figuur 4.11) zijn in het kernhout (0,02 g/kg ds) aanzienlijk lager dan in het spinhout (0,30 g/kg ds).



**Figuur 4.11** Verloop van P-gehalte in clusters van jaarringen van eik voor alle onderzochte locaties.

Duidelijk hoger dan gemiddeld (in spinhout):

- MA2, AM2, NH2 en Hemmen: geen plausible verklaring; MA2 ook voor N opvallend hoog; voor AM2 en NH2 door historische bosbemesting/opgebrachte bodem?

Duidelijk lager dan gemiddeld (in spinhout):

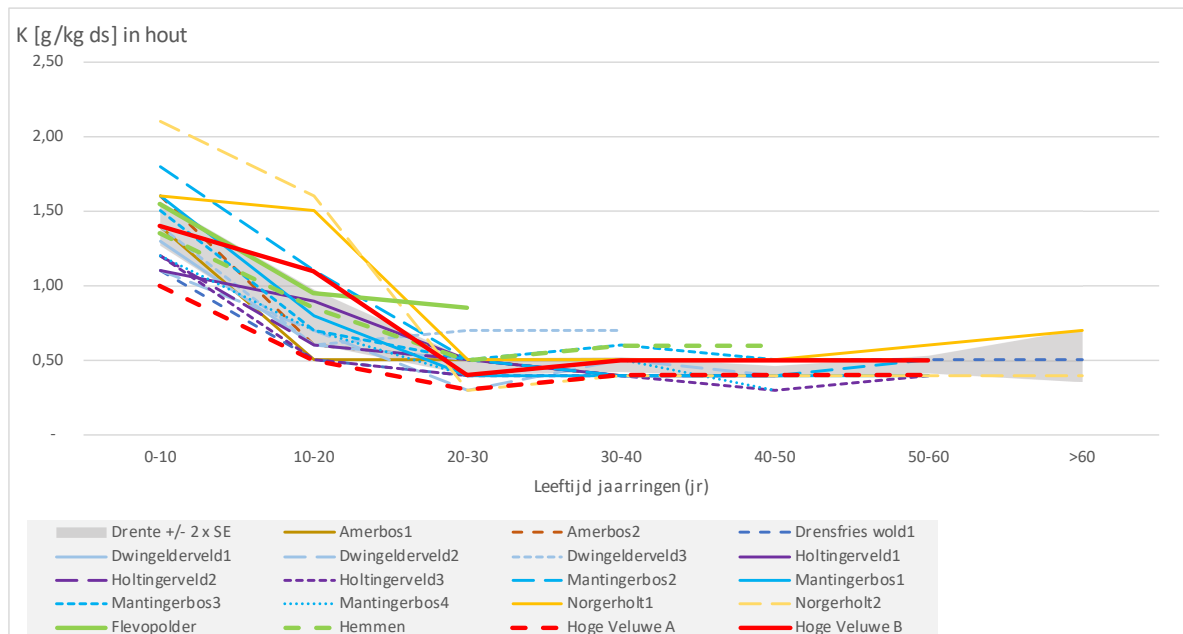
- Hoge Veluwe A (met eikensterfte), HV2 en in mindere mate DF1: betreft inherent voedselarme groeiplaatsen (zie § 4.2.1 Stikstof); lage P-gehalten in spinhout (ca. 0,2 g/kg ds) werden door (Lucassen et al., 2014a, b) waargenomen in afstervende eiken in vergelijking met vitale eiken. Mogelijk wijst het lage P-gehalte op een risico op eikensterfte voor m.n. HV2 en DV2.

## Conclusie fosfor

Lage P-gehalten in spinhout weerspiegelen een lage P-beschikbaarheid van de groeiplaats: lage gehalten bij arme groeiplaatsen, hoewel dat laatste niet uit de bodemanalyses blijkt. Kennelijk weerspiegelt P-gehalte in stamhout P-beschikbaarheid over een grotere oppervlakte en langere periode. Hoge P-gehalten mogelijk door invloed van historische bemesting of inundatie met oppervlaktewater. Ook kan de mate waarin de bomen in staat zijn P op te nemen een rol spelen. Hiervoor zijn bijvoorbeeld mycorrhizae van belang. Deze functioneren in het algemeen minder goed naarmate de bodem zuurder is en meer N bevat. Overigens wijzen de bodemanalyses op P-gehalten die in het algemeen lager zijn dan wordt aanbevolen voor loofbomen. Lage gehalten in (spint)hout wijzen op vitaliteitsproblemen.

### 4.3.3 Kalium

De gehalten van K (Figuur 4.12) zijn in het kernhout (~0,47 g/kg ds) aanzienlijk lager dan in het spinhout (1,41 g/kg ds).



**Figuur 4.12** Verloop van K-gehalte in clusters van jaarringen van eik voor alle onderzochte locaties.

Duidelijk hoger dan gemiddeld (in spinhout):

- MA2, NH en HV3: geen plausibele verklaring, maar vergelijk fosfor met hogere waarden dan gemiddeld voor MA2 en NH2.

Duidelijk lager dan gemiddeld (in spinhout):

- Hoge Veluwe A (met eikensterfte): opvallend laag in het kernhout, maar vooral in het spinhout; Lucassen et al. (2014a, b) vonden eerder dat de K-gehalten in spinhout van eiken met sterfte of aantasting lager waren dan bij vitale bomen: resp. ca. 1 g/kg ds tegenover ca. 1,5 g/kg ds. Het verschil tussen Hoge Veluwe A (sterfte) en B (vitaal) is in dit kader opvallend.
- HV, DF1 en DV2: vanwege inherent voedselarme groeiplaatsen (zie § 4.2.1 Stikstof en § 4.2.2 Fosfor). Bij HV3 zijn ook de gehalten in het (oudere) kernhout duidelijk lager dan gemiddeld. Mogelijk risico op eikensterfte op deze locaties.

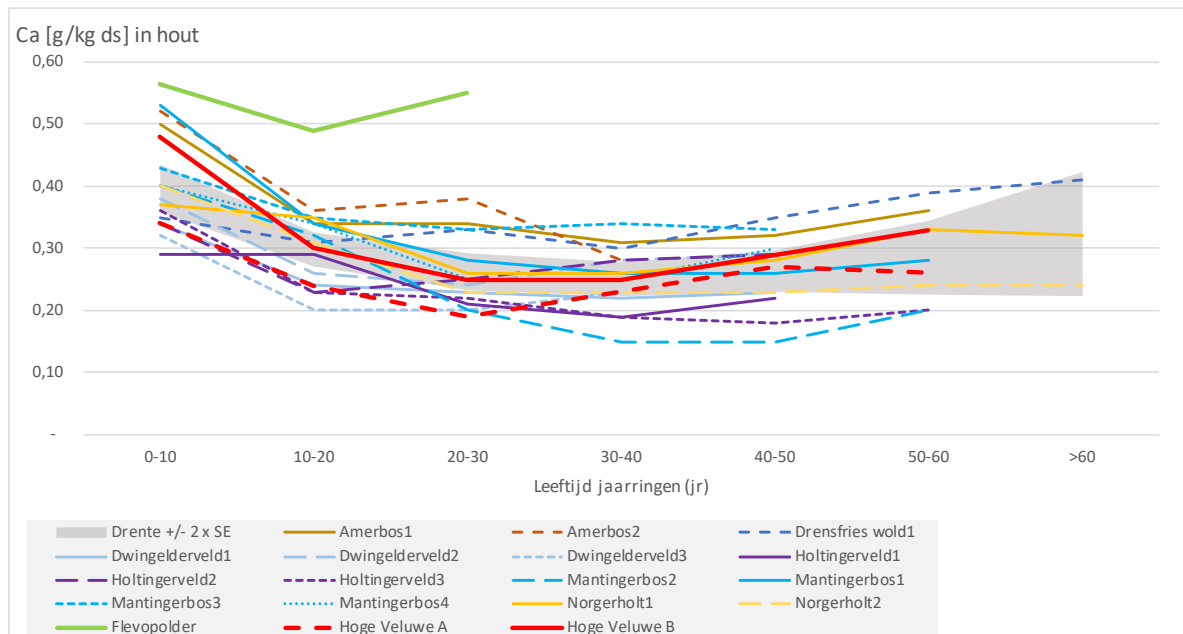
#### Conclusie kalium

Lage K-gehalten in spinhout weerspiegelen een lage K-beschikbaarheid van de groeiplaats. De gehalten beschikbaar K in de bovenste minerale bodem is in de gemeten Drentse bossen zo laag (soms niet meetbaar), dat een verband met gehalten in hout niet is aan te tonen. Lage gehalten in (spint)hout wijzen op risico's op vitaliteitsproblemen.



#### 4.3.4 Calcium

De calciumgehalten (Figuur 4.13) zijn in het kernhout lager dan in het spinhout, maar het verschil is niet bijzonder groot (vergeleken met andere nutriënten).



**Figuur 4.13** Verloop van Ca-gehalte in clusters van jaarringen van eik voor alle onderzochte locaties. Gehalten in Hemmen bedragen gemiddeld 0,91 g/kg ds in kernhout en 1,22 g/kg ds in spinhout. Deze waarden zijn voor de leesbaarheid van de grafiek niet weergegeven.

Duidelijk hoger dan gemiddeld (in spinhout):

- Ca-gehalten bij de locaties op de kleigronden van Hemmen (tussen 0,80 en 1,22 g/kg ds, niet weergegeven) en de Flevopolder zijn over de hele range van jaarringen duidelijk hoger. Dit is voor andere elementen niet het geval.
- AM: gehalten over alle jaarringen hoger dan gemiddeld; vergelijk ook hoge waarden voor N en P.
- MA1: gehalten in het kernhout liggen bij het gemiddelde, maar in spinhout zijn ze duidelijk hoger dan gemiddeld; geen plausible verklaring.

Duidelijk lager dan gemiddeld (in spinhout):

- Hoge Veluwe A, DF1, DV2, DV3 en HV: gehalten in het spinhout zijn lager dan gemiddeld; bij DF1 en HV2 in het (oudere) kernhout juist hoger dan gemiddeld. De gehalten zijn dus in verhouding tot die van andere locaties minder geworden. Voor de stuifzandlocaties (DF1, DV2 en DV3) kan stuifzand relatief rijk zijn afgezet in het verleden en nadien verzuurd.
- Voor MA2: historisch Ca-gehalte (kernhout) opvallend laag, maar in het spinhout gemiddeld.

#### Conclusie calcium

Ca-gehalten in het kernhout weerspiegelen de historische beschikbaarheid en het contrast met het gehalte in spinhout wijst op verandering in beschikbaarheid in de loop van de tijd.

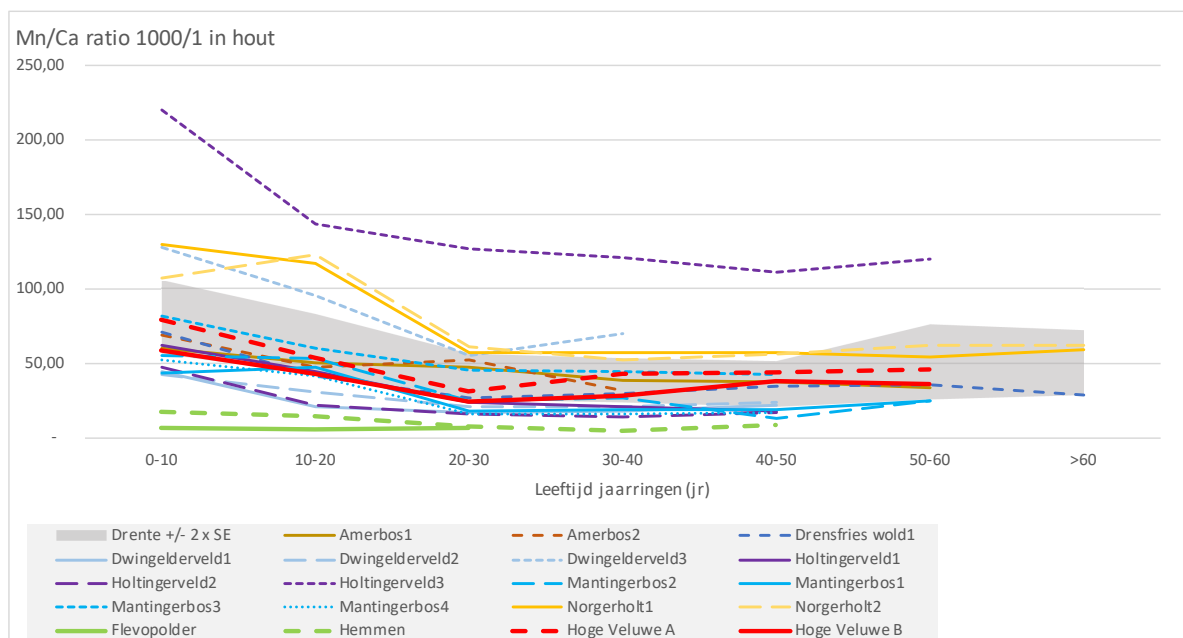
### 4.3.5 Overige elementen

De gehalten van aluminium blijken steeds erg laag te zijn (< 10 mg/kg ds). In sommige studies wordt dit element als indicator voor verzuring toegepast en worden bijvoorbeeld Al/Ca-ratio's berekend. Maar dat blijkt bij voorliggende locaties geen bruikbare gegevens op te leveren.

IJzer wordt ook wel als indicator voor verzuring toegepast. Bij Hoge Veluwe A (met eikensterfte) is het Fe-gehalte in het kernhout gemiddeld, maar in het spinthout duidelijk hoger, en zelfs het hoogst van alle gemeten locaties. Bij NH2, MA2 en Hemmen zijn de Fe-gehalten over bijna alle jaarringen hoger dan gemiddeld. Hoge gehalten kunnen ook door ijzerrijke kwel veroorzaakt worden, maar dit zou alleen een rol kunnen spelen voor MA2.

Verhoogde Mn-gehalten kunnen eveneens een indicator zijn voor verzuring. Bij mangaan vallen de hoger dan gemiddelde gehalten bij NH, en nog sterker bij HV3, op.

Ook een hoge ratio Mn/Ca kan duiden op verzuring. Vooral bij HV3, NH en DV3 is die verhouding hoger dan gemiddeld. Op de rijke groeiplaatsen is de verhouding duidelijk lager dan gemiddeld, evenals bij HV2, DV1 en DV2 (zie Figuur 4.14). In de Flevopolder en in Hemmen is die verhouding ook lager dan gemiddeld.



**Figuur 4.14** Verloop van Mn/Ca-verhouding (\*1000) in clusters van jaarringen van eik voor alle onderzochte locaties.

---

## 5 Conclusies & discussie

### Algemeen

1. Het hier gerapporteerde onderzoek naar kwaliteitskenmerken in Drentse bossen die behoren tot de habitattypen Beuken- eikenbossen met hulst (9120) en Oude eikenbossen (9190) is het eerste ons bekende onderzoek in oude bossen waarbij expliciet de betekenis van zeer dikke humusprofielen in beschouwing wordt genomen. De conclusies uit dit onderzoek werpen een nieuw licht op de duiding van chemische bodemkenmerken in relatie tot verzuring in oude bossen.
2. Ook het chemisch onderzoek van tijdreeksen van jaarringen in spint- en kernhout van eik is vernieuwend. De conclusies uit dit onderzoek zijn voorlopig en roepen extra vragen op, maar bevatten ook sterke aanwijzingen voor een indicatorfunctie voor (historische) veranderingen in N-depositie en verzuring.
3. Drenthe is bij uitstek geschikt voor het uitgevoerde onderzoek door 1) de aanwezigheid van oude bossen met oude, ongestoorde humusprofielen (zoals het Mantingerbos), 2) de aanwezigheid van een complete reeks van relatief jonge heide- en stuifzandbossen (van na 1800) tot bossen die teruggaan tot de Middeleeuwen, alsook de aanwezigheid van goeddeels spontane bossen en bossen met een intensief historisch gebruik en 3) de relatief lage verzurende depositie en stikstofdepositie in het nabije verleden (ten opzichte van Midden- en Zuid-Nederland).
4. Het onderzoek had betrekking op door zomereik gedomineerde bossen. De door ons voorgestelde referenties gelden dus niet zonder meer voor oude beukenbossen van de hogere zandgronden die eveneens tot H9120 behoren. Wij verwachten dat vergelijkbaar onderzoek in oude beukenbossen eveneens nieuwe inzichten zal opleveren vanwege de specifieke humusvorm afkomstig van beukenstrooisel.

### Bodem

5. Er is tot dusver weinig onderzoek uitgevoerd naar kenmerken van oude bosbodems (o.a. Wilson et al. 1997; Kristiansen & Greve, 2003). Dikke humusprofielen zijn nog steeds een schaars kwaliteitskenmerk van bossen op de hogere zandgronden. De oudst aangetroffen humusprofielen gaan blijkens analyse van het pollenarchief terug tot de Middeleeuwen (Stockmarr, 1975). Koolstofvastlegging in humusprofielen is aanzienlijk, maar door ons niet onderzocht.
6. Opgebrachte of langdurig bewerkte bodemlagen worden als cultuurdek of eerdlaag geassocieerd met landbouwkundig gebruik, maar de herkomst en ecologische betekenis van dergelijke lagen in oude bossen ('ancient woodlands') vereisen nader (archeologisch en bodemchemisch) onderzoek (Elerie et al., 2015; Bijlsma et al., 2018).
7. Een (zeer) dikke H-laag (bestaande uit praktisch niet verder afbreekbare humus) heeft zeer waarschijnlijk een aanzienlijk effect op de vochthuishouding van de bovengrond, maar dit is door ons niet onderzocht. Voor dikke humusprofielen in droge heide zijn dergelijke effecten opvallend aanwezig (Bijlsma et al., 2013). Anekdotisch is het massaal voorkomen van de Europese Rode Lijst-soort elzenmos (*Pallavicinia lyellii*) op een vrijwel geheel uit H-materiaal bestaande ('venige') wortelkruit van hulst in het Mantingerbos in 2005; deze soort komt vooral voor in broekbossen in het laagveengebied.
8. De in de Drentse holten aangetroffen dikke humusprofielen zijn het resultaat van zeer lange, ongestoorde ontwikkeling. Deze profielen bepalen in de betreffende droge bossen zowel de buffercapaciteit (basenverzadiging) als de nutriëntenvoorraden van de bosbodem en fungeren daardoor als belangrijkste bewortelingszone van het bos, die vrijwel onafhankelijk is (geworden) van het moedermateriaal.
9. De H-laag heeft een sterk negatieve invloed op de basenverzadiging van de aansluitende minerale top laag (0-10 cm), maar niet op de minerale laag 10-30 cm. Deze invloed neemt toe bij toenemende dikte van de H-laag. Wij beschouwen dit als een vorm van natuurlijke verzuring.
10. Maatregelen om deze verzuring tegen te gaan (bijv. door het verwijderen van strooisel of humus) zijn zeer ongewenst en leidt tot aantasting van de natuurkwaliteit, gezien het belang van deze humusprofielen voor de nutriëntenstatus en basenverzadiging van het boscosysteem (punt 8) en de cultuur- en natuurhistorische waarde (punten 5 en 6).

- 
11. Bovenstaande betekent dat basenverzadiging van minerale bodemlagen niet zonder meer kan worden gebruikt als indicator voor kunstmatige verzuring (d.w.z. door intensief bosgebruik en/of verzurende depositie). Ten minste moeten leeftijd van het bos en de dikte van het humusprofiel worden betrokken bij de duiding (zie Referenties voor oude bossen).

### Vegetatiekwaliteit

13. De rond de boorpunten opgenomen vegetatiegegevens zijn niet expliciet geanalyseerd. Duidelijk is wel dat zogenaamde oudbosplanten, zoals dalkruid, grote muur, sierlijke woudbraam (*Rubus bellardii*), zevenster en witte klaverzuring, zich goed kunnen handhaven op bosbodems met zeer dikke humusprofielen, ook op minerale bodem met zeer lage basenverzadiging. Vitale populaties van deze soorten komen in deze bossen waarschijnlijk vooral voor langs paden en op boswallen, omdat lichtcondities daar beter zijn en er minder strooiselophoping plaatsvindt (Bijlsma, 2018a).
14. Het is een open vraag in hoeverre sprake is van een 'uitsterfschuld' (extinction debt)<sup>5</sup> in de al zeer lange tijd min of meer geïsoleerde liggende holten. Voor vergelijkbaar oude bossen in Vlaanderen (op veelal rijkere bodem) lijkt dit wel het geval (Vellend et al., 2006). Gedetailleerde soortkarteringen zijn nodig om verslechtering door verzuring en andere drukfactoren op langere termijn te kunnen vaststellen en duiden. Voor Oude eikenbossen die inherent arm zijn aan vaatplanten, komen paddenstoelen hiervoor in aanmerking (Jansen, 1984; Veerkamp, 2001; Ozinga et al., 2013). Historische verspreidingsgegevens kunnen helpen bij het opsporen van bossen waarvan de samenstelling van de kruidlaag is verarmd, zoals waarschijnlijk het geval is op locatie HV3 (bosrelict langs es van Holtinge).

### Stamhout

15. Het onderzoek geeft sterke aanwijzingen dat N-gehalten in spinhout van eik de lokale N-beschikbaarheid indiceren, waarbij zowel bodemkenmerken als depositie aanleiding kunnen zijn voor hoge en/of lage gehalten. De relaties tussen enerzijds bodem en anderzijds groei en gehalten zijn echter complex en nog niet voldoende begrepen: hogere beschikbaarheid kan leiden tot grotere (dikte)groei, wat weer een negatief effect heeft op de gehalten in hout. Aan de opvallende verschillen in N-gehalten van stamhout tussen gebieden moeten echter verschillen ten grondslag liggen in (historische) N-beschikbaarheid. Wij verwachten dat uit nader onderzoek naar de achtergrond van deze verschillen blijkt dat N-gehalten in stamhout kunnen worden gebruikt voor monitoring van de kwaliteit van de groeiplaats. Voor fosfor en kalium weerspiegelt het spinhout ten minste lage beschikbaarheid, wat mogelijk wijst op risico's op vitaliteitsproblemen. Het calciumgehalte geeft zowel in spint- als kernhout veel variatie te zien, wat waarschijnlijk wijst op historische veranderingen in beschikbaarheid als veranderingen tussen locaties worden vergeleken.
16. Dit oriënterende onderzoek is veelbelovend als zoektocht naar indicatoren voor actuele en historische beschikbaarheid van essentiële nutriënten en voor verzuring. Aanvullend onderzoek moet uitwijzen wat de meerwaarde is van chemische kenmerken van stamhout ten opzichte van kenmerken van de bladchemie.

### Referenties voor oude bossen

17. Op grond van het onderzoek in Drentse bossen onderscheiden we locaties die kunnen dienen als referentie voor relatief weinig verzuurde bossen en een goede ontwikkeling van de habitattypen 9120 (Beuken-eikenbossen met hulst) en 9190 (Oude eikenbossen). Deze locaties worden gekenmerkt door leemgehalte van de bodem en basenverzadiging van de minerale laag 10-30 cm alsook door een karakteristiek ontwikkelde vegetatie.
18. Voor habitatype 9120 onderscheiden we naast relatief weinig verzuurde referentiebossen ook verzuurde locaties, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen natuurlijke verzuring als gevolg van de ontwikkeling van zeer dikke humusprofielen en kunstmatige verzuring door langdurige hakhoutcultuur of aanleg op gedegradeerde bodems. In het eerste geval (in zeer oude bossen of 'holten') blijkt uit de vegetatiesamenstelling nog steeds sprake te zijn van goed ontwikkelde 9120;

---

<sup>5</sup> "Geïsoleerde of kleine populaties die geen migratie- of uitwisselingsmogelijkheden meer hebben, hebben op langere termijn een verhoogde kans op uitsterven. Voor langlevende, sedentaire organismen kan het verdwijnen van dergelijke populaties meerdere decennia tot zelfs eeuwen duren waardoor de verspreiding van deze soorten gedurende geruime tijd niet in evenwicht is met de landschapsveranderingen die hebben plaatsgevonden. Dit fenomeen wordt extinctieschuld (E: extinction debt) genoemd" (Hermij & Bijlsma 2010).

---

in het tweede geval rekenen wij de locaties tot gedegradeerde H9120 (met een voor habitatype Oude eikenbossen kwalificerend bostype).

19. De locaties zijn geordend in een zogenaamd ecodiagram dat fungeert als referentiebasis voor de beoordeling van beide (door eik gedomineerde) habitattypen. Hierbij zijn leemgehalte van de bodem, basenverzuring van de minerale laag 10-30 cm en boshistorie doorslaggevende criteria en wordt het optreden van oudbosplanten gebruikt als kwaliteitsindicator.
20. Wij gaan ervan uit dat ook de als referenties beschouwde locaties zijn verarmd door historisch bosgebruik en verzurende depositie en dat sprake is van voortgaande verzuring door N-depositie. In dit laatste opzicht 'schone' referenties ontbreken in de wijde omgeving. Door de historisch gezien relatief lage depositieniveaus van zwavel en stikstof in Drenthe vormen de betreffende locaties wel de best denkbare referenties voor habitatype 9190 en de door eik gedomineerde vormen van de habitatype 9120 op de hogere zandgronden.

### **Habitatkwaliteit en opties voor herstel**

21. Op grond van kenmerken die gebruikt zijn voor het maken en interpreteren van het ecodiagram kan de aldus geformuleerde kwaliteit (zie punt 17) van de meeste onderzochte bossen worden beschouwd als goed. Dit geldt niet voor de als gedegradeerde of (nog) slecht ontwikkelde Beuken-eikenbossen beschouwde locaties met Berken-Eikenbos als bostype (kwalificerend voor habitatype Oude eikenbossen) op potentiële H9120-groeiplaatsen in Dwingelderveld (DV1) en Holtingerveld (HV2), waarbij sprake is van degradatie van bodem en vegetatie door langdurige hakhoutcultuur en/of aanleg als oud ontginningsbos op gedegradeerde bodems (DV3, HV1) (zie ook punt 18).
22. Gangbare PAS-herstelmaatregelen (deel II)<sup>6</sup> zijn (extra) begrazen, ingrijpen in de soorten-samenstelling, herstel leefgebied van lichtminnende soorten, bestrijden van exoten en 'nietsdoen'. De bezochte locaties worden al lange tijd niet of extensief beheerd, staan niet onder druk van invasieve exoten en komen niet in aanmerking voor (extra) begrazing. Populaties van karakteristieke lichtminnende soorten kunnen worden versterkt door hier bij het onderhoud van paden en wegen rekening mee te houden; bosrandbeheer is geen optie in kleine bosrelicten in agrarisch gebied, omdat daarmee ongunstige randeffecten worden versterkt (voor Norgerholt: zie Bijlsma, 2018a). Maatregelen in het bos (zoals maken van open plekken) komen alleen ten goede aan soorten die snel kunnen reageren op tijdelijk gunstige lichtcondities, zoals adelaarsvaren, bosbramen en andere soorten met langlevende zaadbank.
23. Herstelmaatregelen op landschapsschaal kunnen sterk bijdragen aan de veerkracht van oude boskernen, waarbij gestreefd wordt naar gradiënten van habitattypen en daarmee uitwijk-mogelijkheden (risicospreiding) van karakteristieke soorten (zie o.a. PAS-herstelstrategieën deel III, Droog zandlandschap). Zo zijn er aanwijzingen dat de rand van het Mantingerbos is verdroogd (zie Tabel 3.3) waardoor de gradiënt naar beekbegeleidende habitattypen is aangetast. Een ander spoor zou zich kunnen richten op de door Vandekerkhove (2019, chapter 6) opgestelde richtlijnen voor de ontwikkeling van functionele netwerken van oude ('old-growth') boskernen en de zonering van gesloten versus open bos, gericht op duurzame instandhouding van een grote diversiteit aan karakteristieke soorten. Deze richtlijnen zijn alleen toepasbaar in grotere, aaneengesloten bosgebieden.
24. Het knelpunt van bodemdegradatie kent (nog) geen maatregelen waarmee voldoende ervaring is opgebouwd. Maatregelen gericht op verbetering van de nutriëntenbalans zijn vooral effectief op voor degradatie gevoelige moderpodzolgronden, met name in regio's met lage N-depositie (Siepel et al., 2017). Binnen de onderzochte bossen komt dit neer op potentiële 9120-groeiplaatsen; de eerdergenoemde locaties (DV1, DV3, HV1, HV3) hebben alle een relatief lage N-depositie (1739-1813 mol/ha/jr). Deze locaties zouden althans deels kunnen worden bemest met steenmeel als experimentele herstelmaatregel. Op H9120-groeiplaatsen zijn dergelijke experimenten niet eerder uitgevoerd en eventuele maatregelen in Drentse bossen zouden daarom nauwkeurig (en langjarig) gemonitord moeten worden. Naast steenmeeltoediening kan ook bekalking (zo mogelijk een mix van Ca, Mg en K) in de experimenten worden opgenomen om de effectiviteit van beide maatregelen te kunnen vergelijken; bekalking is een stuk goedkoper dan steenmeeltoediening en kan in lage doses worden toegepast, waardoor een negatief bijeffect van verzuuring wordt voorkomen. Afhankelijk van de nader te analyseren knelpunten in bodemchemie (zie volgende punt) kan in het

---

<sup>6</sup> <https://www.natura2000.nl/meer-informatie/herstelstrategieen>

- 
- geval van een P-tekort gedacht worden aan het (al dan niet aanvullend) toedienen van natuurfosfaat, wat in relatief kleine doses en tegen betrekkelijk lage kosten uitgevoerd kan worden.
25. De noodzaak, effectiviteit en uitvoering van de bemestingsmaatregelen moeten worden bepaald aan de hand van het door De Vries et al. (2019, § 6.2) voorgestelde 'plan van aanpak' (en zie Van Diggelen et al., 2019), waarbij nadrukkelijk ook de rol van dikke humusprofielen moet worden meegenomen met aangepaste referenties voor basenverzadiging van de minerale top laag in oude bossen zoals besproken in hoofdstuk 3.
26. Een belangrijke extra overweging bij herstelmaatregelen is in hoeverre verzuringsgevoelige populaties van karakteristieke soorten kunnen worden behouden of versterkt door bemesting. In dit opzicht is HV3 (boven de es van Holtinge) een interessante casus, omdat uit historische gegevens blijkt dat de bosflora daar veel rijker was dan nu en in de wetenschap dat de meeste soorten nog in lage dichtheid en/of in de zaadbank aanwezig zijn. Experimentele steenmeeltoediening en/of bekalking lijkt hier gunstig.

---

# Literatuur

- André, F., M. Jonard & Q. Ponette. 2010. Biomass and nutrient content of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) stem and branches in a mixed stand in southern Belgium. *Science of the Total Environment*, 408, 2285 – 2294.
- Beijerinck, W. 1956. *Rubi Neerlandici*. Bramen en frambozen in Nederland. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Afd. Natuurkunde, Tweede reeks, Deel LI, no. 1. Amsterdam.
- Berg, B. & C.A. McClaugherty. 2008. *Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration*, 2nd edn. Springer, Berlin.
- Bijlsma, R.J., J. den Ouden & H.N. Siebel. 2009. Oude eikenbossen: nieuwe inzichten en kansen voor het beheer. *De Levende Natuur* 110(2): 77-82.
- Bijlsma, R.J. & G.J. van Dorland. 2016. Oude bosgroeiplaatsen in Noord-Holland. Een GIS-bestand van boslocaties aanwezig op de Topografische en Militaire Kaart van 1850. *Alterra-rapport 2744*, Wageningen.
- Bijlsma, R.J. 2018a. Verspreiding en betekenis van bramen in en rond Natura 2000-gebied Norgerholt. Vereniging Natuurmonumenten/Wageningen Environmental Research.
- Bijlsma, R.J. 2018b. Nieuwe ecologische inzichten uit het oudste kadaster (van 1832). Voordracht Symposium HisGIS Gelderland, 30 mei 2018, Gelders Archief, Arnhem.
- Bijlsma, R.J., R.W. de Waal & P.W.F.M. Hommel. 2018. Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel): toestand en kansen voor herstel en beheer van de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190). *WENR rapport 2876*. Wageningen.
- Bijlsma, R.J. & A.P.P.M. Clerkx. 2019. The Dutch forest reserves network. Documentation of monitoring design and databases. *WENR-report 2940*. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Blume, H.P. et al. 2016. *Scheffer/Schachtschabel Soil Science*. Springer, Heidelberg.
- Broekmeyer, M.E.A., A.P.P.M. Clerkx & H.G.J.M. Koop. 1995. Bosdynamiek in het Norgerholt. Tien jaar monitoring in een Hulst-Eikenbos. *IBN-rapport 210*. IBN-DLO, Wageningen.
- Cornelis, J., M. Hermy, B. Roelandt, L. De Keersemaeker & K. Vandekerckhove. 2009. *Bosplantengemeenschappen in Vlaanderen: een typologie van bossen gebaseerd op de kruidlaag*. Mededelingen van het INBO 5. Brussel.
- Cornelis, J.-T., J. Ranger, A. Iserentant & B. Delvaux. 2010. Tree species impact the terrestrial cycle of silicon through various uptakes. *Biogeochemistry* 97: 231–245.
- De Jong, A. 2017. Nutriëntenbalansen in bossen op zandgronden. Het effect van oogst van stamhout en tak- en tophout. *Vakblad Natuur Bos Landschap* september 2017: 24-27.
- De Vries, F., W.J.M. de Groot, T. Hoogland & J. Denneboom. 2003. *De bodemkaart van Nederland digitaal*. Toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie. *Alterra-rapport 811*, Wageningen.
- De Vries, W. & E.E.J.M. Leeters. 2001. Chemical composition of the humus layer, mineral soil and soil solution of 150 forest stands in the Netherlands in 1990. *Wageningen, Alterra Green World Research. Report 424.1*.
- De Vries, W., P. Bolhuis, A. van den Burg & R. Bobbink. 2017. Doorgaande verzuring van Oorzaken en gevolgen voor het boscysteem. *Vakblad Natuur Bos Landschap* september 2017: 32-35.
- De Vries, W. 2017. Verzuring bosbodems gaat door ondanks forse afname zure depositie. *Nature Today* <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=23921>
- De Vries, W., M.J. Weijters, J.J. de Jong, S.P.J. van Delft, J. Bloem, A. van den Burg, G.A. van Duinen, E. Verbaarschot & R. Bobbink. 2019. Verzuring van loofbossen op droge zandgronden en herstelmogelijkheden door steenmeeltoediening. *Rapport OBN229-DZ*. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/506776>
- Duistermaat, H.L. 2020. *Heukels' Flora van Nederland*. 24<sup>ste</sup> druk. Noordhoff, Groningen.

- Elerie, H., H. Smeenge & E. van den Berg. 2015. Hoofdstuk 8. Te holt en te veld. In Th. Spek, H. Elerie, J.P. Bakker & I. Noordhoff (red.), *Landschapsbiografie van de Drentsche Aa*. Van Gorcum, Assen; 245-281.
- Hermy, M. & R.J. Bijlsma. 2010. Bosbeheer en biodiversiteit. In J. den Ouden, B. Muys, F. Mohren & K. Verheyen (red.), *Bosecologie en bosbeheer*. Acco Leuven; 493-501.
- Jansen, A.E. 1984. *Vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the north-east of the Netherlands*. Pudic, Wageningen.
- Jansen, B.H., P. van der Sluijs, et al. 1990. Hoofdstuk 8: Organische stof. *Bodemkunde van Nederland; deel 1, Algemene bodemkunde*. W. P. Locher en H. de Bakker. Den Bosch, Malmberg.
- Jensen, N.K., E.J. Holzmueller, P.J. Edwards, M. Thomas-Van Gundy, D. R. DeWalle & K. W. J. Williard. 2014. Tree response to experimental watershed acidification. *Water Air Soil Pollution* 225: 2034.
- Kadaster, 2014. *Aan de slag in de kadastrale archieven. Een handleiding voor de particuliere onderzoeker*. Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn.
- Kemmers, R.H. & R.W. de Waal. 1999. *Ecologische typering van bodems. I. Raamwerk en humusvormtypologie*. Rapport 667.1. Staring Centrum Wageningen.
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft & J.W.J. van der Gaast. 2005. *Kwel en Waterlood; Ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelatronen*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1034.
- Koomen, F. 1989. *Het Norgerholt. Historisch onderzoek naar het beheer van bossen en natuurterreinen*. LUW, vakgroep Boshuishoudkunde. Wageningen.
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas. 2004. *Geomorfologische Kaart Nederland (GKN). Achtergrondrapport bij het landsdekkende digitale bestand*. Alterra-rapport 1039, Wageningen.
- Kristiansen, S.M. & M.H. Greve. 2003. Soil and humus form distribution in the ancient woodland of Hald Ege, Denmark. *Danish Journal of Geography* 103(2): 27-36.
- Kuiper, E.W. 2012. *Holtinge en het Holtingerveld. Een interdisciplinair onderzoek naar de landschapontwikkeling van een esgehucht en veldgrondencomplex in Zuidwest-Drenthe*. Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen.
- Leeters, E.E.J.M. & W. de Vries. *Chemical composition of the humus layer, mineral soil and soil solution of 200 forest stands in the Netherlands in 1995*. Wageningen, Alterra Green World Research. Report 424.2.
- Lévy, G., C Bréchet & M Becker, 1996. Element analysis of tree rings in pedunculate oak heartwood: an indicator of historical trends in the soil chemistry, related to atmospheric deposition. *Annals of Forest Science*. p. 685 – 696.
- Lucassen, E., R. Aben, A. Smolders, R. Bobbink, J. van Diggelen, M. van Roosmalen, D. Boxman, L. van den Berg & J. Roelofs, 2014a. *Bodemverzuring als aanjager van eikensterfte: gevolgen voor herstelmaatregelen*. Vakblad Bos, Natuur en Landschap, maart 2014, 23-27.
- Lucassen, E., L. van den Berg, R. Aben, F. Smolders, J. Roelofs en R. Bobbink, 2014b. *Bodemverzuring en achteruitgang zomereik*. Landschap 31 (4): 185-193.
- Ozinga, W.A., E. Arnolds, P.-J. Keizer, Th.W. Kuyper. 2013. *Paddenstoelen in het natuurbeheer. OBN preadvies paddenstoelen – Deel 2: Mycoflora per natuurtipe*. Rapport nr. 2013/OBN181-DZ. LNV Directie Agrokennis, Den Haag.
- Schelhaas, M.J., A.P.P.M. Clerkx, W.P. Daamen, J.F. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, H. Schoonderwoerd & H. Kramer. 2014. *Zesde Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en basisresultaten*. Alterra-rapport 2545. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Siebel, H.N. & H.J. During. 2006. *Beknopte mosflora van Nederland en België*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Siepel, H., A. Cliquet, L.C. Vreugdenhil & R.J. Bijlsma. 2017. *Wat kunnen we doen, wat moeten we laten? Herstel van het droog zandlandschap*. Landschap 2017/2: 87-93.
- Stockmarr, J. 1975. *Retrogressive forest development, as reflected in a mor pollen diagram from Mantingerbos, Drenthe, the Netherlands*. *Palaeohistoria* 17, 37-48.
- Ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp. 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem*. SC-DLO, Technisch document 19A, Wageningen. <https://edepot.wur.nl/380178>
- Thomas, F.M. & Ch. Hilker. 2000. Nitrate reduction in leaves and roots of young pedunculate oaks (*Quercus robur*) growing on different nitrate concentrations. *Environmental and Experimental Botany* 43: 19-32.



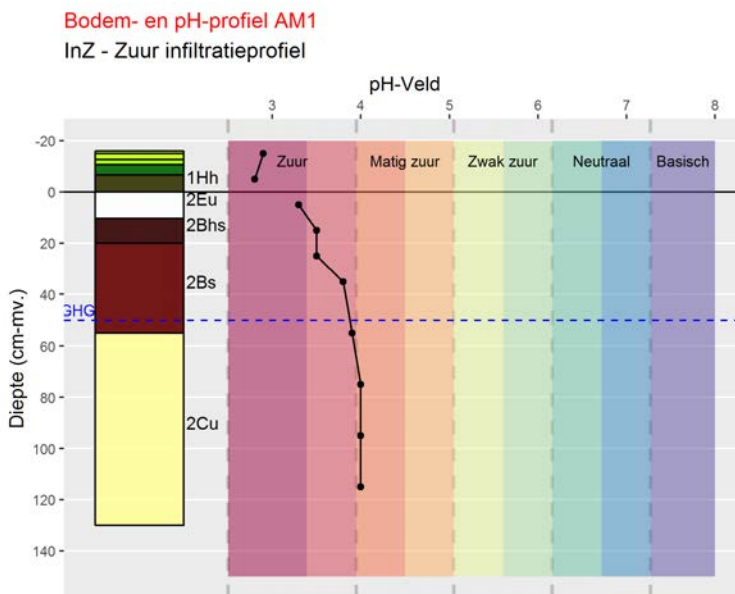
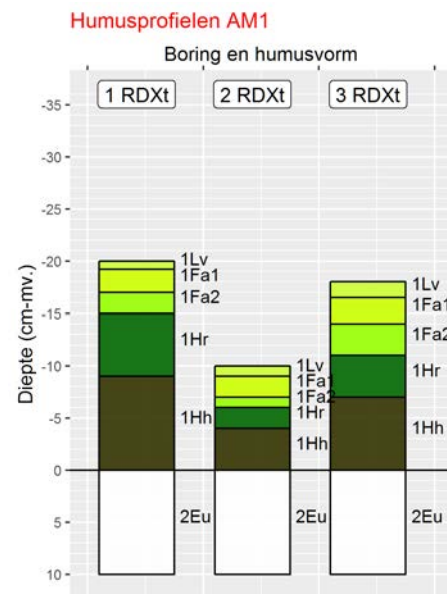
- 
- Van de Beek, A., R.J. Bijlsma, R. Haveman, K. Meijer, I. de Ronde, A.S. Troelstra & E.J. Weeda. 2014. Naamlijst en verspreidingsgegevens van de Nederlandse bramen. *Gorteria* 36 (4-6): 108-171.
- Van de Beek, A. & K. Meijer. 1990. Nieuwe bramen uit het Drentse district. *Gorteria* 16: 93-101.
- Vandekerkhove, K. 2019. Status and development of old-growth elements and biodiversity during secondary succession of unmanaged temperate forests. Ph.D. thesis, Ghent University.
- Van Delft, B., R. de Waal, R. Kemmers, P. Mekking & J. Sevink. 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Alterra, Wageningen.
- Van Delft, S.P.J. & R.H. Kemmers. 2013. Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2415.
- Van den Burg, A.B., A. Dees, T. Huigens, R.J. Bijlsma & R. de Waal. 2014. Voedselkwaliteit en biodiversiteit in bossen van de hogere zandgronden. Directie AgroKennis, Ministerie van EZ. Rapport 2014/OBN186-DZ, Den Haag.
- Van den Burg, A.B., R.J. Bijlsma & R. Bobbink. 2015. Arme bossen verdienen beter. OBN Deskundigenteam Droog zandlandschap. KNNV Publishing, Zeist.
- Van den Burg, A.B. & J.J. Vogels. 2017. Zuur voor de fauna. *Landschap* 34(2): 71-79.
- Van der Knaap, W. & J.S. Veenbos. 1953. Bodemkaart Militair Oefenterrein Havelte. Stiboka/WENR.
- Van der Werf, S. 1991. Bosgemeenschappen. *Natuurbeheer in Nederland. Deel 5.* Pudoc, Wageningen.
- Van Diggelen, R., H. Bergsma, R.J. Bijlsma, R. Bobbink, A. van den Burg, J. Sevink, H.N. Siebel, H. Siepel, J. Vogels, W. de Vries, M. Weijters. 2019. Steenmeel en natuurherstel: een gelukkige relatie of een risicovolle combinatie? *Vakblad Natuur Bos Landschap* 155: 20-23.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, D. Bal & A. van Hinsberg. 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport 2397. Wageningen.
- Veerkamp, M.T. 2001. Paddestoelen in acht bosreservaten. *Stille Eenzaamheid, Kremboong, Tongerense Hei, Norgerholt, Zwarte Bulten, Mattemburgh, Hollandse Hout en Houtribbos.* Alterra-rapport 418. Wageningen.
- Vellend, M., K. Verheyen, H. Jacquemyn, A. Kolb, H. Van Calster, G. Peterken & M. Hermy. 2006. Extinction debt of forest plants persists for more than a century following habitat fragmentation. *Ecology* 87(3): 542-548.
- Waterbolk, H.Tj. & W. Meyer. 1948. Landschap en plantengroei van Havelte. *Kruipnieuws* 10(1): 1-35.
- Wilson, B. R., A.J. Moffat. & S. Nortcliff. 1997. The nature of three ancient woodland soils in southern England. *J. Biogeogr.* 24: 633-646.
- Wulf, M. 2003. Preference of plant species for woodlands with differing habitat continuities. *Flora* 198, 444-460.

# Bijlage 1 Factsheets bodem Drentsche Aa-gebied (Amerbos)

## Factsheet AM1



### Profielgegevens AM1



## Boorpuntgegevens AM1

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik
AM1	237,701	551,509	13.85	BL

Puntcode	Bodemeenhed	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2r432-	Hn53	50	> 130	999 Vid		80 InZ

### Opmerking

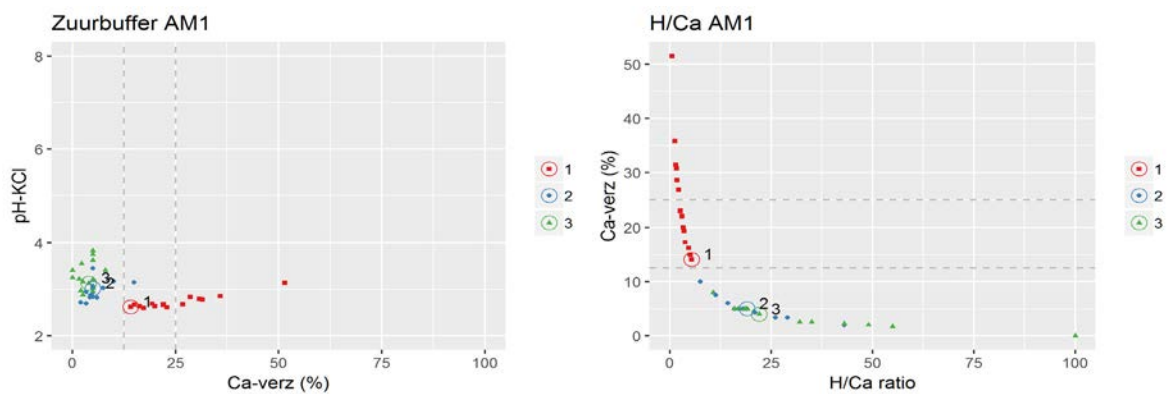
## Profielopbouw AM1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-16.0	-14.9	99.0 L	0				1	171 blad vrij sterk gefragmenteerd
2 1Fa1	-14.9	-12.7	99.0 L	0				1	171
3 1Fa2	-12.7	-10.7	99.0 L	0				1	171
4 1Hr	-10.7	-6.7	99.0 L	0				1	171
5 1Hh	-6.7	0.0	60.0 L	0				1	171
6 2Eu	0.0	10.3	1.0	3	16	180	1		520 wit, vrij scherp
7 2Bhs	10.3	20.0	10.0	4	18	155	1		520 smerig zwartbruin
8 2Bs	20.0	55.0	0.5	4	18	155	1		520
9 2Cu	55.0	130.0	0.0	3	16	180	1		520 wit voornamelijk kwarts scherp

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>AM1-1 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-20.0	-19.2	1Lv	99.0 L	0			171 blad vrij sterk gefragmenteerd
	2	-19.2	-17.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-17.0	-15.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-15.0	-9.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-9.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2Eu	1.0	3	16	180	520 wit, vrij scherp
	7	10.0	20.0	2Bhs	10.0	4	18	155	520 smerig zwartbruin
	8	20.0	40.0	2Bs	0.5	4	18	155	520
<b>AM1-2 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-10.0	-9.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.0	-7.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-6.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-6.0	-4.0	1Hr	90.0 L	0			171
	5	-4.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2Eu	2.0	4	16	180	520
	7	10.0	20.0	2Bhs	10.0	4	18	155	520 smerig zwartbruin
	8	20.0	40.0	2Bs	0.5	4	18	155	520
<b>AM1-3 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-18.0	-16.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-16.5	-14.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-14.0	-11.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-11.0	-7.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-7.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	11.0	2Eu	2.0	4	16	180	520
	7	11.0	20.0	2Bhs	10.0	4	18	155	520 smerig zwartbruin
	8	20.0	40.0	2Bs	0.5	4	18	155	520

## Zuurbuffer AM1



Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van AM1. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

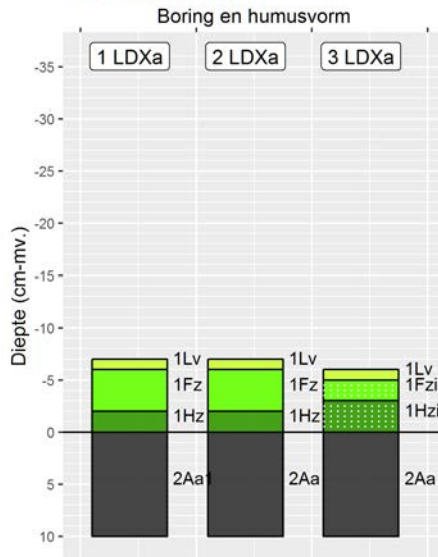


# Factsheet AM2

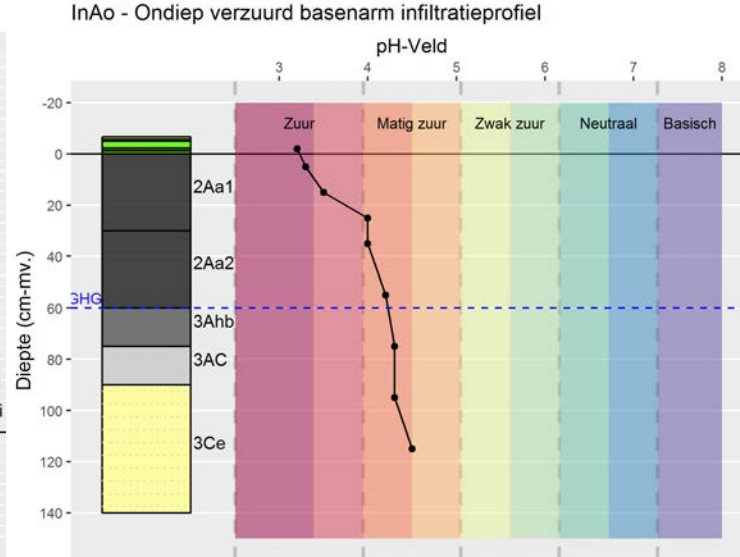


## Profielgegevens AM2

### Humusprofielen AM2



### Bodem- en pH-profiel AM2



## Boorpuntgegevens AM2

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
AM2	237,542	551,568	13.51	BL		
Puntcode	Bodemeenhed	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
4s423-H	zEZ35H	60	> 140	999 VIo	100	InAo
Opmerking						
opgebracht materiaal op gooreerdgrond						

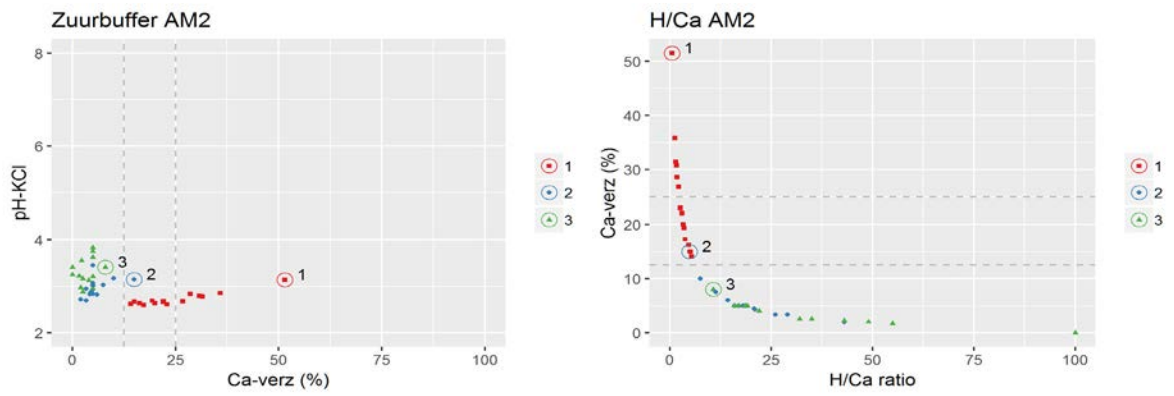
## Profielopbouw AM2 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-6.7	-5.7	99.0 L	0				1	171 sterk gefragmenteerd
2 1Fzi	-5.7	-5.0	99.0 L	0				1	171
3 1Fz	-5.0	-2.3	99.0 L	0				1	171
4 1Hz	-2.3	-1.3	90.0 L	0				1	171
5 1Hz	-1.3	0.0	90.0 L	0				1	171
6 2Aa1	0.0	30.0	4.0	3	14	145	1		692
7 2Aa2	30.0	60.0	6.0	4	20	145	1		692
8 3Ahb	60.0	75.0	6.0	6	30	130	1		412 begraven bovengrond
9 3AC	75.0	90.0	1.0	7	35	120	1		412
10 3Ce	90.0	140.0	0.0	6	30	130	1		412

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>AM2-1 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-7.0	-6.0	1Lv	99.0 L	0			171 sterk gefragmenteerd
	2	-6.0	-2.0	1Fz	99.0 L	0			171
	3	-2.0	0.0	1Hz	90.0 L	0			171
	4	0.0	30.0	2Aa1	4.0	3	14	145	692
	5	30.0	40.0	2Aa2	6.0	4	20	145	692
<b>AM2-2 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-7.0	-6.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-6.0	-2.0	1Fz	99.0 L	0			171
	3	-2.0	0.0	1Hz	90.0 L	0			171
	4	0.0	20.0	2Aa	4.0	3	14	145	692
	5	20.0	30.0	2Aa1	4.0	3	14	145	692
	6	30.0	40.0	2Aa2	6.0	4	20	145	692
<b>AM2-3 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-6.0	-5.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-5.0	-3.0	1Fzi	99.0 L	0			171
	3	-3.0	0.0	1Hz	90.0 L	0			171
	4	0.0	20.0	2Aa	4.0	3	16	145	692
	5	20.0	30.0	2Aa1	4.0	3	14	145	692
	6	30.0	40.0	2Aa2	6.0	4	20	145	692

## Zuurbuffer AM2



Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van AM2. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

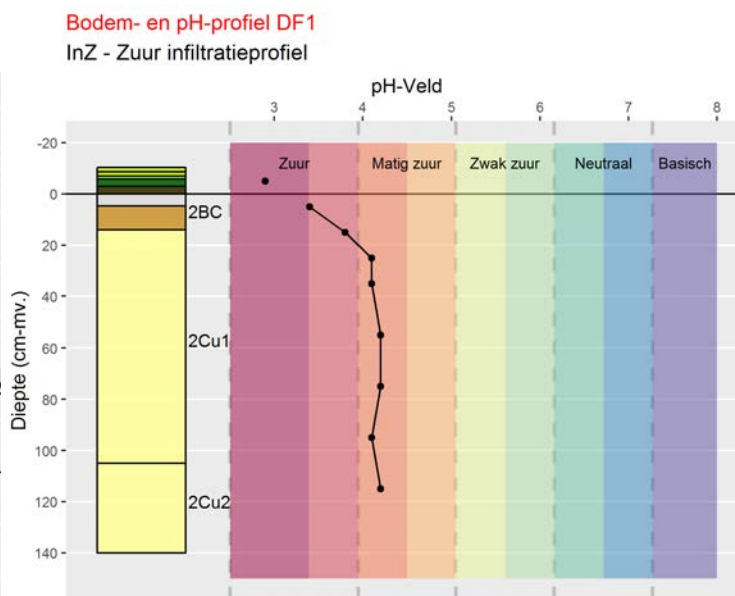
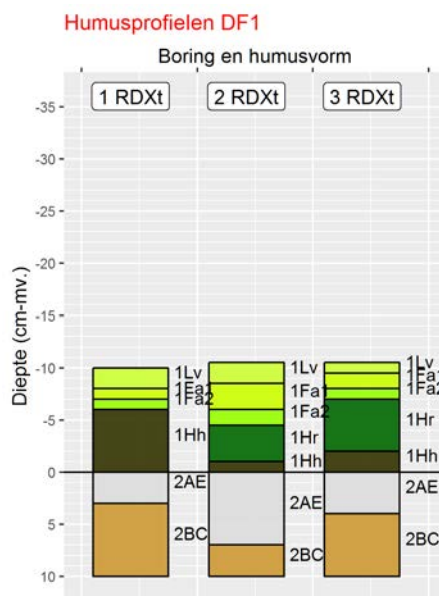


# Bijlage 2 Factsheets bodem Drents-Friese Wold

## Factsheet DF1



### Profielgegevens DF1





## Boorpuntgegevens DF1

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
DF1	215,256	543,201	10.99	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
b5t421-	bZ31	> 140	> 240	999 VIIIId	180	InZ
Opmerking	hoog duin					

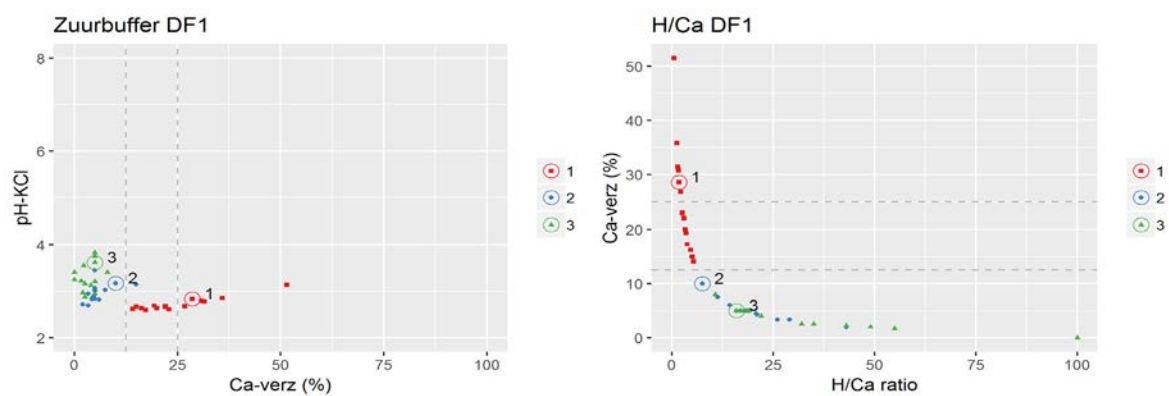
## Profielopbouw DF1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-10.3	-8.7	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-8.7	-7.0	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-7.0	-5.8	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-5.8	-3.0	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-3.0	0.0	30.0 L	0			1		171 Hi 60
6 2AE	0.0	4.7	1.0	1	8	140	1		450
7 2BC	4.7	14.0	2.0	1	8	140	1		450 microoodzol
8 2Cu1	14.0	105.0	0.1	1	8	140	1		450
9 2Cu2	105.0	140.0	1.0	1	8	140	1		450 vlekkerig humushoudend

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>DF1-1 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-10.0	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-7.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-6.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-6.0	0.0	1Hh	30.0 L	0			171 Hi 60
	5	0.0	3.0	2AE	1.0	1	8	140	450
	6	3.0	14.0	2BC	2.0	1	8	140	450 microoodzol
	7	14.0	40.0	2Cu1	0.1	1	8	140	450
<b>DF1-2 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-10.5	-8.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.5	-6.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.0	-4.5	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-4.5	-1.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-1.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	7.0	2AE	2.0	1	8	140	450
	7	7.0	21.0	2BC	1.0	1	8	140	450
	8	21.0	40.0	2Cu1	0.1	1	8	140	450
<b>DF1-3 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-10.5	-9.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.5	-8.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-8.0	-7.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-7.0	-2.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-2.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	4.0	2AE	2.0	1	8	140	450
	7	4.0	14.0	2BC	1.0	1	8	140	450
	8	14.0	40.0	2Cu1	0.1	1	8	140	450

## Zuurbuffer DF1



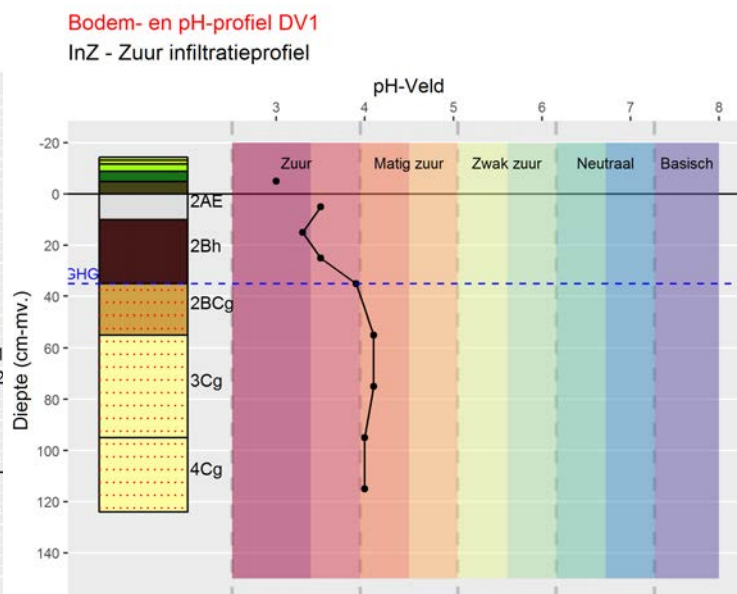
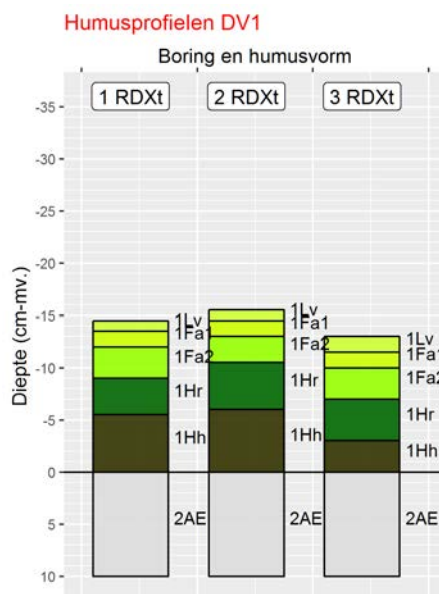
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van DF1. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Bijlage 3 Factsheets bodem Dwingelderveld

## Factsheet DV1



### Profielgegevens DV1



## Boorpuntgegevens DV1

Locatie	X	Y	Hoogte Gebruik
DV1	225,279	533,410	11.37 BL

Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2r423x9-	Hn35X	35	> 130	999 Vbo		100 InZ

### Opmerking

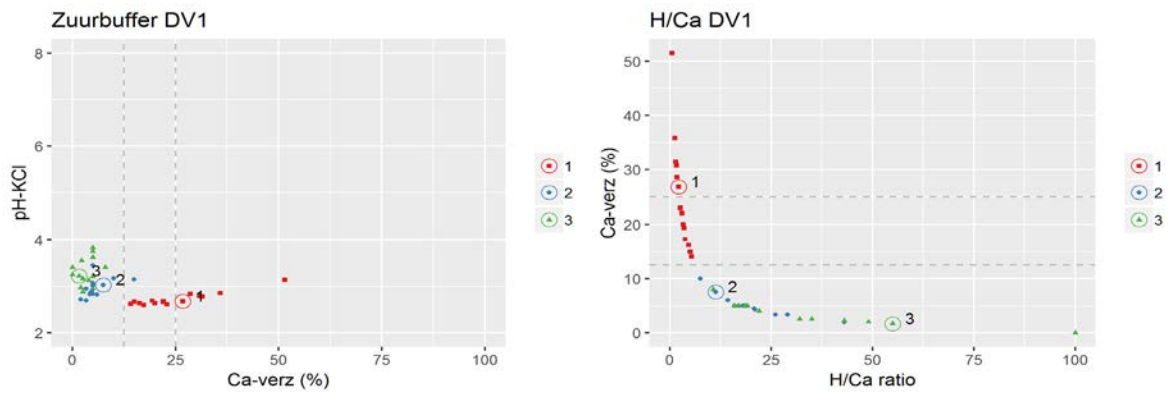
## Profielopbouw DV1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-14.3	-13.2	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-13.2	-11.7	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-11.7	-8.8	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-8.8	-4.8	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-4.8	0.0	50.0 L	0			1		171
6 2AE	0.0	10.0	3.0	4	22	140	1		412
7 2Bh	10.0	35.0	7.0	5	25	140	1		412
8 2BCg	35.0	55.0	1.0	5	25	140	1		412
9 3Cg	55.0	95.0	0.0	6	30	160	1		520 bovenin keienvloertje
10 4Cg	95.0	124.0	0.0	15	65	180	1	6	510

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>DV1-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-14.5	-13.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-13.5	-12.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-12.0	-9.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-9.0	-5.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-5.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2AE	3.0	4	22	140	412
	7	10.0	35.0	2Bh	7.0	5	25	140	412
	8	35.0	40.0	2BCg	1.0	5	25	140	412
<b>DV1-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-15.5	-14.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-14.5	-13.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-13.0	-10.5	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-10.5	-6.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-6.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	10.0	35.0	2Bh	7.0	5	25	140	412
	8	35.0	40.0	2BCg	1.0	5	25	140	412
<b>DV1-3 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-13.0	-11.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-11.5	-10.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-10.0	-7.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-7.0	-3.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	10.0	35.0	2Bh	7.0	5	25	140	412
	8	35.0	40.0	2BCg	1.0	5	25	140	412

## Zuurbuffer DV1



Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van DV1. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

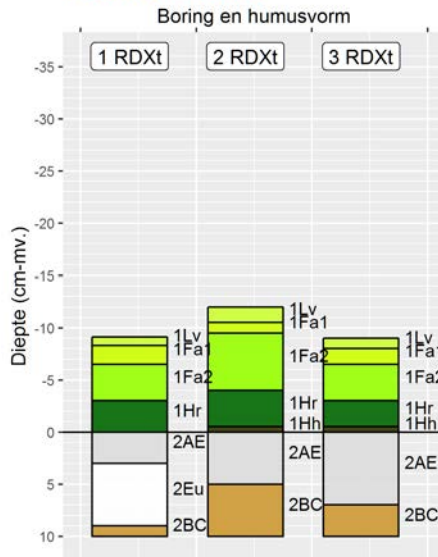


# Factsheet DV2



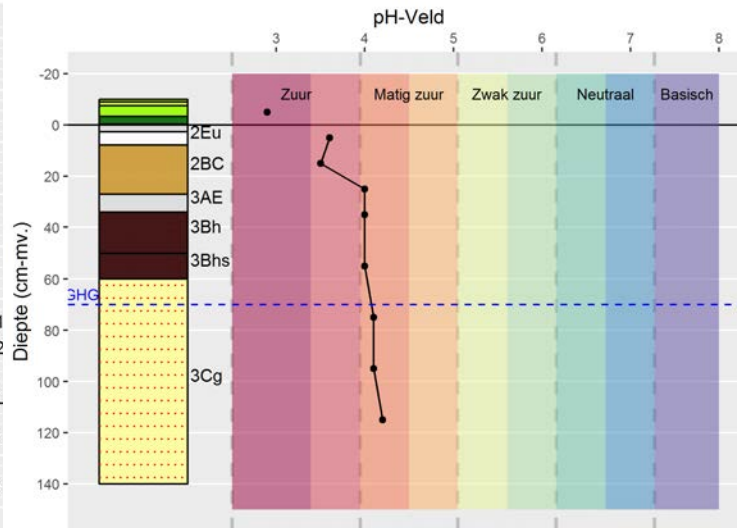
## Profielgegevens DV2

### Humusprofielen DV2



### Bodem- en pH-profiel DV2

#### InZ - Zuur infiltratieprofiel



## Boorpuntgegevens DV2

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
DV2	225,598	534,439	11.89	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
s2r423-	sHn35	70	> 140	999 Vid	120	InZ
Opmerking						
stuifzand met micropodzol op veldpodzol						

## Profielopbouw DV2 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

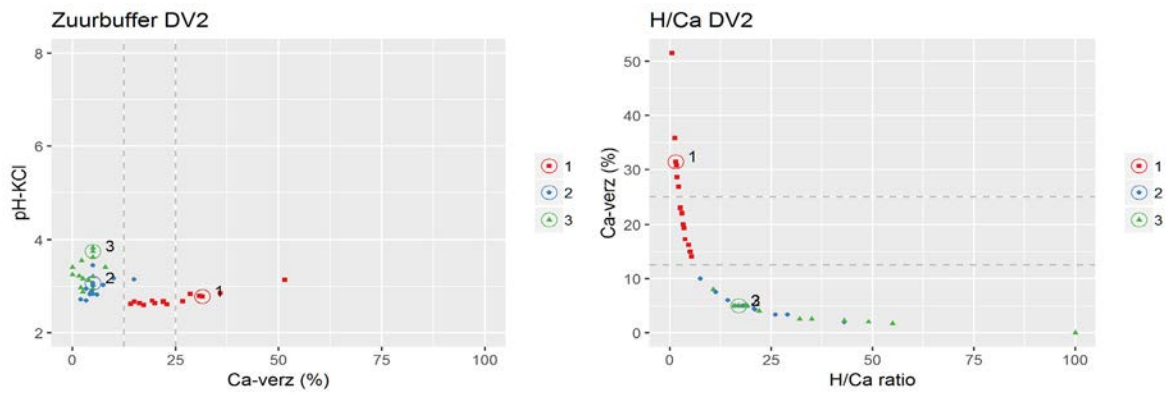
Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-10.0	-8.9	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-8.9	-7.5	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-7.5	-3.3	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-3.3	-0.3	95.0 L	0			1		171
5 1Hh	-0.3	0.0	70.0 L	0			1		171
6 2AE	0.0	2.6	3.0	1	8	145	1		450
7 2Eu	2.6	7.9	1.0	1	8	145	1		450
8 2BC	7.9	27.0	0.5	1	8	145	1		450
9 3AE	27.0	34.1	4.0	4	20	130	1		412 overstoven profiel
10 3Bh	34.1	50.0	3.0	4	20	130	1		412
11 3Bhs	50.0	60.0	1.0	4	20	130	1		412
12 3Cg	60.0	140.0	0.0	5	25	140	1		412

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>DV2-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-9.1	-8.3	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.3	-6.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.5	-3.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-3.0	0.0	1Hr	95.0 L	0			171
	5	0.0	3.0	2AE	3.0	1	8	145	450
	6	3.0	9.0	2Eu	1.0	1	8	145	450
	7	9.0	27.0	2BC	0.5	1	8	145	450
	8	27.0	35.0	3AE	4.0	4	20	130	412 overstoven profiel
	9	35.0	40.0	3Bh	3.0	4	20	130	412
<b>DV2-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-12.0	-10.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-10.5	-9.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-9.5	-4.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-4.0	-0.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-0.5	0.0	1Hh	70.0 L	0			171
	6	0.0	5.0	2AE	3.0	1	8	145	450
	7	5.0	27.0	2BC	1.0	1	8	145	450
	8	27.0	35.0	3AE	4.0	4	20	130	412 overstoven profiel
	9	35.0	40.0	3Bh	3.0	4	20	130	412
<b>DV2-3 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-9.0	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-6.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.5	-3.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-3.0	-0.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-0.5	0.0	1Hh	70.0 L	0			171
	6	0.0	7.0	2AE	3.0	1	8	145	450
	7	7.0	27.0	2BC	1.0	1	8	145	450
	8	27.0	35.0	3AE	4.0	4	20	130	412 overstoven profiel
	9	35.0	40.0	3Bh	3.0	4	20	130	412



## Zuurbuffer DV2



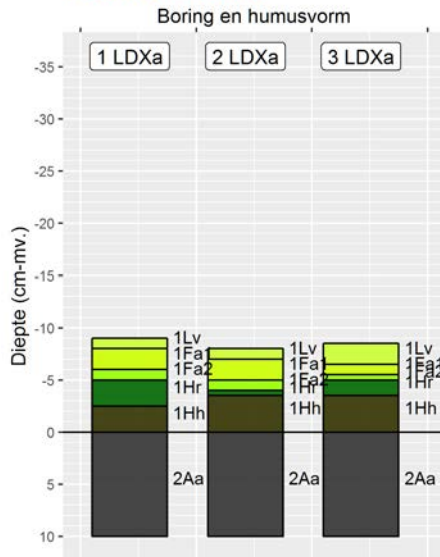
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van DV2. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Factsheet DV3



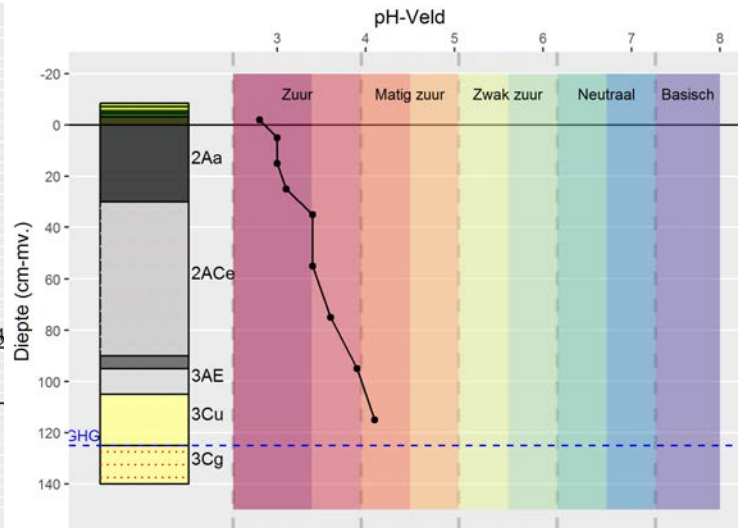
## Profielgegevens DV3

### Humusprofielen DV3



### Bodem- en pH-profiel DV3

#### InZz - Zeer zuur infiltratieprofiel



### Boorpuntgegevens DV3

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
DV3	222,230	537,480	12.20	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
c4i423-H	cZn35H	125	> 140	999 VIIId	110	InZz
Opmerking						
voormalig gooreerd opgehoogd: zie afgraving omgeving vlak perceel						

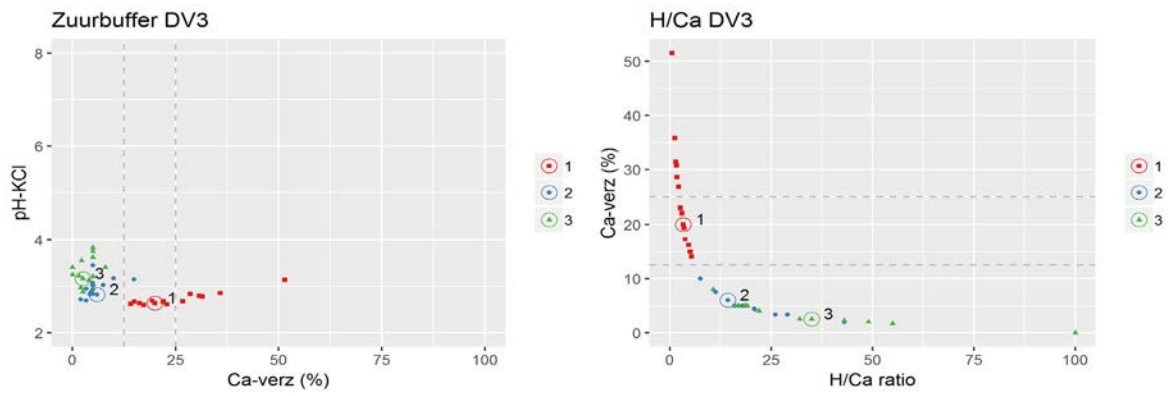
### Profielopbouw DV3 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-8.5	-7.2	99.0 L	0				1	171
2 1Fa1	-7.2	-5.5	99.0 L	0				1	171
3 1Fa2	-5.5	-4.7	99.0 L	0				1	171
4 1Hr	-4.7	-3.2	99.0 L	0				1	171
5 1Hh	-3.2	0.0	60.0 L	0				1	171
6 2Aa	0.0	30.0	5.0	4	20	140		1	692 met wat loodzand
7 2ACe	30.0	90.0	3.0	3	18	140		1	692 wat vlekkerig grijs opgehoogd
8 3Ahb	90.0	95.0	5.0	4	20	140		1	412 zwart
9 3AE	95.0	105.0	3.0	3	18	140		1	412 lijkt verwerkt
10 3Cu	105.0	125.0	0.0	3	18	140		1	412
11 3Cg	125.0	140.0	0.0	3	18	140		1	412 iets vlekkerig

### Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>DV3-1 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-9.0	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-6.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.0	-5.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-2.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-2.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	30.0	2Aa	5.0	4	20	140	692 met wat loodzand
	7	30.0	40.0	2ACe	3.0	3	18	140	692 wat vlekkerig grijs opgehoogd
<b>DV3-2 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-8.0	-7.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.0	-5.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-5.0	-4.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-4.0	-3.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	30.0	2Aa	5.0	4	20	140	692
	7	30.0	40.0	2ACe	3.0	3	18	140	692 wat vlekkerig grijs opgehoogd
<b>DV3-3 LDXa Akkerxeromullmoder</b>									
	1	-8.5	-6.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-6.5	-5.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-5.5	-5.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-3.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	30.0	2Aa	5.0	4	20	140	692
	7	30.0	40.0	2ACe	3.0	3	18	140	692 wat vlekkerig grijs opgehoogd

### Zuurbuffer DV3



Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van DV3. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

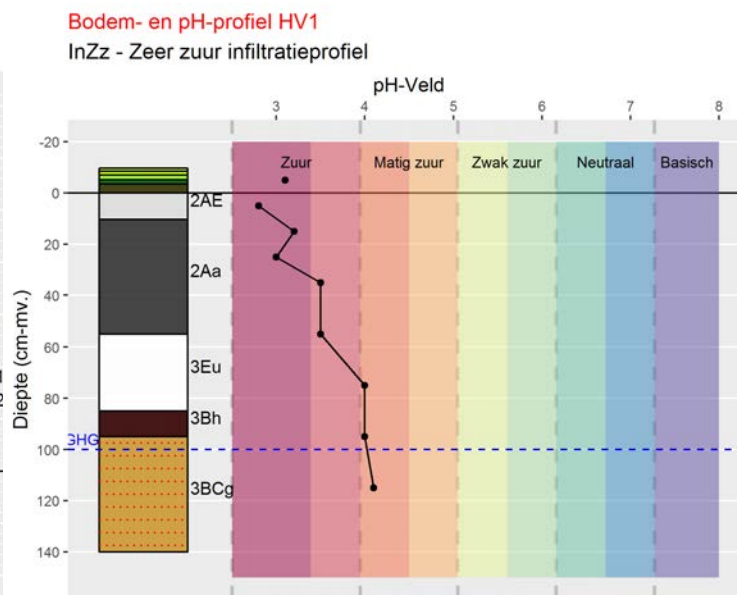
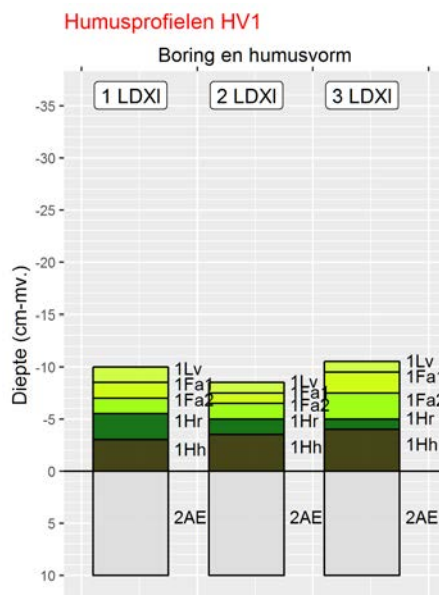


# Bijlage 4 Factsheets bodem Holtingerveld

## Factsheet HV1



### Profielgegevens HV1



## Boorpuntgegevens HV1

Locatie	X	Y	Hoogte Gebruik		
HV1	214,800	537,991	7.36 BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte pH_Profieltype
4s423-H	zEZ35H	100	> 140	999 VIIId	100 InZz

### Opmerking

## Profielopbouw HV1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

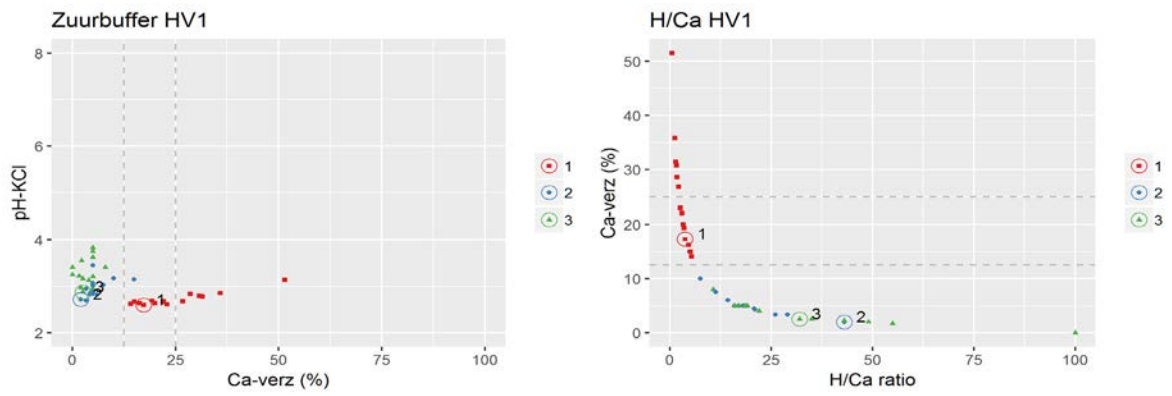
Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-9.7	-8.5	99.0 L	0			1	171	
2 1Fa1	-8.5	-7.0	99.0 L	0			1	171	
3 1Fa2	-7.0	-5.2	99.0 L	0			1	171	
4 1Hr	-5.2	-3.5	99.0 L	0			1	171	
5 1Hh	-3.5	0.0	50.0 L	0			1	171	
6 2AE	0.0	10.3	5.0	4	20	140	1	692	uitloging
7 2Aa	10.3	55.0	4.0	4	20	140	1	692	opgebracht podzolmateriaal
8 3Eu	55.0	85.0	3.0	2	14	145	1	411	
9 3Bh	85.0	95.0	3.0	2	14	145	1	411	
10 3BCg	95.0	140.0	0.2	2	14	145	1	411	verkit

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>HV1-1 LDXI Leemxeromullmoder</b>								
	1	-10.0	-8.5 1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.5	-7.0 1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-5.5 1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.5	-3.0 1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.0	0.0 1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0 2AE	5.0	4	20	140	692 uitloging
	7	10.0	40.0 2Aa	4.0	4	20	140	692 opgebracht podzolmateriaal
<b>HV1-2 LDXI Leemxeromullmoder</b>								
	1	-8.5	-7.5 1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.5	-6.5 1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.5	-5.0 1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-3.5 1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.5	0.0 1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	11.0 2AE	4.0	4	20	140	692
	7	11.0	40.0 2Aa	4.0	4	20	140	692 opgebracht podzolmateriaal
<b>HV1-3 LDXI Leemxeromullmoder</b>								
	1	-10.5	-9.5 1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.5	-7.5 1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.5	-5.0 1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-4.0 1Hr	99.0 L	0			171
	5	-4.0	0.0 1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0 2AE	4.0	4	20	140	692
	7	10.0	40.0 2Aa	4.0	4	20	140	692 opgebracht podzolmateriaal



## Zuurbuffer HV1

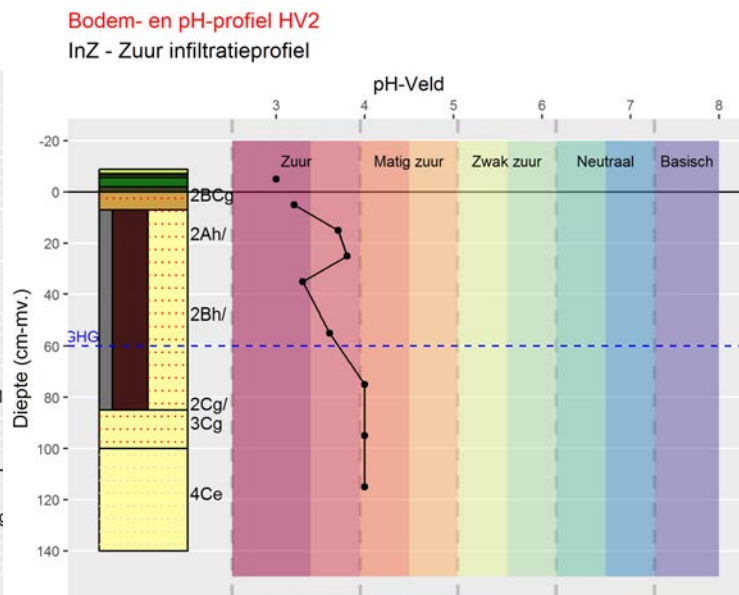
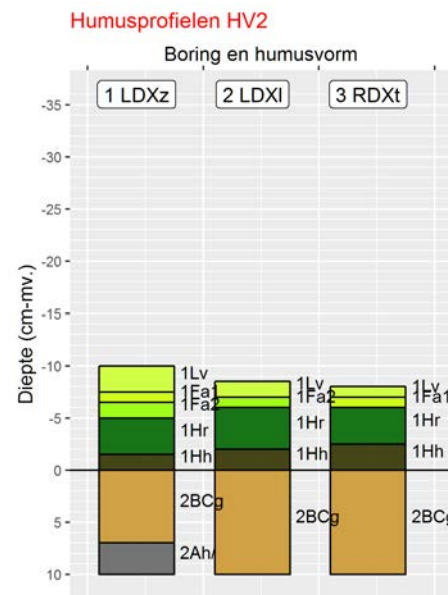


Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van HV1. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Factsheet HV2



## Profielgegevens HV2



## Boorpuntgegevens HV2

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
HV2	214,776	537,507	6.45	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2r423x10-F	Hn35XF	60	> 140	999 VId	100	InZ
Opmerking						
Rabatten en diep gespit						

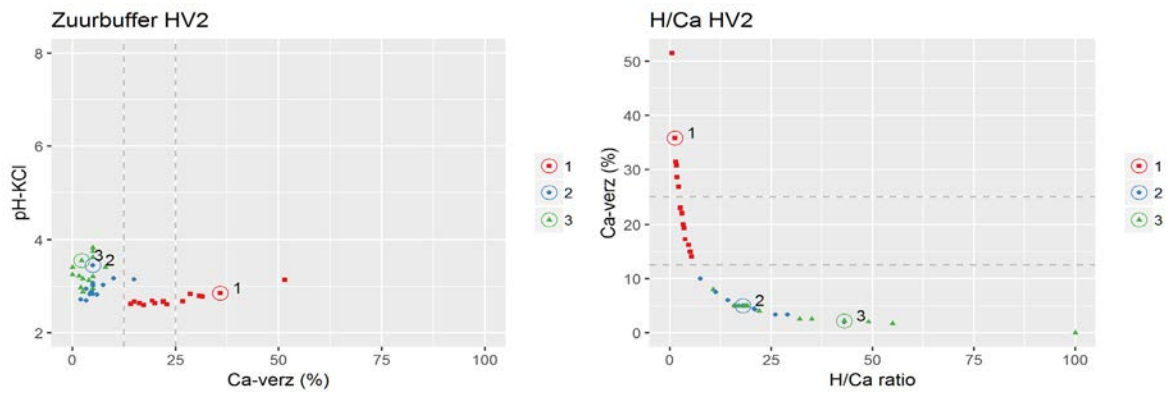
## Profielopbouw HV2 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-8.8	-7.2	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-7.2	-6.5	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-6.5	-5.7	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-5.7	-2.0	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-2.0	0.0	60.0 L	0			1		171
6 2BCg	0.0	7.0	2.0	3	16	145	1		693 opgebracht uit greppels
7 2Ah/	7.0	18.7 15	4.0	4	20	130	1		693
8 2Bh/	18.7	49.9 40	3.0	4	20	130	1		693
9 2Cg/	49.9	85.0 45	2.0	4	20	130	1		693
10 3Cg	85.0	100.0	0.2	5	25	160	1		520
11 4Ce	100.0	140.0	0.0	15	65	170	1	6	510 grijs

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>HV2-1 LDXz Zandxeromullmoder</b>									
	1	-10.0	-7.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.5	-6.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.5	-5.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-1.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-1.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	7.0	2BCg	2.0	3	16	145	693 opgebracht uit greppels
	7	7.0	18.7	2Ah/	4.0	4	20	130	693
	8	18.7	40.0	2Bh/	3.0	4	20	130	693
<b>HV2-2 LDXI Leemxeromullmoder</b>									
	1	-8.5	-7.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.0	-6.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	3	-6.0	-2.0	1Hr	99.0 L	0			171
	4	-2.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	5	0.0	11.0	2BCg	2.0	4	20	130	693
	6	11.0	18.7	2Ah/	4.0	4	20	130	693
	7	18.7	40.0	2Bh/	3.0	4	20	130	693
<b>HV2-3 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-8.0	-7.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.0	-6.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.0	-2.5	1Hr	99.0 L	0			171
	4	-2.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	5	0.0	14.0	2BCg	2.0	4	20	140	693
	6	14.0	18.7	2Ah/	4.0	4	20	130	693
	7	18.7	40.0	2Bh/	3.0	4	20	130	693

## Zuurbuffer HV2



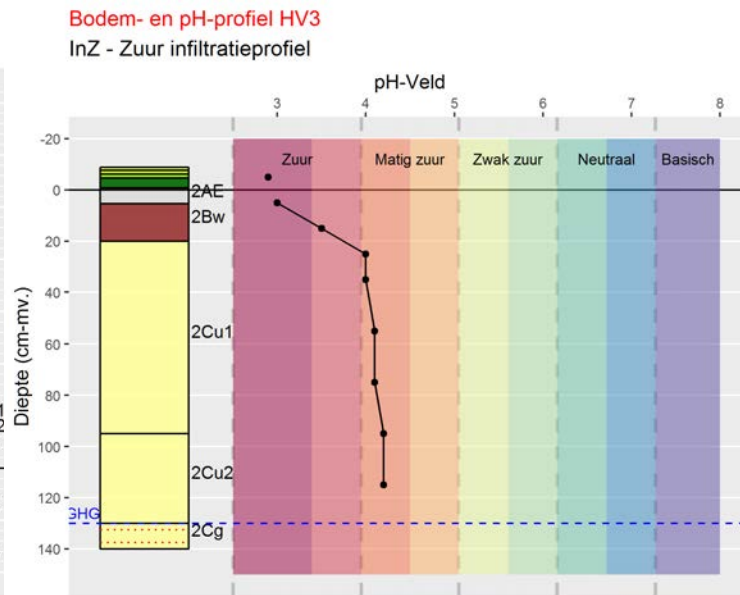
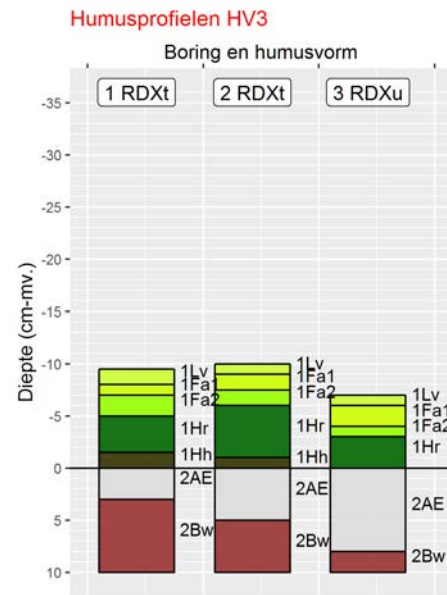
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van HV2. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.



# Factsheet HV3



## Profielgegevens HV3



### Boorpuntgegevens HV3

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
HV3	213,080	534,970	13.74	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2i423-	Y35	130	> 140	999 VIId	130	InZ
Opmerking						
lijkt afgestoven omgeving geaccidenteerd						

### Profielopbouw HV3 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

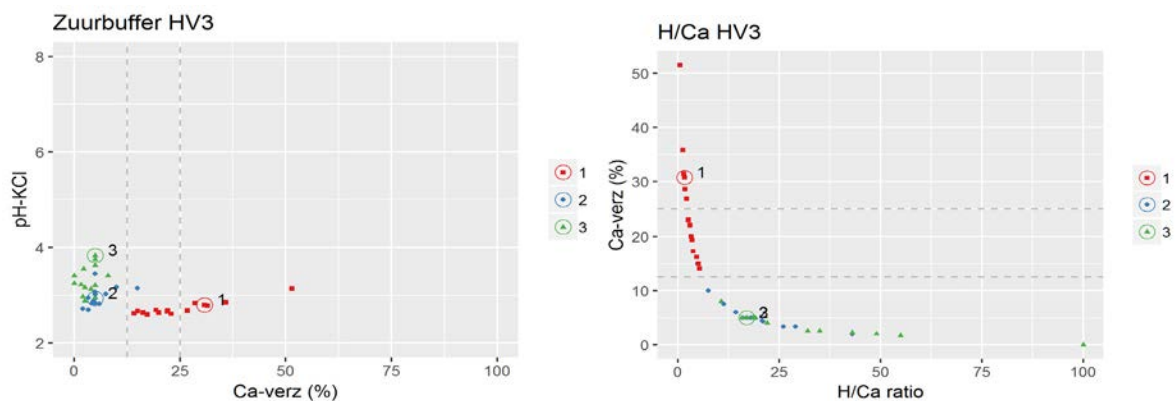
Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-8.8	-7.7	99.0 L	0				1	171
2 1Fa1	-7.7	-6.2	99.0 L	0				1	171
3 1Fa2	-6.2	-4.7	99.0 L	0				1	171
4 1Hr	-4.7	-0.8	99.0 L	0				1	171
5 1Hh	-0.8	0.0	60.0 L	0				1	171
6 2AE	0.0	5.3	6.0	4	20	165	1		531
7 2Bw	5.3	20.0	1.0	4	20	165	1		531
8 2Cu1	20.0	95.0	0.0	5	25	165	1		531 op 70 grote vuursteen
9 2Cu2	95.0	130.0	0.0	4	20	170	1		531
10 2Cg	130.0	140.0	0.0	5	25	165	1		531 grote vuursteen

### Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>HV3-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-9.5	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-7.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-5.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.0	-1.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-1.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	3.0	2AE	6.0	4	20	165	531
	7	3.0	20.0	2Bw	1.0	4	20	165	531
	8	20.0	40.0	2Cu1	0.0	5	25	165	531 op 70 grote vuursteen
<b>HV3-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-10.0	-9.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.0	-7.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-7.5	-6.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-6.0	-1.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-1.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	5.0	2AE	3.0	4	20	165	531
	7	5.0	20.0	2Bw	1.0	4	20	165	531
	8	20.0	40.0	2Cu1	0.0	5	25	165	531 op 70 grote vuursteen
<b>HV3-3 RDXu Humusxeromormoder</b>									
	1	-7.0	-6.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-6.0	-4.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-4.0	-3.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-3.0	0.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	0.0	8.0	2AE	4.0	4	20	165	531
	6	8.0	20.0	2Bw	1.0	4	20	165	531
	7	20.0	40.0	2Cu1	0.0	5	25	165	531 op 70 grote vuursteen



### Zuurbuffer HV3



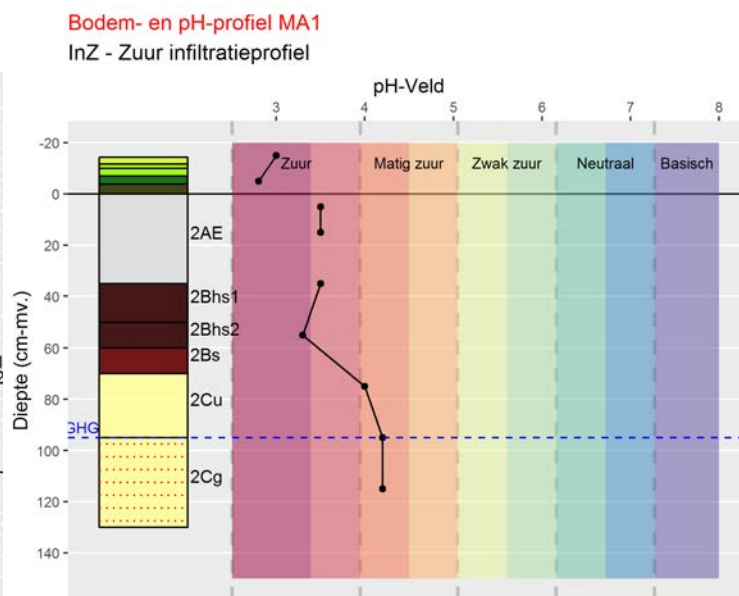
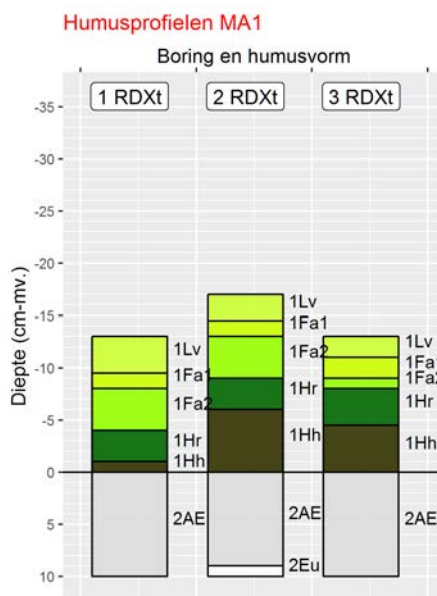
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van HV3. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Bijlage 5 Factsheets bodem Mantingerbos

## Factsheet MA1 (Mantingerbos)



### Profielgegevens MA1



## Boorpuntgegevens MA1

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
MA1	237,019	536,482	16.91	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2z423-	Hd35	95	> 130	999 sVIIo	130	InZ
Opmerking						
B sterk verkit; beworteling incidenteel tot 130; keileem >130						

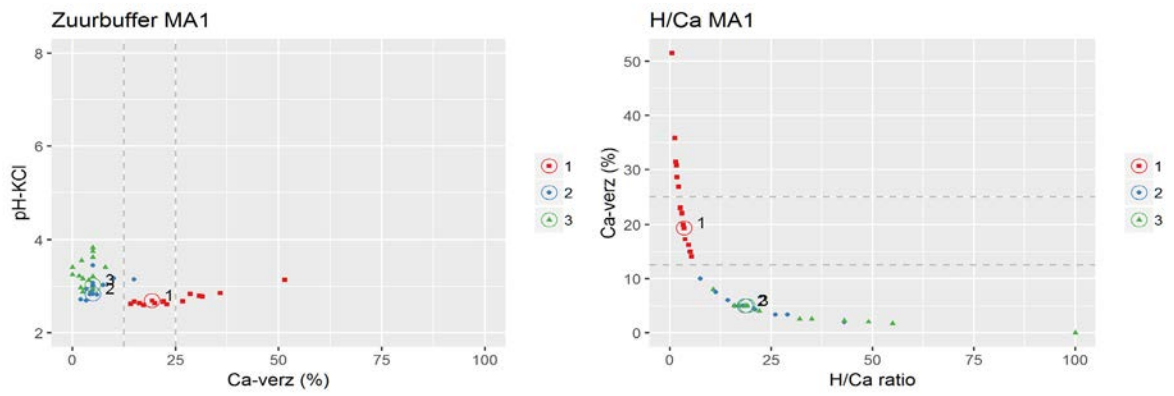
## Profielopbouw MA1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-14.3	-11.7	99.0 L	0				1	171
2 1Fa1	-11.7	-10.0	99.0 L	0				1	171
3 1Fa2	-10.0	-7.0	99.0 L	0				1	171
4 1Hr	-7.0	-3.8	99.0 L	0				1	171
5 1Hh	-3.8	0.0	45.0 L	0				1	171
6 2AE	0.0	35.0	3.0	4	20	130	1		412 grijs
7 2Bhs1	35.0	50.0	8.0	3	17	145	1		412 zwart
8 2Bhs2	50.0	60.0	1.0	4	20	140	1		412 vlekkerig roodbruin sterk verkit
9 2Bs	60.0	70.0	0.1	4	20	135	1		412 zeer sterk verkit
10 2Cu	70.0	95.0	0.0	4	20	135	1		412
11 2Cg	95.0	130.0	0.0	5	25	135	1		412 met blekingsvlekken

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>MA1-1 RDXt Holtzeromormoder</b>									
	1	-13.0	-9.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.5	-8.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-8.0	-4.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-4.0	-1.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-1.0	0.0	1Hh	45.0 L	0			171
	6	0.0	35.0	2AE	3.0	4	20	130	412 grijs
	7	35.0	40.0	2Bhs1	8.0	3	17	145	412 zwart
<b>MA1-2 RDXt Holtzeromormoder</b>									
	1	-17.0	-14.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-14.5	-13.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-13.0	-9.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-9.0	-6.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-6.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	9.0	2AE	3.0	4	20	130	412
	7	9.0	18.0	2Eu	1.0	4	20	130	412
	8	18.0	35.0	2AE	3.0	4	20	130	412 grijs
	9	35.0	40.0	2Bhs1	8.0	3	17	145	412 zwart
<b>MA1-3 RDXt Holtzeromormoder</b>									
	1	-13.0	-11.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-11.0	-9.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-9.0	-8.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-8.0	-4.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-4.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	35.0	2AE	3.0	4	20	130	412
	7	35.0	40.0	2Bhs1	8.0	3	17	145	412 zwart

## Zuurbuffer MA1



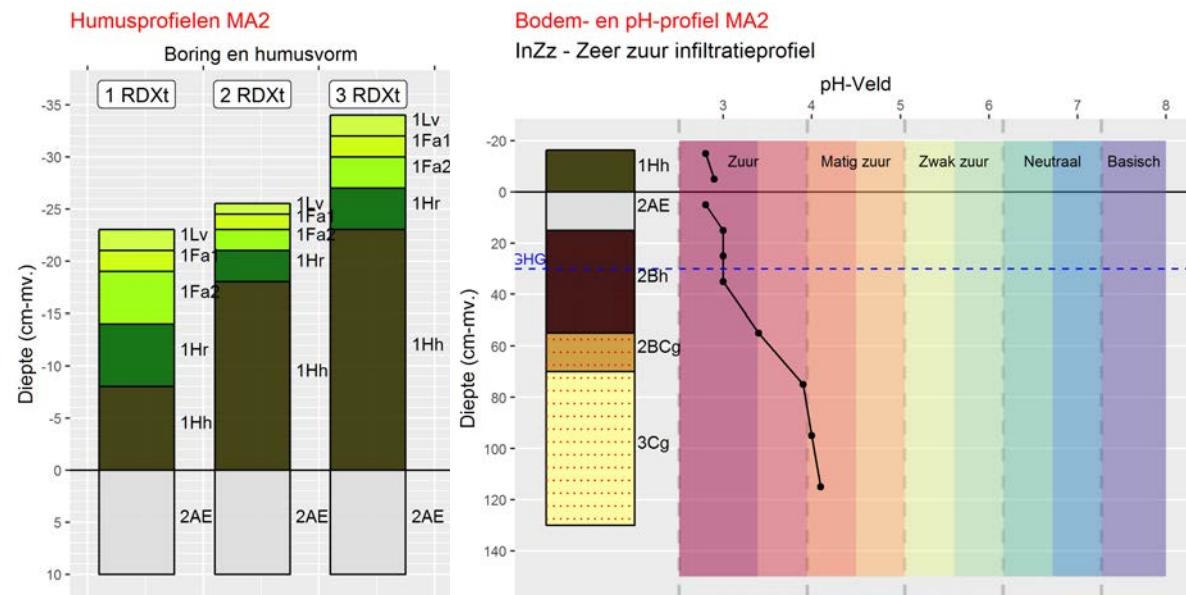
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van MA1. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.



# Factsheet MA2 (Mantingerbos)



## Profielgegevens MA2



## Boorpuntgegevens MA2

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
MA2	236,918	536,344	15.74	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2r/4i423x7-	Hn/tZn35X	30	> 130	999 sVbd	130	InZz
Opmerking						
overgang veldpodzol gooreerd						

## Profielopbouw MA2 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

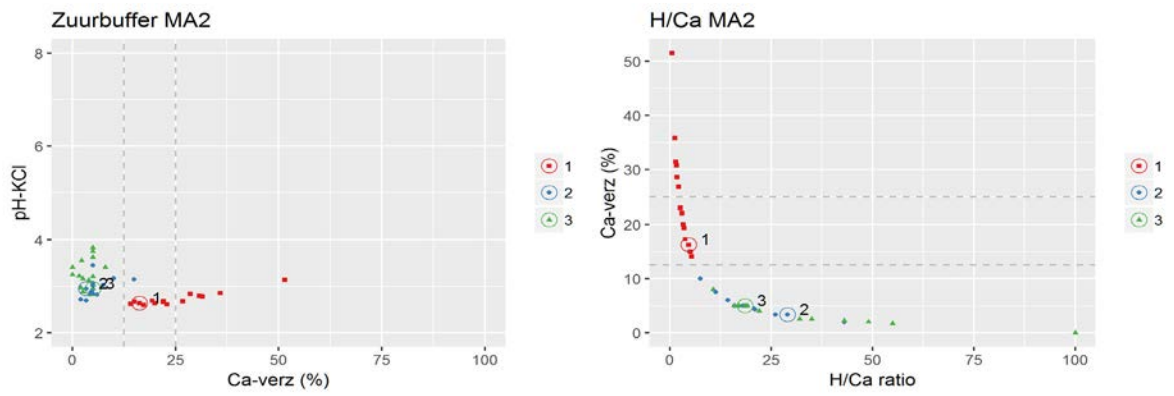
Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-27.5	-25.8	99.0 L	0				1	171
2 1Fa1	-25.8	-24.0	99.0 L	0				1	171
3 1Fa2	-24.0	-20.7	99.0 L	0				1	171
4 1Hr	-20.7	-16.3	99.0 L	0				1	171
5 1Hh	-16.3	0.0	60.0 L	0				1	171
6 2AE	0.0	15.0	4.0	5	25	130	1		412
7 2Bh	15.0	55.0	8.0	5	25	130	1		412
8 2BCg	55.0	70.0	2.0	5	25	130	1		412 sterk roestig wat concreties
9 3Cg	70.0	130.0	0.0	15	65		1	5	510 met wortels

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>MA2-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-23.0	-21.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-21.0	-19.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-19.0	-14.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-14.0	-8.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-8.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	15.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	15.0	40.0	2Bh	8.0	5	25	130	412
<b>MA2-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-25.5	-24.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-24.5	-23.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-23.0	-21.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-21.0	-18.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-18.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	15.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	15.0	40.0	2Bh	8.0	5	25	130	412
<b>MA2-3 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-34.0	-32.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-32.0	-30.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-30.0	-27.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-27.0	-23.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-23.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	15.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	15.0	40.0	2Bh	8.0	5	25	130	412



## Zuurbuffer MA2



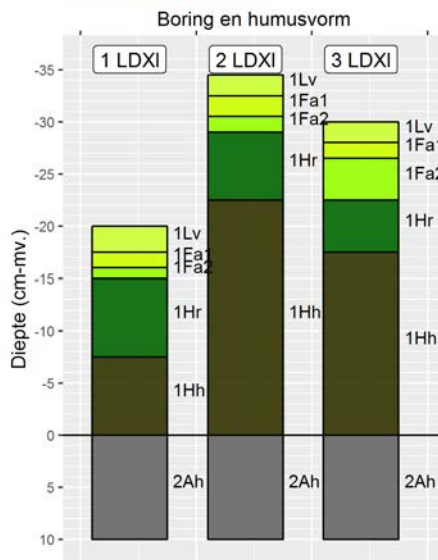
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van MA2. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Factsheet MA3 (Mantingerbos)



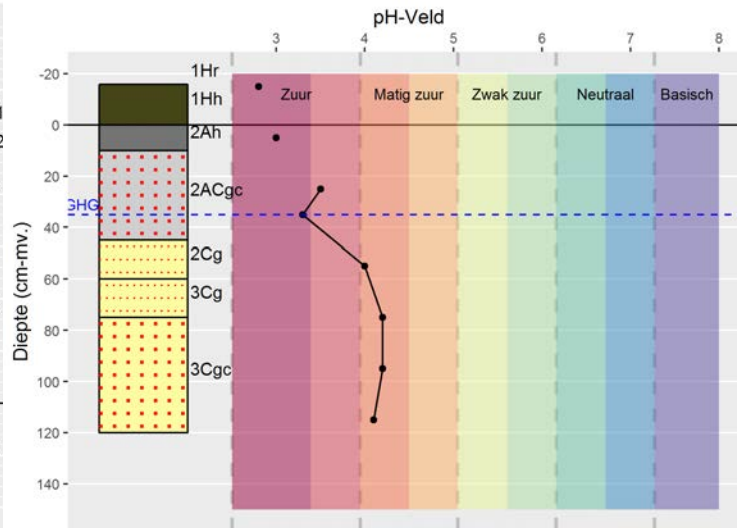
## Profielgegevens MA3

### Humusprofielen MA3



### Bodem- en pH-profiel MA3

InZz - Zeer zuur infiltratieprofiel



### Boorpuntgegevens MA3

Locatie	X	Y	Hoogte Gebruik			
MA3	236,843	536,584	15.58 BL			
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
4k434x6-	tZg57X	35	> 120	999 Vbd		120 InZz
Opmerking	Met klaverzuring					

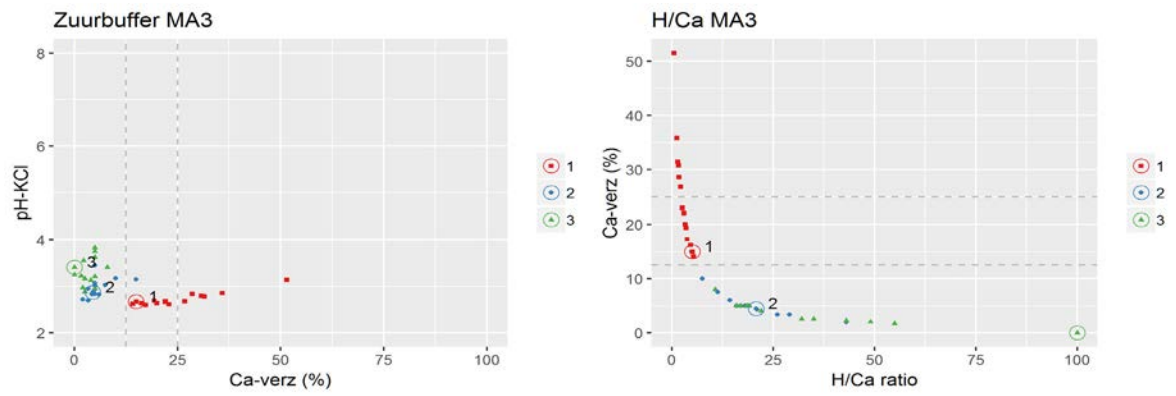
### Profielopbouw MA3 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-28.2	-26.0	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-26.0	-24.3	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-24.3	-22.2	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-22.2	-15.8	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-15.8	0.0	50.0 L	0			1		171
6 2Ah	0.0	10.0	6.0	7	35	130	1		412
7 2ACgc	10.0	45.0	1.0	4	20	145	1		520
8 2Cg	45.0	60.0	0.2	6	30	140	1		520
9 3Cg	60.0	75.0	0.0	16	70		1	6	510
10 3Cgc	75.0	120.0	0.0	20	75		1	6	510 sterk roestig

### Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>MA3-1 LDXI Leemxeromullmoder</b>									
	1	-20.0	-17.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-17.5	-16.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-16.0	-15.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-15.0	-7.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-7.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2Ah	6.0	7	35	130	412
	7	10.0	40.0	2ACgc	1.0	4	20	145	520
<b>MA3-2 LDXI Leemxeromullmoder</b>									
	1	-34.5	-32.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-32.5	-30.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-30.5	-29.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-29.0	-22.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-22.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2Ah	7.0	7	35	130	412
	7	10.0	40.0	2ACgc	1.0	4	20	145	520
<b>MA3-3 LDXI Leemxeromullmoder</b>									
	1	-30.0	-28.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-28.0	-26.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-26.5	-22.5	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-22.5	-17.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-17.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	10.0	2Ah	7.0	7	35	130	412
	7	10.0	40.0	2ACgc	1.0	4	20	145	520

## Zuurbuffer MA3



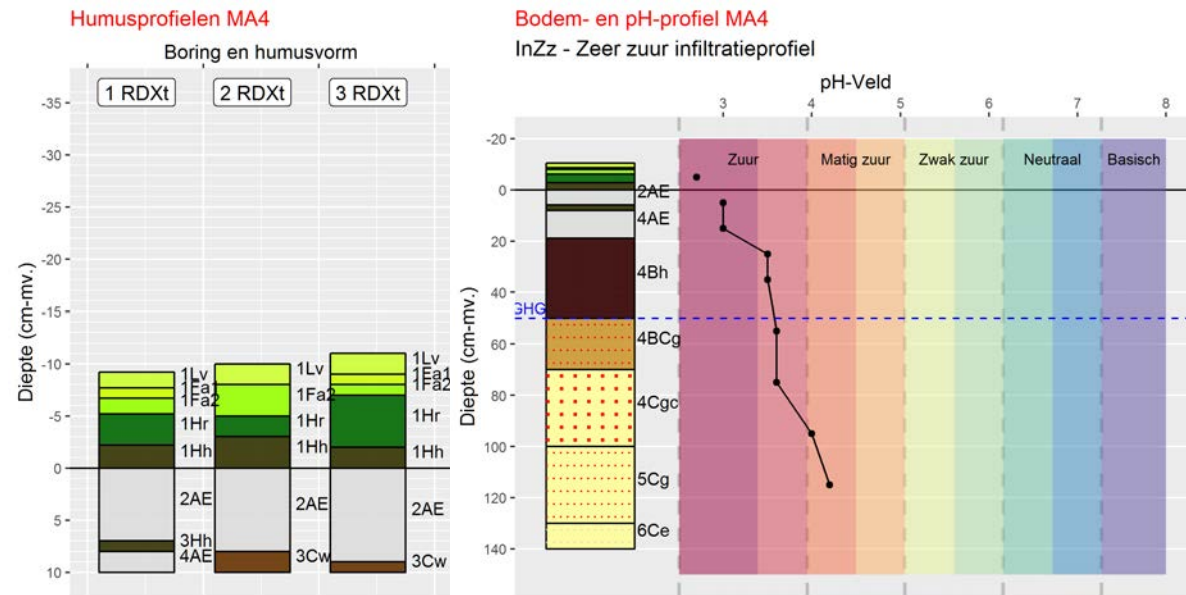
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van MA3. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.



# Factsheet MA4 (Noordlagerbos)



## Profielgegevens MA4





## Boorpuntgegevens MA4

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
MA4	237,382	536,956	16.09	BL		
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2r423x13-	Hn35x	50	> 130	999 VIo		100 InZz
Opmerking						
rabattenbos onder opgebracht zand oude Hh-horizont						

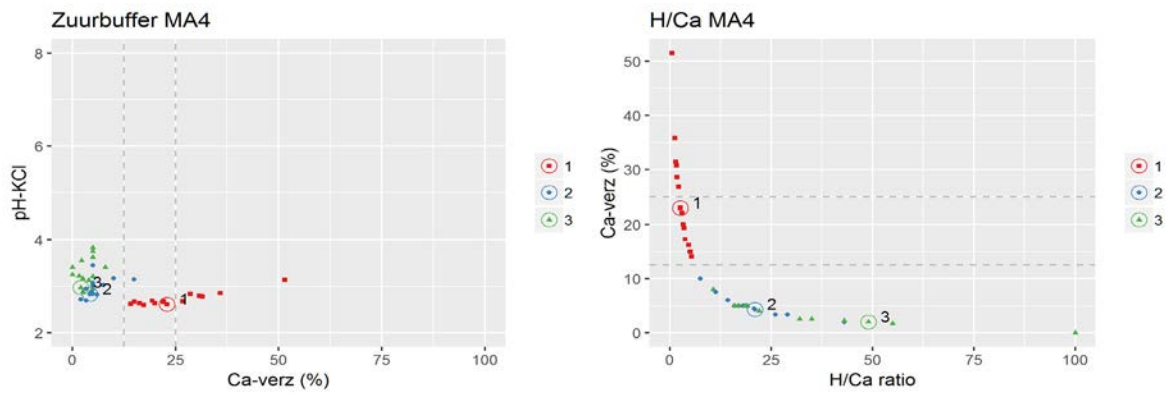
## Profielopbouw MA4 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-10.4	-8.6	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-8.6	-7.9	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-7.9	-6.1	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-6.1	-2.7	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-2.7	0.0	70.0 L	0			1		171
6 2AE	0.0	5.8	4.0	4	20	140	1		412 opgebracht
7 3Hh	5.8	8.0	60.0 DV	0			1		111 begraven Hh
8 4AE	8.0	18.8	4.0	4	20	140	1		412
9 4Bh	18.8	50.0	8.0	4	20	140	1		412
10 4BCg	50.0	70.0	2.0	4	20	140	1		412
11 4Cgc	70.0	100.0	0.1	4	20	145	1		412
12 5Cg	100.0	130.0	0.0	3	16	155	1		520
13 6Ce	130.0	140.0	0.0	15	60		1	6	510 grijs

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>MA4-1 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-9.2	-7.7	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-7.7	-6.7	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-6.7	-5.2	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.2	-2.2	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-2.2	0.0	1Hh	70.0 L	0			171
	6	0.0	7.0	2AE	4.0	4	20	140	412 opgebracht
	7	7.0	8.0	3Hh	60.0 DV	0			111 begraven Hh
	8	8.0	21.0	4AE	4.0	4	20	140	412
	9	21.0	40.0	4Bh	8.0	4	20	140	412
<b>MA4-2 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-10.0	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-5.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	3	-5.0	-3.0	1Hr	90.0 L	0			171
	4	-3.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	5	0.0	8.0	2AE	5.0	4	20	130	412
	6	8.0	22.0	3Cw	50.0 OV	0			111 begraven Hh
	7	22.0	30.0	4AE	4.0	4	20	130	412
	8	30.0	40.0	4Bh	8.0	4	20	140	412
<b>MA4-3 RDXt Holtxeromormoder</b>									
	1	-11.0	-9.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.0	-8.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-8.0	-7.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-7.0	-2.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-2.0	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	6	0.0	9.0	2AE	5.0	4	20	130	412
	7	9.0	16.0	3Cw	50.0 OV	0			111 begraven Hh
	8	16.0	21.0	4AE	4.0	4	20	130	412
	9	21.0	40.0	4Bh	8.0	4	20	140	412

## Zuurbuffer MA4



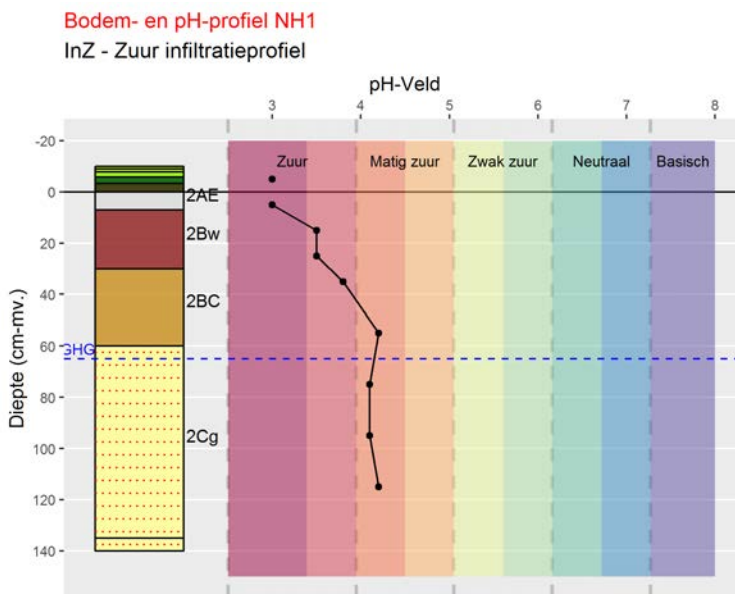
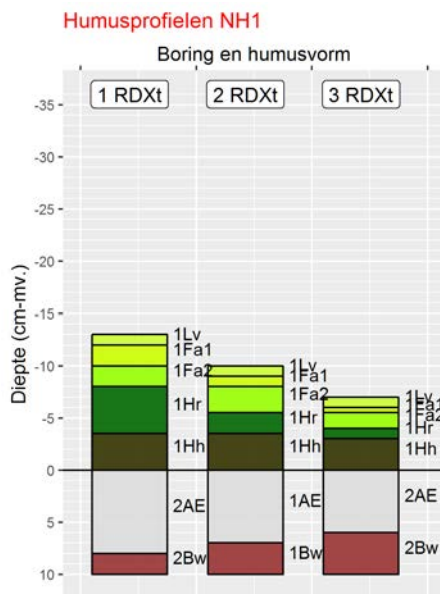
Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van MA4. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

# Bijlage 6 Factsheets bodem Norgerholt

## Factsheet NH1



### Profielgegevens NH1



## Boorpuntgegevens NH1

Locatie	X	Y	Hoogte	Gebruik		
NH1	226,410	563,874	10.28	BL		
Puntcode	Bodemeenhed	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2i423x13-	Y35x	65	> 140	999 VIo	120	InZ
Opmerking						
mestkevers						

## Profielopbouw NH1 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-10.0	-9.0	99.0 L	0			1		171
2 1Fa1	-9.0	-7.8	99.0 L	0			1		171
3 1Fa2	-7.8	-5.8	99.0 L	0			1		171
4 1Hr	-5.8	-3.3	99.0 L	0			1		171
5 1Hh	-3.3	0.0	45.0 L	0			1		171
6 2AE	0.0	7.0	4.0	5	25	140	1		412
7 2Bw	7.0	30.0	1.5	5	25	140	1		412
8 2BC	30.0	60.0	0.2	5	25	130	1		412
9 2Cg	60.0	135.0	0.0	4	22	130	1		412
10 3Cgr	135.0	140.0	0.0	10	55	180	1	5	510

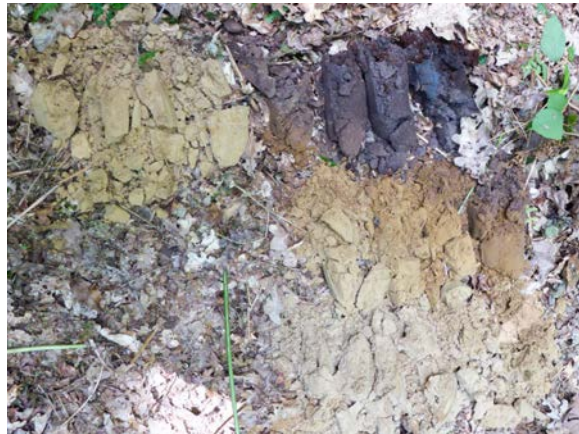
## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>NH1-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-13.0	-12.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-12.0	-10.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-10.0	-8.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-8.0	-3.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.5	0.0	1Hh	45.0 L	0			171
	6	0.0	8.0	2AE	4.0	5	25	140	412
	7	8.0	30.0	2Bw	1.5	5	25	140	412
	8	30.0	40.0	2BC	0.2	5	25	130	412
<b>NH1-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-10.0	-9.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.0	-8.0	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-8.0	-5.5	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-5.5	-3.5	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.5	0.0	1Hh	45.0 L	0			171
	6	0.0	7.0	1AE	4.0	5	25	130	412
	7	7.0	30.0	1Bw	1.0	5	25	130	412
	8	30.0	40.0	2BC	0.2	5	25	130	412
<b>NH1-3 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-7.0	-6.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-6.0	-5.5	1Fa1	99.0 L	0			171
	3	-5.5	-4.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	4	-4.0	-3.0	1Hr	99.0 L	0			171
	5	-3.0	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	6	0.0	6.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	7	6.0	30.0	2Bw	1.0	5	25	130	412
	8	30.0	40.0	2BC	0.2	5	25	130	412

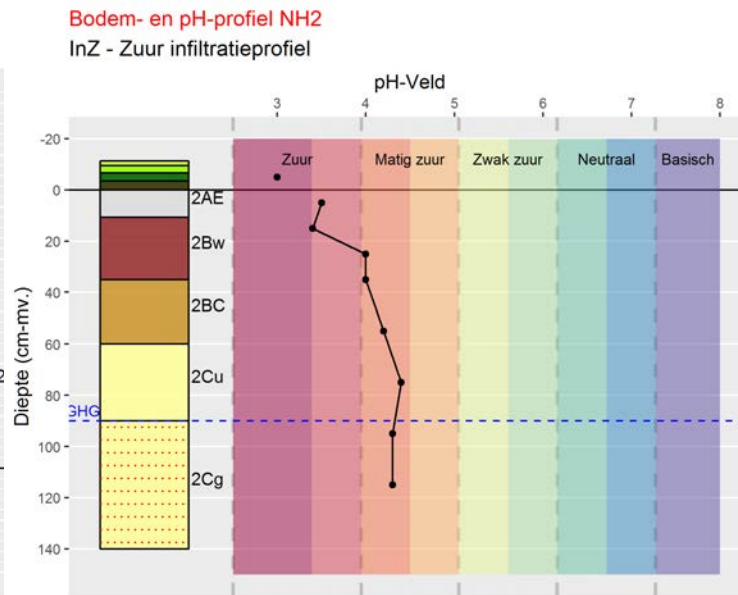
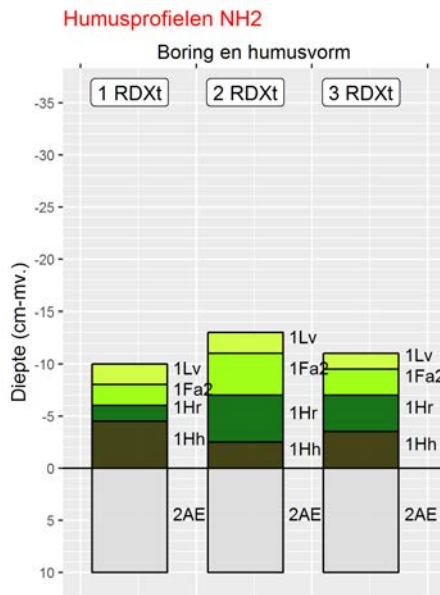




# Factsheet NH2



## Profielgegevens NH2



## Boorpuntgegevens NH2

Locatie	X	Y	Hoogte Gebruik			
NH2	226,404	563,993	10.63 BL			
Puntcode	Bodemeenheid	GHG	GLG	GWS Gt	Bewortelbare diepte	pH_Profieltype
2i423-	Y35	90	> 140	999 VIIId		130 InZ

### Opmerking

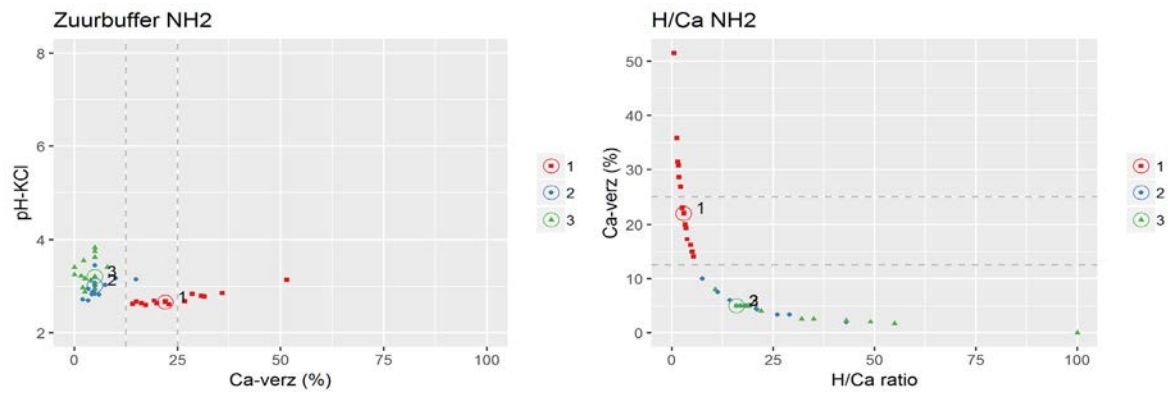
## Profielopbouw NH2 (tot 40 cm gemiddeld over 3 boringen)

Laag Horcode	Boven	Onder M	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	K	R	Geo Opmerking
1 1Lv	-11.3	-9.5	99.0 L	0			1		171
2 1Fa2	-9.5	-6.7	99.0 L	0			1		171
3 1Hr	-6.7	-3.5	99.0 L	0			1		171
4 1Hh	-3.5	0.0	50.0 L	0			1		171
5 2AE	0.0	10.7	4.0	5	25	130	1		412
6 2Bw	10.7	35.0	2.0	6	30	130	1		412
7 2BC	35.0	60.0	0.5	5	25	130	1		412
8 2Cu	60.0	90.0	0.0	5	25	120	1		412
9 2Cg	90.0	140.0	0.0	6	30	120	1		412 met leembandjes

## Humusprofielen in 3 boringen

Boring	Laag	Boven	Onder	Horcode	Org VS	< 2 µm	< 50 µm	M50	Geo Opmerking
<b>NH2-1 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-10.0	-8.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-8.0	-6.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	3	-6.0	-4.5	1Hr	99.0 L	0			171
	4	-4.5	0.0	1Hh	50.0 L	0			171
	5	0.0	10.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	6	10.0	35.0	2Bw	2.0	6	30	130	412
	7	35.0	40.0	2BC	0.5	5	25	130	412
<b>NH2-2 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-13.0	-11.0	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-11.0	-7.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-2.5	1Hr	99.0 L	0			171
	4	-2.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	5	0.0	10.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	6	10.0	35.0	2Bw	2.0	5	25	130	412
	7	35.0	40.0	2BC	0.5	5	25	130	412
<b>NH2-3 RDXt Holtixeromormoder</b>									
	1	-11.0	-9.5	1Lv	99.0 L	0			171
	2	-9.5	-7.0	1Fa2	99.0 L	0			171
	3	-7.0	-3.5	1Hr	99.0 L	0			171
	4	-3.5	0.0	1Hh	60.0 L	0			171
	5	0.0	12.0	2AE	4.0	5	25	130	412
	6	12.0	35.0	2Bw	2.0	5	25	130	412
	7	35.0	40.0	2BC	0.5	5	25	130	412

## Zuurbuffer NH2



Relatie tussen calciumverzadiging en pH-KCl (links) en H/Ca-ratio en calciumverzadiging (rechts) van NH2. De cijfers en kleuren geven de volgnummers van de lagen aan.

## Bijlage 7 Sleutel voor pH-profieltypen

Sleutel voor het bepalen van het pH-profieltype (naar Van Delft & Kemmers, 2013), uitgebreid voor infiltratieprofielen. Op basis van de vergelijking tussen kritieke Z-afstand (Zk) en de GLG kan nagegaan worden of contact tussen (al of niet gebufferd) grondwater en de wortelzone (via capillaire nalevering) te verwachten is (Kemmers et al., 2005). De kritieke Z-afstand is de maximale afstand tussen de grondwaterspiegel en de onderkant van de wortelzone waarover een bepaalde vochtstroom nog mogelijk is. In dit geval gaan we uit van een vochtstroom van 2 mm per dag. De kritieke Z-afstand wordt bepaald door bodemfysische eigenschappen, waardoor water meer of minder ver kan opstijgen door capillaire werking. Als het grondwater op GLG-niveau dieper wegzakt dan de kritieke Z-afstand, zal er geen aanvulling van de zuurbuffer uit kwelwater plaatsvinden en is kwelinvloed dus afwezig.

GLG < Zk	Maximale pH in dieptetraject		pH-profieltype	
	> 20 cm	20 cm - GLG	0 - 20 cm	Omschrijving
Ja	≥ 5,5	≥ 5,5	≥ 5,0	Kw Kwelinvloed in wortelzone
			< 5,0	Ro Kwelinvloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
	< 5,5	4,5 - 5,0	< 5,5	Rd Kwelinvloed aanwezig, diepe regenwaterlens
			≥ 5,0	Lo Mogelijk lokaal kwelwater, of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd
			≥ 4,5	InAa Basenarm infiltratieprofiel
			< 4,5	InAo Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
			4,0 - 4,5	InZ Zuur infiltratieprofiel
			< 4,5	InZz Zeer zuur infiltratieprofiel
			≥ 6,0	InBa Basenrijk infiltratieprofiel
			< 5,0	InBo Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel
Nee	4,5 - 6,0	≥ 4,5	InAa Basenarm infiltratieprofiel	
		< 4,5	InAo Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel	
	< 4,5	4,0 - 4,5	InZ Zuur infiltratieprofiel	
		< 4,5	InZz Zeer zuur infiltratieprofiel	

## Bijlage 8 Vegetatie-opnamen

### Toelichting:

- Meetpunten: AM=Drentsche Aa-gebied (Amerbos); DF=Drents-Friese Wold; DV=Dwingelderveld; HV=Holtingerveld; MA=Mantingerbos; NH=Norgerholt
- Alle opnamen zijn 10x10 m groot
- Jaar van opname is 2019 (datum-format mmmdd)
- Geschatte bedekkingen in procenten; (x)=aanwezig juist buiten proefvlak
- Nomenclatuur vaatplanten naar Duistermaat (2020) excl. Rubus; Rubus naar Van de Beek et al. (2014); mossen naar Siebel & During (2006).

Opmerkingen bij opnamen: AM1: buiten proefvlak 1. Ilex in boomlaag2, verder nauwelijks Ilex; buiten proefvlak ook dominantie Rubus bellardii; AM2: Milio-Fagetum; buiten proefvlak Stellaria holostea en Anemone (langs paadje); DF1: buiten proefvlak reptans en Plagiothecium nemorale in steilkantjes; DV1: veel vml hakhoutstoven; Oxalis buiten wal langs weg; DV2: buiten proefvlak weinig Stellaria holostea (meer in berm van aangrenzende zandweg); DV3: buiten proefvlak Carex pilulifera; DF1: bovenop landduin; N-helling buiten proefvlak met Lepidozia reptans, Plagiothecium nemorale; HV1: buiten proefvlak plekken Carex nigra en verspreide hoge en dikke Sorbus; geen Carex pilulifera, Rubus, Vaccinium, wel plekken met Carex nigra; in W-rand van vml hakhoutcomplex ligt een brede strook Pteridium en langs het NZ-lopende fietspad ten W HV1 enkele grote plekken Maianthemum en Polygonatum multiflorum; HV2: midden van rabat; buiten proefvlak klonen Vaccinium myrtillus; HV3: buiten proefvlak Polygonatum multiflorum; NH1: NBI-punt 73714 (7de Ned Bosinventarisatie); Fagus-kroon net buiten proefvlak; NH2: 5 m ZWW bosreservaat steekproefcirkel G11 (betonpaal); Sorbus in boomlaag2 juist buiten proefvlak

Meetpunt	AM1	AM2	DF1	DV1	DV2	DV3	HV1	HV2	HV3	MA1	MA2	MA3	MA4	NH1	NH2
Datum	0702	0702	0703	0702	0702	0703	0703	0703	0703	0701	0701	0701	0701	0702	0702
X (RD in m)	237701	237542	215256	225279	225598	222230	214800	214776	213071	237019	236917	236827	237382	226410	226404
Y (RD in m)	551509	551568	543201	533410	534439	537480	537991	537507	53468	536482	536344	536568	536956	563874	563993
Nauwkeurigheid in m	4	3	6	5	5	5	6	7	5	5	5	4	6	5	7
Boomlaag1 (>10m) (% reëel)	30	60	60	75	60	70	70	75	40	50	50	70	40	50	40
Boomlaag2 (5-10m) (% reëel)	0	20	5	0	0	0	5	0	4	10	20	10	0	10	40
Struiklaag (2-5m) (% reëel)	5	60	20	40	20	7	25	30	30	30	60	25	5	3	10
Kruidlaag (% reëel)	60	80	3	25	60	1	15	40	20	25	5	70	75	70	70
Moslaag (% reëel)	0	0	0.5	0	1	1	5	0	0.5	0	0	0	0	0	0



Meetpunt	AM1	AM2	DF1	DV1	DV2	DV3	HV1	HV2	HV3	MA1	MA2	MA3	MA4	NH1	NH2
<b>Boomlaag1</b>															
<i>Betula pubescens</i>			15	50		2	20			5			15		
<i>Hedera helix</i>	2							1							
<i>Quercus robur</i>	30	60	60	70	20	70	70	40		50	50	70	30	50	40
<i>Sorbus aucuparia</i>						2									
<b>Boomlaag2</b>															
<i>Betula pubescens</i>	5		5												
<i>Corylus avellana</i>	20									10	20	10		10	
<i>Ilex aquifolium</i>						5									40
<i>Sorbus aucuparia</i>						2		4							
<b>Struiklaag</b>															
<i>Amelanchier lamarckii</i>			3		1										
<i>Corylus avellana</i>	60													3	
<i>Frangula alnus</i>			10	5	0.5	5	15	4	1	(x)			5		
<i>Ilex aquifolium</i>	3		5	2	2		1	5	5	30	60	25			10
<i>Prunus serotina</i>			10	25	10		10	25	1						
<i>Sambucus nigra</i>	5														
<i>Sorbus aucuparia</i>			1		10		2	25							
<b>Kruidlaag</b>															
<i>Amelanchier lamarckii</i>					0.2		0.5	0.2							
<i>Avenella flexuosa</i>			0.2		60	0.5	10	0.1							
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	0.5		0.1						0.1			(x)	5		
<i>Corylus avellana</i>									0.1						
<i>Dryopteris carthusiana</i>			2	1		1	5	0.5							
<i>Dryopteris dilatata</i>	5		0.5	20		2	0.5	0.5			0.5	0.5	5	1	3
<i>Frangula alnus</i>					0.1	0.2		0.1							0.1
<i>Galeopsis tetrahit</i>		0.5							0.1			(x)	0.1		
<i>Hedera helix</i>	1							5	0.5			0.5		3	1
<i>Ilex aquifolium</i>	1		0.1	5			0.1	0.1	0.1	1		1	0.1	0.5	0.5
<i>Lonicera periclymenum</i>			0.5		0.2		10	0.5							
<i>Maianthemum bifolium</i>									0.2						
<i>Milium effusum</i>	0.5														
<i>Molinia caerulea</i>					0.1		30			0.1			2		
<i>Oxalis acetosella</i>	75											20			

Meetpunt	AM1	AM2	DF1	DV1	DV2	DV3	HV1	HV2	HV3	MA1	MA2	MA3	MA4	NH1	NH2
<i>Polygonatum multiflorum</i>		0.5													
<i>Pteridium aquilinum</i>	30							15	25	5				60	70
<i>Prunus padus</i>	1														
<i>Prunus serotina</i>		0.5	0.1				0.1	0.1	0.1						
<i>Quercus robur</i>													5		
<i>Rubus arrhenii</i>	5														
<i>Rubus bellardii</i>		10									60			20	5
<i>Rubus camptostachys</i>							0.1								
<i>Rubus derasifolius</i> ss <i>Beijerinck</i> <sup>7</sup>	5														
<i>Rubus erinulus</i>	10												15	0.5	
<i>Rubus flexuosus</i>	2	0.5							0.1	0.5					
<i>Rubus idaeus</i>													0.5		
<i>Rubus schlechtendalii</i>														1	
<i>Rubus sprengelii</i>	5														
<i>Sorbus aucuparia</i>		0.5	0.1		0.1		0.1				0.5	0.5	0.5		
<i>Stellaria holostea</i>										0.5	(x)				
<i>Taraxacum officinale</i>				0.1											
<i>Trientalis europaea</i>										0.1					
<i>Vaccinium myrtillus</i>	10														50
<b>Moslaag</b>															
<i>Brachythecium rutabulum</i>					0.5										
<i>Dicranella heteromalla</i>						0.1									
<i>Dicranoweisia cirrata</i>			0.1												
<i>Dicranum scoparium</i>			0.1			0.2	0.1								
<i>Eurhynchium striatum</i>					0.5										
<i>Hypnum cupressiforme</i>			0.1						0.2						
<i>Kindbergia praelonga</i>						0.1	0.1								
<i>Lophocolea heterophylla</i>			0.1												
<i>Mnium hornum</i>							0.1		0.2						
<i>Polytrichum formosum</i>			0.5		0.2	1									
<i>Pseudoscleropodium purum</i>							5								

<sup>7</sup> Deze onbekende soort is al lange tijd bekend uit het Amerbos en door Beijerinck (1956) afgebeeld als Plaat 67 onder de foutieve naam *Rubus tereticaulis* ssp. *derasifolius*.



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 3029  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.







To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 3029  
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.000 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

