



# pH-profielen als indicator voor zuurbuffering in de bodem

Bas van Delft, Joost Cruijsen, Tom Harkema, Martin Knotters, Pieter Dijk



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



# pH-profielen als indicator voor zuurbuffering in de bodem

Bas van Delft, Joost Cruijsen, Tom Harkema, Martin Knotters, Pieter Dijk

Het onderzoek waar dit rapport verslag van doet, is gefinancierd door LNV (KB 36 *Biodiversity in a Nature Inclusive Society*, projectnummer KB-36-001-022).

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, april 2024

---

Gereviewd door:  
Dennis Walvoort, Onderzoeker Wageningen Environmental Research

Akkoord voor publicatie:  
Mirjam Hack-ten Broeke, teamleider BWL

Rapport 3336  
ISSN 1566-7197

---

Delft, B. van, J.J.P. Cruijsen, T. Harkema, M. Knotters, P. Dijk en F. Brouwer, 2024. *pH-profielen als indicator voor zuurbuffering in de bodem*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3336. 140 blz.; 34 fig.; 36 tab.; 51 ref.

Het opnemen van pH-profielen met pH-indicatorstrookjes naast de beschrijving van een bodem- en humusprofiel kan helpen om voor bodems een indicatie te krijgen van de zuurbuffer uit moedermateriaal en mogelijke kwel. Door WENR is een methode ontwikkeld die in dit rapport wordt onderbouwd, verbeterd en gedocumenteerd. Omdat wij beschikken over een groot aantal profielbeschrijvingen met veldbepalingen van pH en bodemonsters waarin de pH gemeten is met verschillende extractiemethoden, konden wij de voorspellende waarde van pH-Veld (d.w.z. de pH bepaald met pH-indicatorstrookjes in het veld) voor o.a. pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O bepalen. Door gebruik te maken van bodemfysische eigenschappen uit BOFEK kunnen wij de kritieke Z-afstand bepalen die nodig is om onderscheid te maken tussen profielen met of zonder grondwaterinvloed. Met het verloop van pH-Veld in de diepte, de kritieke Z-afstand en de GLG kunnen wij op basis van een sleutel een pH-profieltype bepalen. Voor 2538 pH-profielen hebben wij de methode toegepast en onderzocht in hoeverre een aantal landschapsecologisch relevante kenmerken zoals de eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart en Humusvormen van elkaar verschillen en welke pH-profieltypen passen bij die eenheden.

By assessing field values for soil pH at several depths with pH-indicator sticks, additionally to soil- and humus profile description we achieved an indication of the acid buffering from parent material and groundwater. At WENR we developed a method for pH-profile measurement and interpretation, which is described in this report. We compared many field measurements with laboratory analyses of a.o. pH-KCl and pH-H<sub>2</sub>O. We used soil physical characteristics and estimates of the lowest groundwater table to discern groundwater influence on soil pH in the root zone. We developed a method ('key') to classify several pH-profile types based on this information and pH-Field at several depths. We applied this key to 2538 pH-profiles to determine significant differences between units of ecological relevant landscape characteristics and to describe the range of pH-profile types within these units.

Trefwoorden: pH-profiel, veldmeting, zuurgraad, kwel, infiltratie, landschapsecologie, Landschappelijke Bodemkaart, humusprofielen

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/640483> 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.

© 2024 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.

---

# Inhoud

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Verantwoording</b>                                                   | <b>5</b>   |
| <b>Woord vooraf</b>                                                     | <b>7</b>   |
| <b>Samenvatting</b>                                                     | <b>9</b>   |
| <b>1 Inleiding</b>                                                      | <b>13</b>  |
| 1.1 Aanleiding en achtergrond                                           | 13         |
| 1.2 Probleem en doel                                                    | 15         |
| 1.3 Opbouw van het rapport                                              | 16         |
| <b>2 Beschikbare gegevens</b>                                           | <b>17</b>  |
| 2.1 Overzicht van aantallen                                             | 17         |
| 2.2 pH-ranges in moedermateriaal                                        | 18         |
| <b>3 Relaties veld-laboratorium</b>                                     | <b>20</b>  |
| 3.1 Achtergrond                                                         | 20         |
| 3.2 Statistische analyse                                                | 22         |
| 3.3 Voorspelling pH gemeten waarden met veld-pH                         | 23         |
| 3.4 Verhouding gemeten waarden met verschillende extractiemethoden      | 27         |
| 3.5 Relatie zuurbuffer                                                  | 29         |
| <b>4 Indeling pH-profieltypen</b>                                       | <b>34</b>  |
| 4.1 ProVIVis                                                            | 34         |
| 4.2 Inschatten grondwaterinvloed                                        | 34         |
| 4.2.1 Berekenen kritieke Z-afstand                                      | 36         |
| 4.3 Beoordeling pH-waarden op verschillende dieptes                     | 37         |
| 4.4 Sleutel pH-profieltypen                                             | 38         |
| 4.4.1 pH-profielen met mogelijke grondwaterinvloed                      | 39         |
| 4.4.2 pH-profielen zonder grondwaterinvloed                             | 40         |
| 4.5 Discussie                                                           | 41         |
| 4.5.1 Wel of geen grondwaterinvloed?                                    | 41         |
| 4.5.2 Maximale en gemiddelde pH-waarden in klassen                      | 42         |
| 4.5.3 Grondwaterkwaliteit                                               | 43         |
| <b>5 pH-profieltypen in landschapsecologische context</b>               | <b>45</b>  |
| 5.1 Beoordeling beschikbare profielen                                   | 45         |
| 5.2 Verdeling pH-profieltypen over landschapsecologische kenmerken      | 47         |
| 5.2.1 Bodemgebruik                                                      | 47         |
| 5.2.2 Bodemeenheden                                                     | 49         |
| 5.2.3 Grondwatertrappen en ontwateringstoestand                         | 53         |
| 5.2.4 Fysisch-Geografische eenheden                                     | 55         |
| 5.2.5 Humusvormen                                                       | 63         |
| <b>6 Toepasbaarheid van pH-profieltypen</b>                             | <b>90</b>  |
| <b>Literatuur</b>                                                       | <b>92</b>  |
| <b>Bijlage 1 Codes geologie in boorbeschrijvingen</b>                   | <b>95</b>  |
| <b>Bijlage 2 pH-waarden bij geologie en bodemvorming</b>                | <b>97</b>  |
| <b>Bijlage 3 Bandbreedte en verschil tussen groepen in pH-profielen</b> | <b>108</b> |

---

---

# Verantwoording

Rapport: 3336

Projectnummer: 5200047445

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: Onderzoeker Wageningen Environmental Research

naam: Dennis Walvoort

datum: 5 februari 2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Mirjam Hack-Ten Broeke

datum: 15 februari 2024



---

# Woord vooraf

In het rapport dat voor u ligt of, nog waarschijnlijker, op uw scherm te zien is, doen wij verslag van een praktische methode voor het opnemen en interpreteren van pH-profielen die in de loop van vele jaren door onderzoek van WENR is ontstaan en aangescherpt. Het doel is steeds geweest om aan de hand van relatief eenvoudige veldmetingen van de bodemzuurgraad een goede indruk te krijgen van het functioneren van de groeiplaats. Wij hebben de methode met succes in een groot aantal projecten toegepast, waarbij voor de verantwoording vaak werd verwezen naar voorgaande rapporten. In het project waar dit rapport uit voortkomt, hebben wij de kans gekregen om de methode te onderbouwen, te verbeteren en te documenteren. Hiermee is de methode 'pH-profielen' goed beschreven, maar hebben wij ook een overzicht kunnen maken van de spreiding van de zuurgraad en pH-profieltypen binnen eenheden van landschapsecologisch relevante kenmerken zoals de Landschappelijke Bodemkaart en Humusvormen. Dit rapport kan dienen als naslagwerk bij het interpreteren van die eenheden voor een beter begrip van het functioneren van de groeiplaats.

Het onderzoek waar dit rapport verslag van doet, is gefinancierd door het Ministerie van LNV (KB 36 Biodiversity in a Nature Inclusive Society, BAPS-nummer KB-36-001-022).

Wageningen, november 2023,

Bas van Delft  
Joost Cruijsen  
Tom Harkema  
Martin Knotters  
Pieter Dijk



---

# Samenvatting

De zuurgraad van de bovengrond is een belangrijk groeiplaatskenmerk voor natuurlijke vegetaties, maar ook bepalend voor het biologisch en chemisch functioneren van de bodem. Deze zuurgraad wordt bepaald door een aantal factoren en processen die verband houden met de aard van het moedermateriaal, zuurproductie bij afbraak van organisch materiaal, zuurdepositie (o.a. stikstof) en de beweging van water in de bodem waardoor zuurbufferende stoffen kunnen uitspoelen of juist aangevoerd worden met kwel. Een deel van deze factoren en processen kunnen wij als 'natuurlijk' beschouwen en is kenmerkend voor de landschapsecologische positie van een groeiplaats, bepaald door geo(morfo)logie en hydrologie, waardoor de zuurgraad van de bovengrond, maar ook het verloop van de zuurgraad met de diepte (pH-profiel) in een ongestoorde situatie als kenmerkend beschouwd kan worden voor die groeiplaats. Door met name hydrologische veranderingen, zoals ontwatering of afname van kwelintensiteit, maar ook door veranderingen in grondgebruik en bemesting worden de processen en sommige bodemkenmerken die de 'natuurlijke' zuurgraad bepalen, verstoord, wat tot uiting komt in de bodemzuurgraad en het pH-profiel. Daarmee is het pH-profiel indicatief voor het functioneren van de groeiplaats.

Om die reden is bij WENR een methode ontwikkeld om bij bodemprofielbeschrijvingen in het veld ook het verloop van de zuurgraad op te nemen met pH-indicatorstrips en dit te interpreteren als een indicatie voor de natuurlijke zuurbuffer van de bodem en de mate waarin deze wordt beïnvloed door hydrologische processen als infiltratie van neerslagwater (uitspoeling van zuurbuffer en verzuring) of kwel (aanvoer van zuurbuffer). Daarvoor is een classificatie (sleutel) opgesteld om een aantal pH-profieltypen af te leiden die indicatief zijn voor de mate waarin kwel, neerslaglenzen of infiltratie bepalend zijn voor de bodemzuurgraad en in hoeverre infiltratieprofielen een natuurlijke zuurbuffer hebben in het moedermateriaal (zie Hoofdstuk 4). In dit rapport hebben wij deze methode onderbouwd, verbeterd en getoetst aan een aantal landschapsecologisch relevante kenmerken.

## Beschikbare gegevens en statistische analyses

Omdat pH-profielen eerder in een groot aantal projecten zijn opgenomen, beschikten wij over een grote dataset van 2.538 bodem- en humusprofielbeschrijvingen, met 17.347 veldbepalingen van pH (pH-Veld) en 2.717 bodemmonsters waaraan laboratoriummetingen van de pH gedaan zijn. De landschapsecologische positie konden wij afleiden uit de profielbeschrijvingen en de ligging binnen de Landschappelijke Bodemkaart. Hiermee hebben wij een aantal statistische analyses kunnen uitvoeren.

- Voor de geologische formaties die in de profielbeschrijvingen zijn opgenomen, hebben wij in de vorm van histogrammen en percentielen (5%, 50% en 95%) referentiewaarden kunnen afleiden van de pH-Veld in het moedermateriaal en bovengronden (§ 2.2).
- De mate waarin veldbepalingen van de zuurgraad met pH-indicatorstrookjes indicatief zijn voor de metingen in het laboratorium van o.a. pH-KCl, pH-H<sub>2</sub>O en pH-CaCl<sub>2</sub> en de onderlinge verhouding tussen deze laboratoriummetingen (Hoofdstuk 3).
- De mate waarin landschapsecologisch relevante kenmerken zoals de eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart en humusvormen significant ( $p < 0.05$ ) en relevant (verschil  $\geq 0.5$ ) van elkaar verschillen voor de pH-Veld in drie diepteklassen. Daarbij geven wij ook de bandbreedte van de pH-waarden per eenheid aan en de verdeling van de pH-profieltypen (Hoofdstuk 5).

## Relaties veld-laboratorium

Er konden lineaire regressiemodellen afgeleid worden die de relatie beschrijven tussen pH-Veld en diverse laboratoriummetingen op basis van pH-KCl, pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-Sr en pH-NaCl (§ 3.3). Zowel intercept als helling van deze modellen varieert onder invloed van verschillen in extractiemethoden. Het is dus van groot belang om te weten voor welke methode de veldmetingen geïnterpreteerd moeten worden. Voor pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O vonden wij het best verklarende model met een meervoudige regressie, waarbij ook de veldschattingen van organischestof- en lutumgehalte als verklarende variabelen zijn meegenomen. Deze bodemeigenschappen zijn in kalkloze bodems immers bepalend voor de omvang van het kationomwisselcomplex (CEC) en daarmee voor het zuurbufferend vermogen.

Er worden in de praktijk verschillende extractiemethoden gebruikt om de activiteit van protonen ( $H^+$  ionen, uitgedrukt als pH) te meten. Deze methoden verschillen in de mate waarin protonen worden losgemaakt van de bodemmatrix. Extractie met KCl maakt bijvoorbeeld ook protonen los van het adsorptiecomplex waardoor een hogere  $H^+$ -activiteit en dus een lagere pH-gemeten wordt dan bij extractie met water (pH- $H_2O$ ). Daarom is het bij het beoordelen van pH-waarden altijd essentieel om te weten hoe deze gemeten is. Omdat in een aantal bodemmonsters de zuurgraad volgens twee of meer extractiemethoden gemeten is, konden wij deze ook onderling vergelijken (§ 3.4). Ook hierbij bleek dat het betrekken van organischestof- en lutumgehalte een verbetering van het significantieniveau van de modellen geeft.

Omdat de zuurbuffer in kalkloze bodems vooral bepaald wordt door de uitwisseling van protonen ( $H^+$ ) en basische kationen (vooral  $Ca^{2+}$ , maar ook  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  en  $K^+$ ) aan negatief geladen bodemdeeltjes (organische stof en lutum), is de bezetting van het kationadsorptiecomplex (CEC) met calciumionen of alle basische kationen samen (calciumverzadiging of basenverzadiging) een goede maat voor de zuurbuffer in de bodem. Daarom hebben wij voor pH-Veld en pH-KCl lineaire regressieanalyses uitgevoerd met de calciumverzadiging en basenverzadiging (§ 3.5). Ook hierbij bleek dat de beste relaties gevonden worden in meervoudige regressie met organischestofgehalte en in mindere mate met lutumgehalte.

### Indeling pH-profieltypen

De in Hoofdstuk 3 afgeleide relaties hebben wij ook gebruikt om referentiewaarden van pH-KCl en pH- $H_2O$  voor zuurklassen zoals die gebruikt worden bij ecologische interpretaties te vertalen naar referentiewaarden voor pH-Veld (Tabel 4.1) en dat toe te passen in de sleutel voor de pH-profieltypen (Tabel 4.2). In deze sleutel wordt in drie diepteklassen de maximale of gemiddelde pH-Veld vergeleken met deze referentiewaarden en wordt beoordeeld of deze mogelijk beïnvloed wordt door grondwater.

Een belangrijk onderdeel bij het afleiden van pH-profieltypen is het beoordelen van mogelijke grondwaterinvloed op de zuurgraad van de wortelzone. Daarbij gaan wij ervan uit dat indien er gedurende het hele jaar capillaire nalevering vanuit het grondwater kan plaatsvinden, grondwaterinvloed mogelijk is. Dat hangt af van de kritieke Z-afstand (of kritieke stijghoogte). Dit is de maximale afstand tussen grondwater en de onderkant van de effectieve wortelzone, waarover een bepaalde flux (2 mm/dag) nog mogelijk is. Hiervoor hebben wij berekeningen uitgevoerd waarbij de horizonten in de profielbeschrijvingen vertaald worden naar bouwstenen van de Staringreeks en vervolgens op basis van bodemfysische eigenschappen uit BOFEK wordt uitgerekend tot welke hoogte boven GLG-niveau een flux van 2 mm/dag verwacht kan worden (§ 4.2.1).

Voor het verwerken van veldgegevens over bodem-, humus- en pH-profielen werken wij bij WENR met ProVIVis: een toepassing om 'Profielen te Verwerken, Interpretieren en Visualiseren'. Deze toepassing bestaat uit een verzameling R-scripts waarin wij de berekening van de kritieke Z-afstand en de aangepaste sleutel hebben opgenomen. De statistische vergelijking van de pH-Veld in verschillende landschapsecologisch relevante kenmerken in Hoofdstuk 5 hebben wij ook met ProVIVis uitgevoerd.

Hoewel de methode met nieuwe referentiewaarden, aangepaste criteria en berekening van kritieke Z-afstand sterk verbeterd is, zijn er nog verbeteringen mogelijk die in het kader van dit project niet opgelost konden worden:

- Er zijn voorstellen gedaan rond een meer geleidelijke overgang tussen profielen met en zonder grondwaterinvloed, bijvoorbeeld met meervoudige logica (§ 4.5.1).
- Door te werken met maximale en gemiddelde pH-waarden kan het bereik van de pH-waarden in een diepteklasse vrij breed zijn, waardoor uiteenlopende profielen in hetzelfde pH-profieltype ingedeeld worden. Daar zou ook met andere criteria gewerkt kunnen worden, zoals de helling waarmee de zuurgraad verandert of de diepte waarop een grenswaarde wordt overschreden. Ook de vorm van die helling, hol of bol, zou extra informatie kunnen geven. Ook hier zou een benadering met meervoudige logica overwogen kunnen worden (§ 4.5.2).
- De zuurgraad in door grondwater beïnvloede profielen wordt mede bepaald door de chemische samenstelling van het grondwater, ofwel de grondwaterkwaliteit. Deze kan bepaald worden door analyse van watermonsters en/of de interpretatie van metingen van pH- en EGV van het water in het boorgat (§ 4.5.3). Door deze kenmerken in de beoordeling te betrekken, kan een betere onderbouwing van het pH-profieltype gekregen worden.

---

## pH-profieltypen in landschapsecologische context

Met de beschikbare gegevens en de aangepaste methode konden wij in Hoofdstuk 5 met ProVIVis analyses uitvoeren naar de relatie tussen pH-profielen en landschapsecologisch relevante kenmerken, zoals de eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart of Humusvormen. Per kenmerk hebben wij met een paarsgewijze t-toets onderzocht of de gemiddelde pH-waarden in drie diepteklassen significant van elkaar verschillen tussen de eenheden. Voor paren die een significant verschil laten zien ( $p < 0.05$ ), hebben wij beoordeeld of dat verschil ook relevant ( $\geq 0.5$ ) is. Als beide het geval is, concluderen wij dat er een verschil is voor de pH-Veld tussen de eenheden. Naast deze verschillen rapporteren wij in Bijlage 3 de bandbreedte van pH-Veld in de drie diepteklassen voor elke eenheid. In § 5.2 rapporteren wij dan de gevonden verschillen per landschapsecologisch kenmerk, waarbij de significante en relevante verschillen tussen eenheden besproken worden in de context van het landschap en de procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de eenheden toegelicht wordt.

Hoewel Bodemgebruik in § 5.2.1 slechts in vier klassen is vergeleken, waarbij geen onderscheid gemaakt kon worden tussen natuurgasland en agrarisch grasland en ook in de natuurterreinen een breed scala aan groeiplaatsen is opgenomen, komen hier toch duidelijke verschillen uit. Omdat grasland vaker voorkomt op nattere, van nature rijkere bodems vinden wij hier toch relatief vaker kwelprofielen, terwijl de andere vormen van bodemgebruik vaker op infiltratieprofielen voorkomen. Daarbij is de pH in bovengrond van bouwland vaak kunstmatig hoog.

Voor de vergelijking van Bodemeenheden in § 5.2.2 beperken wij ons vanwege het grote aantal eenheden tot Bodemklassen. Hier zien wij een duidelijke relatie tussen kwelprofielen, eventueel met een neerslaglens bij veengronden, moerige gronden en een deel van de kalkloze zandgronden die op nattere groeiplaatsen voorkomen en infiltratieprofielen onder podzolgronden, enkeerdgronden en het drogere deel van de kalkloze zandgronden. Bij bodems met van nature een hoger kalkgehalte in het moedermateriaal en een goede capillaire nalevering komen kwelprofielen voor die gebaseerd zijn op een grote kritieke Z-afstand en hoge pH-waarden in de bovengrond. Dat gaat op voor de zeekleigronden, oude kleigronden en een deel van de leemgronden. Bij andere bodemklassen is de verdeling meer afhankelijk van de positie in het landschap die binnen de klasse kan variëren.

Verschillen tussen Grondwatertrappen zijn wel gerapporteerd in Bijlage 3, maar niet besproken in § 0. Daar beperken wij ons tot de verschillen in zes gradaties voor de ontwateringstoestand, gebaseerd op een klasse-indeling van de GHG. Hoewel alleen de droogste twee klassen (OT\_1 en OT\_2) significant en relevant verschillen ten opzichte van de vier nattere klassen (OT\_3 t/m OT\_6), zien wij de gradiënt van droog naar nat wel duidelijk terug in de verdeling van pH-profieltypen over de klassen, waarbij een verschuiving optreedt van vrijwel alleen (zure) infiltratieprofielen bij OT\_1 naar voornamelijk kwelprofielen bij OT\_6.

In § 5.2.4 zijn de pH-profielen binnen de Fysisch-Geografische eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart (LBK) vergeleken. Het betreft een hiërarchische indeling die wij bespreken op het hoogste niveau van zes Fysisch-Geografische (FG) Regio's. In Bijlage 3 zijn ook de verschillen voor de lagere niveaus opgenomen en waar nodig zijn deze ook besproken. Verreweg het grootste aantal profielen is beschreven binnen de FG-Regio Hz – '*Hogere zandgronden*', welke ook de grootste oppervlakte vertegenwoordigt op de LBK en door een grote variatie in groeiplaatsen verder is onderverdeeld naar FG-Secties, FG-Series en FG-Typen dan in de andere FG-Regio's. De gemiddelde waarden van pH-Veld liggen hier lager dan in andere FG-Regio's, vooral ten opzichte van '*Heuveland*' (HI), waar dan ook de hoogste waarden gevonden worden. De hogere waarden in HI verschillen over het algemeen alleen in de bovengronden ten opzichte van de overige FG-Regio's LV – '*Laagveengebieden*', Ri – '*Rivierengebied*', Zk – '*Zeekleigebied*' en Du – '*Duin- en kustzandgebied*'. Voor Lv, Ri, Zk en Du worden onderling geen significante verschillen gevonden.

Omdat de afbraak en omzetting van organische stof uit strooisel, wortels, andere plantenresten en dode dieren voor een belangrijk deel bepaald worden door de vochttoestand en de zuurgraad van de bodem, verwachten wij een relatie tussen humusvormen en pH-Profielen. Deze hebben wij in § 5.2.5 besproken. Deze relatie is duidelijk aanwezig bij de mull- en mullmoder-humusvormen, waar omzetting van organisch materiaal geheel in de bodem plaatsvindt en daardoor afhankelijk is van eigenschappen van die bodem. Naarmate de omstandigheden in de bodem minder gunstig worden door zuurdere, drogere of juist zeer natte groeiplaatsen, verschuift de omzetting van organische stof naar de strooisellaag, wortelmat of veenlaag en

---

worden eigenschappen van de onderliggende bodem minder bepalend. Dat zien wij dan ook terug in de vergelijking van pH-profielen tussen humusvormen.

### **Toepasbaarheid van pH-profieltypen**

Het opnemen van pH-profielen biedt een praktische en snelle methode om meer inzicht te krijgen in het functioneren van een (potentiële) groeiplaats, aanvullend bij de beschrijving van bodem, grondwaterstandverloop en humusprofiel. Dit is van belang voor terreinbeheerders, adviesbureaus en anderen die hierbij betrokken zijn om goede keuzes te maken bij inrichting en beheer van natuurterreinen. Het kan ook helpen bij het extrapoleren van ecohydrologische informatie die vaak alleen op een beperkt aantal meetpunten verzameld wordt, binnen kaartvlakken of transecten (zie § 4.5.3). Binnen het onderzoeksprogramma voor de Basisregistratie Ondergrond (BRO) wordt gewerkt aan het opnemen van pH-profielen als attribuut bij profielbeschrijvingen, waardoor deze gegevens ook breder beschikbaar komen. De informatie uit dit rapport kan dan helpen bij de interpretatie.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en achtergrond

'Wat is de zuurgraad van deze bodem?' Dat is een vraag die vaak gesteld wordt als het gaat om het beoordelen van een locatie als groeiplaats voor verschillende natuurtypes. Daarmee wordt dan de zuurgraad in de wortelzone bedoeld, omdat dat het milieu is waar planten in wortelen en waar de meeste bodembioologische activiteit plaatsvindt, wat ook weer bepalend is voor de organischestofkringloop en daarmee de nutriëntenbeschikbaarheid. De zuurgraad beïnvloedt daarmee zowel de ontwikkeling van de beworteling als de chemische en biologische beschikbaarheid van nutriënten en is daardoor een zeer belangrijk bodemkenmerk om groeiplaatsen te typeren (CBAV, 2021). De zuurgraad wordt bepaald door een aantal factoren:

- zuurbufferend vermogen van het moedermateriaal (kalkgehalte, CEC);
- aanvoer van bicarbonaat en basen in kwelgevoede bodems;
- oplossen van kalk en uitspoeling van basen door infiltrerend neerslagwater bij infiltratieprofielen;
- het verdringen van gebufferd grondwater door accumulatie van neerslagwater in regenwaterlenzen;
- zuurproductie in de bodem door vorming van humuszuren bij de afbraak van organisch materiaal en in specifieke situaties oxidatie van pyriet;
- redoxtoestand in de bodem bij zeer natte gronden;
- zuurinvoer door atmosferische depositie van stikstof en, vooral in de 20<sup>ste</sup> eeuw, zwavel;
- kunstmatige aanvoer van bufferende stoffen zoals bij bekalking in de landbouw en in sommige natuurherstelmaatregelen. In dat verband wordt ook het toedienen van steenmeel steeds vaker overwogen (Weijters e.a., 2018; De Vries e.a., 2019).

Een pH-bepaling van de bovengrond geeft dus inzicht in de zuurgraad van de standplaats, wat ook een belangrijke factor is bij het beoordelen van de abiotische randvoorwaarden voor natuurdoelen (LNV, 2008; Runhaar e.a., 2009; Runhaar & Hennekens, 2014). Dit geeft echter geen inzicht in de mogelijkheid om te voorkomen dat zuurgraad onder of boven kritische niveaus komt of van de mogelijkheden de zuurgraad te verbeteren, bijvoorbeeld door herstel van de hydrologische randvoorwaarden (Kemmers e.a., 2011; Besselink e.a., 2017). Daarvoor geeft een ecohydrologische systeemanalyse een beter inzicht (Jalink e.a., 2016; Pals e.a., 2016; De Mars e.a., 2017; Van Delft e.a., 2017). Als onderdeel van zo'n analyse, of als eerste indicatie wanneer een uitgebreidere ecohydrologische systeemanalyse niet beschikbaar is, kan het opnemen van pH-profielen bij bodemprofielbeschrijvingen een indruk geven van het zuurbuffersysteem (zuurbuffer moedermateriaal, uitloging) en de positie in het ecohydrologische veld (tussen infiltratie en kwel). Binnen een Landschapsecologische systeemanalyse (LESA), waarvan een ecohydrologische systeemanalyse deel kan uitmaken, geeft dit op boorpuntniveau een goede indicatie van de hydrologische positie en daarmee een verfijning van de overige abiotische informatie (geomorfologie, bodem en hydrologie). Omdat het opnemen van pH-profielen in het veld eenvoudig is uit te voeren, is het een snelle manier om, in combinatie met andere profielinformatie en eventueel grondwaterkwaliteitsgegevens, een indruk te krijgen van de actuele ecohydrologische positie en/of mate van verzuring. Om die reden worden door WENR al een groot aantal jaren pH-profielen opgenomen bij bodemprofielen. Ook door andere organisaties worden pH-profielen beschreven om een indruk te krijgen van de hydrologische positie (o.a. Unie van Bosgroepen, Eelerwoude, HaskoningDHV) en wordt deze informatie in een recentelijk afgesloten raamcontract van provincie Gelderland expliciet gevraagd.

Vanwege de indicatieve waarde van pH-profielen worden deze vaak opgenomen in bodemonderzoek in natuur(ontwikkelings)gebieden. Met aanvullende informatie kan met behulp van een sleutel een classificatie toegepast worden om pH-profieltypen te onderscheiden die een indicatie geven van de toestand van de zuurbuffer op de beschreven locatie. Bij profielbeschrijvingen die WENR in natuurgebieden en natuurontwikkelingsgebieden uitvoert, wordt al jaren de bodemzuurgraad opgenomen in pH-profielen, waarbij op een aantal dieptes de pH bepaald wordt met indicatorstrips. Voor gebieden met (potentiële) kwelinvloed blijkt het verloop van de zuurgraad met de diepte (van maaiveld tot ca. GLG-niveau) een goede

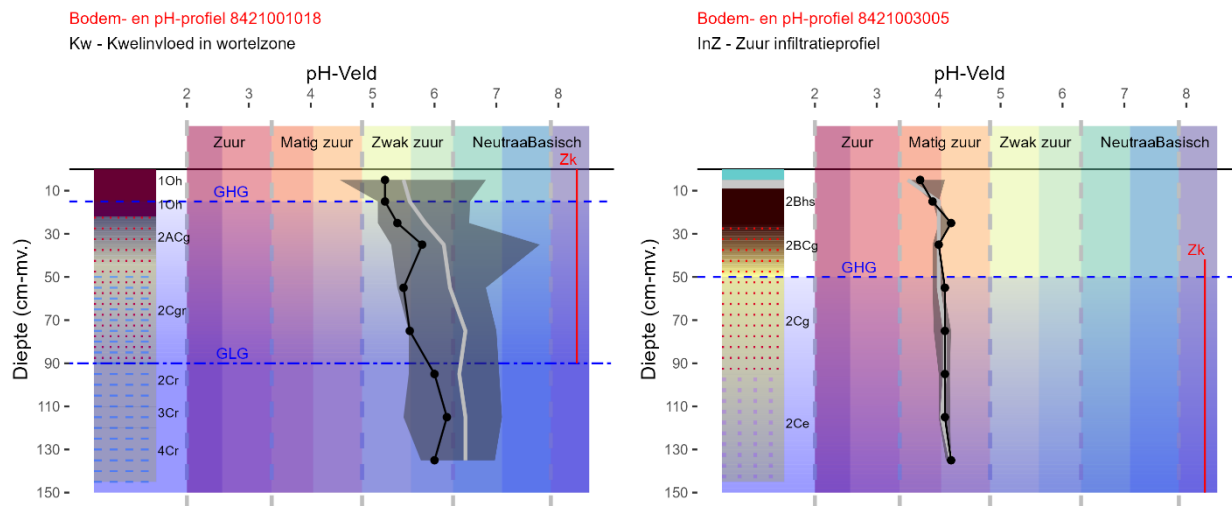
indicatie te geven voor kwelinvloed in de wortelzone of het voorkomen van neerslaglenzen (Van Delft e.a., 2017; Van Delft, 2018; Van Delft e.a., 2019). Dat is een belangrijk kenmerk voor het beoordelen van standplaatsen voor natuurlijke vegetaties en potenties bij natuurontwikkeling.

Het blijkt dat de pH-profielen ook bij drogere standplaatsen inzicht kunnen geven in de natuurlijke zuurbuffer van het moedermateriaal en de mate waarin uitloging van de bovenste lagen voor verzuring gezorgd heeft (zie o.a. Bijlsma e.a., 2020a, b). De pH in de C-horizont beschouwen we dan als indicatief voor de zuurgraad van het moedermateriaal. In ondiepere lagen is deze vaak gedaald als gevolg van bodemvormende processen. In kalkrijk moedermateriaal zal dan altijd eerst de kalk oplossen, waarna de zuurgraad toeneemt en de pH daalt.



**Figuur 1.1** Veldbepaling van pH met indicatorstrookjes. Deze worden in de grond gestoken waarna de grond nat gemaakt wordt met demi-water. Na enige tijd kan de pH worden afgelezen aan de verkleuring. De schaal kent stappen van een halve pH-eenheid. Tussentijdse waarden kunnen op 0.1 eenheid geschat worden. De gebruikte strookjes hebben een bereik van pH = 2.0 tot 9.0.

Voor het interpreteren van de pH-profielen is bij WENR een sleutel opgesteld die de pH-waarden in verschillende diepteklassen ten opzichte van de GLG beoordeelt en waarmee het pH-profiel kan worden ingedeeld bij een pH-profielklasse (zie § 4.4 en Figuur 1.2). Sinds 2009 wordt deze methode toegepast (Van Delft & Brouwer, 2009) en sindsdien ook verder ontwikkeld. Inmiddels is een groot aantal pH-profielen beschreven door heel Nederland en Vlaanderen op locaties waar in elk geval ook het bodemprofiel beschreven is en in een aantal gevallen ook analyseresultaten van bodemonsters (pH, basenverzadiging) en waterkwaliteitsgegevens bekend zijn. Daarnaast zijn vaak ook gegevens beschikbaar over de locatie (Fysisch-Geografische positie, beheer, vegetatietype etc.).



**Figuur 1.2** Voorbeelden van twee pH-profielen. De zwarte lijn met punten laat het verloop van de zuurgraad in het profiel zien, het grijze vlak de spreiding (5-95%-percentiel) en de grijze lijn de mediaan voor het pH-verloop in de pH-profielklasse binnen het betreffende project, links gebaseerd op 18 profielen en rechts op 5 profielen.

## 1.2 Probleem en doel

De beschikbare gegevens over pH-profielen in combinatie met bodemkundige profielbeschrijvingen, analyseresultaten van bodemonsters en waterkwaliteitsgegevens maken het mogelijk een verdere onderbouwing te geven aan de methode en sleutel om pH-profieltypen te onderscheiden en om referentiewaarden af te leiden voor verschillende vegetaties. Daarnaast ontbreekt tot nu toe een goede beschrijving van de methode en van de toepassingsmogelijkheden, die ertoe kunnen bijdragen dat de methode breder inzetbaar is. Binnen het onderzoeksprogramma BRO-bodem wordt gewerkt aan het opnemen van pH-profielen als attribuut bij profielbeschrijvingen, waardoor deze gegevens ook breder beschikbaar komen. De informatie uit dit rapport kan dan helpen bij de interpretatie. Het doel van dit onderzoek is dan ook om de gegevens nader uit te werken en de methode met haar toepassingsmogelijkheden te beschrijven en te onderbouwen.

Om tot een onderbouwing van de methode van pH-profieltypering te komen, hebben wij de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Wat is de indicatieve waarde van pH-profielen voor het inschatten van de hydrologische positie en status van de zuurbuffer in (potentiële) groeiplaatsen voor natuurlijke vegetaties?
2. Hoe verhoudt de in het veld met indicatorstrookjes bepaalde pH zich tot laboratoriumbepalingen van bodem-pH (pH-KCl, pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-Sr en pH-NaCl) en is er daarbij een relatie met bijvoorbeeld organischestof- of lutumgehalte?
3. Wat kunnen wij zeggen over de relatie van de pH met basenverzadiging als indicatie voor de zuurbuffer in kalkloze bodems?
4. Wat is de verdeling van pH-profieltypen over diverse landschapsecologisch relevante kenmerken zoals:
  - a. grondgebruik: agrarisch, bos, korte natuurlijke vegetaties;
  - b. bodemtypen;
  - c. grondwaterstandverloop;
  - d. Fysisch-Geografische Eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart;
  - e. humusvormen?

---

## 1.3 Opbouw van het rapport

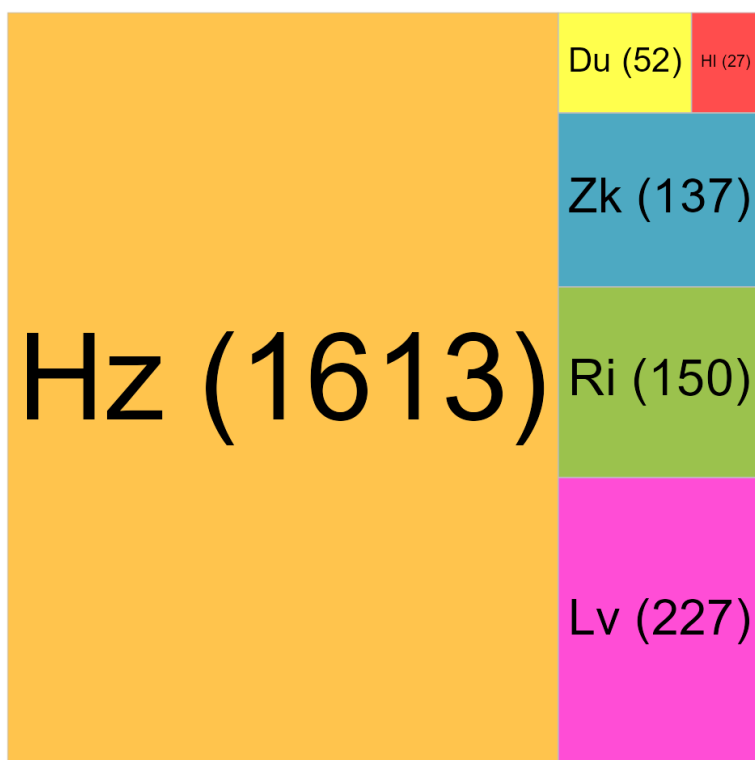
Om de onderzoeksvragen uit § 1.2 te kunnen beantwoorden, hebben wij zo veel mogelijk gegevens van boringen met pH-profielbeschrijvingen en bodemmonsters verzameld en samengevoegd in basisbestanden. Hierop zijn de analyses en enkele eerste overzichten gebaseerd (Hoofdstuk 2). Vervolgens beschrijven we in Hoofdstuk 3 hoe de in het veld bepaalde pH-waarden zich verhouden tot laboratoriummetingen en in hoeverre diverse pH-bepalingen in het laboratorium vergelijkbaar zijn met elkaar. In Hoofdstuk 4 houden we de bestaande methode om het verloop van de zuurgraad met de diepte te vertalen naar pH-profieltypen kritisch tegen het licht en passen we een verbeterde berekening van de kritieke Z-afstand toe. Daarbij besteden we in § 4.5.3 ook kort aandacht aan mogelijkheden om grondwaterkwaliteitsgegevens uit de boorgaten bij de analyse te betrekken. Dit is niet in de sleutel opgenomen, maar kan wel goed dienen als onderbouwing of nuancering van de conclusies op basis van het pH-profiel. Om een indruk te krijgen van kenmerkende pH-profieltypen binnen verschillende landschapsecologisch relevante kenmerken, geven we in Hoofdstuk 5 een overzicht van pH-profieltypen binnen o.a. Fysisch-Geografische Eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart en klassen voor grondgebruik en humusvormen. De conclusies over de toepasbaarheid van pH-profielen als indicator zetten we in Hoofdstuk 6 op een rijtje.

## 2 Beschikbare gegevens

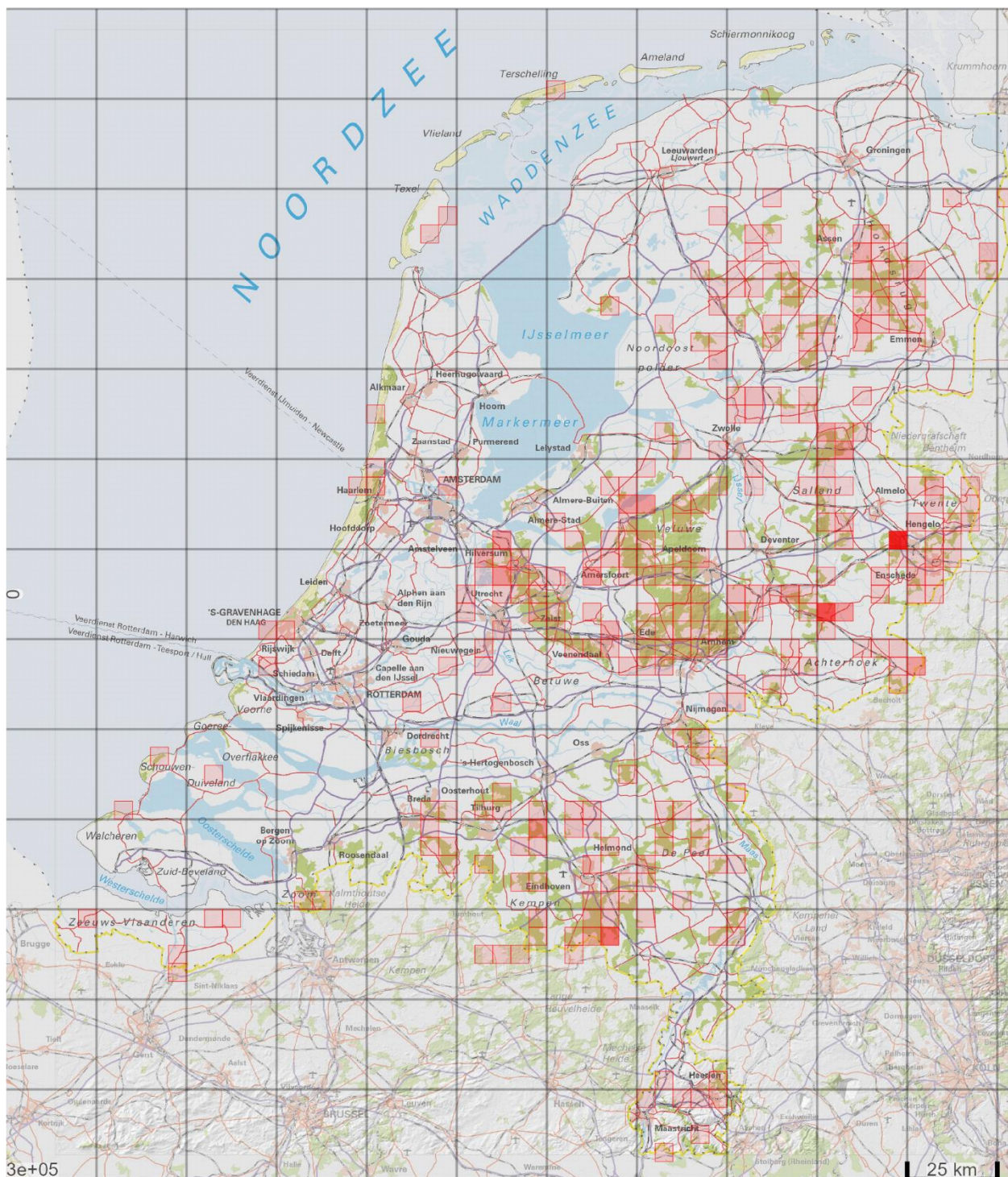
Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de gegevens die we voor dit onderzoek hebben kunnen achterhalen uit een groot aantal projecten waar door WENR pH-profielen beschreven zijn. Deze gegevens hebben we verzameld in enkele basisbestanden waar de verdere analyse op is gebaseerd.

### 2.1 Overzicht van aantallen

Er zijn profielbeschrijvingen van 2.538 boringen verzameld, waarbij 17.347 veldbepalingen van pH gedaan zijn. Onderdeel van deze set vormen de gegevens van 2.717 bodemonsters waaraan laboratoriummetingen van pH gedaan zijn en in een aantal gevallen ook andere relevante metingen (humus, CEC, basenbezetting). Al deze gegevens zijn gecontroleerd en tezamen in een Excelbestand opgeslagen voor de verdere analyse. De geografische ligging van de profielen en de verdeling over Fysisch-Geografische Regio's van de Landschappelijke Bodemkaart (Van Delft & Maas, 2022) staan in Figuur 2.1 en Figuur 2.2. De meeste liggen binnen de hogere zandgronden, de andere Fysisch-Geografische Regio's zijn minder goed vertegenwoordigd (zie ook Figuur 5.5). Naast 2234 boringen in Nederland zijn er 293 uit België en 11 uit Slowakije.



**Figuur 2.1** Verdeling van het aantal pH-profielen over de Fysisch-Geografische Regio's in Figuur 5.5.

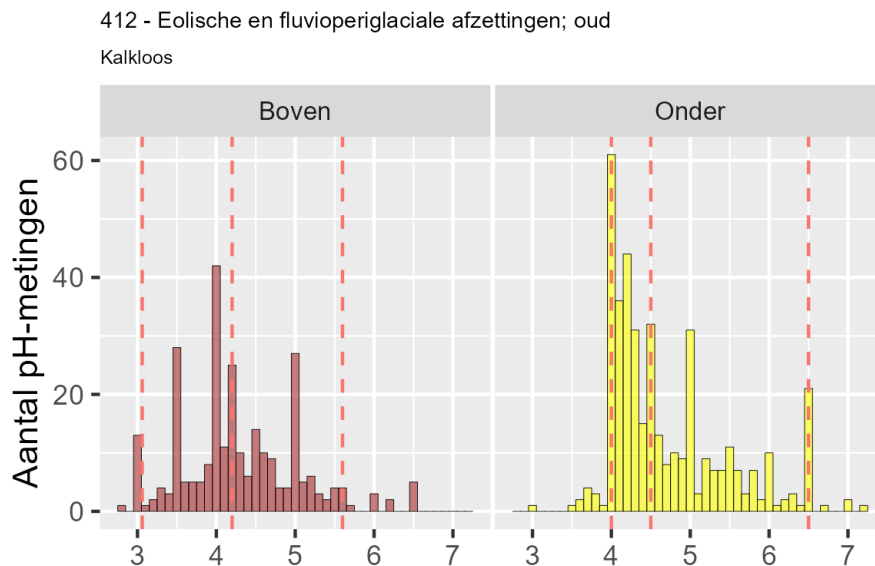


**Figuur 2.2** Ruimtelijke verdeling van de locaties waarvan profielen zijn gebruikt. De locaties zijn weergegeven in hokken van 5 x 5 km. De intensiteit van de rode kleur wordt bepaald door het aantal locaties (1-168) binnen een hok. Bron achtergrond: Pdok.nl BRT Topografie - top1000raster.

## 2.2 pH-ranges in moedermateriaal

Een belangrijk uitgangspunt is dat in ondergronden (C-horizonten) de eigenschappen van het moedermateriaal min of meer onveranderd zijn, terwijl hoger in het profiel door bodemvorming de zuurgraad vaak is toegenomen, waardoor daar lagere pH-waarden gevonden worden. Om hier meer inzicht in te krijgen, hebben wij voor alle pH-bepalingen bepaald wat het geologische materiaal is van de horizont waarin de meting is gedaan en of deze meting in de bovengrond of in de ondergrond gedaan is. Alle C-horizonten

hebben wij als ondergrond (moedermateriaal) beschouwd, de overige horizonten als bovengronden waarin bodemvorming heeft plaatsgevonden. De gebruikte codes voor geologie komen overeen met de codes in de bodemprofielbeschrijvingen (zie ook Bijlage 1, Ten Cate e.a., 1995a; Van Delft e.a., 2006). In Bijlage 2 hebben wij voor alle geologische pakketten de verdeling van pH-waarden opgenomen, uitgesplitst naar kalkklasse en deel van het profiel. Dat hebben wij samengevat in een tabel in Bijlage 1 en een serie histogrammen, waarvan een voorbeeld is opgenomen in Figuur 2.3. In de tabel in Bijlage 2 geven wij de spreiding aan met percentielen (5, 50 en 95) voor pH-Veld. Daarbij hebben wij pH-Veld ook omgerekend naar een voorspelde waarde voor pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O volgens de vergelijkingen in § 3.3. Hierbij hebben wij ook de veldschattingen van lutum en organische stof gebruikt en hebben wij dezelfde percentielen berekend voor de voorspellingen van pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O.



**Figuur 2.3** Voorbeeld van de verdeling van de pH-waarden in veldbepalingen in kalkloos oud dekzand (GEO\_FOR\_C = 412). De rode stippellijnen geven de spreiding aan met van links naar rechts het 5-, 50- en 95-percentiel. De mediane waarde (50<sup>ste</sup> percentiel) voor oud dekzand zonder bodemvorming is dan ca. 4.5 met een spreiding van 4.0 tot 6.5. In de bovengronden is door bodemvorming de mediane waarde gedaald naar 4.2 en de spreiding van 3.1 tot 5.6. Voor de overige geologische pakketten verwijzen wij naar Bijlage 2.

---

## 3 Relaties veld-laboratorium

### 3.1 Achtergrond

Dit rapport beschrijft vooral het gebruik van pH-indicatorstrookjes bij veldbepalingen van de bodemzuurgraad. Dit is een eenvoudige, snelle methode om het verloop van de zuurgraad met de diepte in beeld te brengen. Mogelijk is de methode wel minder betrouwbaar en minder nauwkeurig dan pH-metingen in het laboratorium. Het betreft een visuele interpretatie van de verkleuring van indicatorstrookjes en de omstandigheden in het veld zijn minder gestandaardiseerd dan in het laboratorium. De hoeveelheid gedemineraliseerd water die gebruikt wordt om de grond te bevochtigen, kan ook verschillen tussen metingen. In sommige grondsoorten zoals klei wordt niet altijd een goed contact gemaakt tussen de bodem en het reactieve strookje. Ook komt het voor dat de bodem kleur 'afgeeft', bijvoorbeeld in sterk humeuze of ijzerrijke grond, waardoor het lastiger kan zijn om de verkleuring goed te beoordelen. Deze factoren kunnen van invloed zijn op de resultaten. Daarnaast zijn er ook verschillen in de gevonden waarden die verband houden met de sterkte van de extractie, waardoor de  $H^+$ -activiteit in het laboratoriumextract en dus de gemeten pH kan verschillen. Hiermee zullen zowel de veldbepalingen als de verschillende laboratoriummetingen van pH nooit een-op-een met elkaar overeenkomen. Het is dan wel van belang te weten hoe deze waarden zich tot elkaar verhouden. In de praktijk blijkt dat verschillende pH-bepalingen door elkaar gebruikt worden zonder te vermelden volgens welke methode de pH-bepaling gedaan is (zie ook Figuur 3.1).

In de bodemkunde is een pH-KCl-bepaling het gebruikelijkst, omdat deze door het jaar heen, in verschillende seizoenen, een stabiel beeld geeft van de bodemzuurgraad. In de KCl-extractie, waarbij ook de ionen van het adsorptiecomplex worden verdreven, worden relatief veel waterstofionen gemobiliseerd. Dit wordt ook wel de potentiële zuurgraad genoemd (Ecopedia, 2021). Bij pH-KCl worden in het zure traject ook  $Al^{3+}$ -ionen van het adsorptiecomplex verdreven. Die gaan complexen aan met  $OH^-$ -ionen, waardoor de activiteit van  $H^+$  toeneemt en de pH dus daalt. In vergelijking met minder sterke extractiemethoden, zoals pH- $H_2O$ , resulteert dit in wat lagere pH-waarden in het zuurdere traject.

In de ecologie wordt ook wel een water-extractie gebruikt om de zuurgraad te meten (pH- $H_2O$ ). Het idee daarbij is dat dit meer overeen zou moeten komen met de pH van het grondwater en dat de zuurgraad gemeten wordt van het medium waar de planten in wortelen. Deze maat is echter minder stabiel dan pH-KCl en houdt ook minder rekening met de interactie van plantenwortels met de bodem.

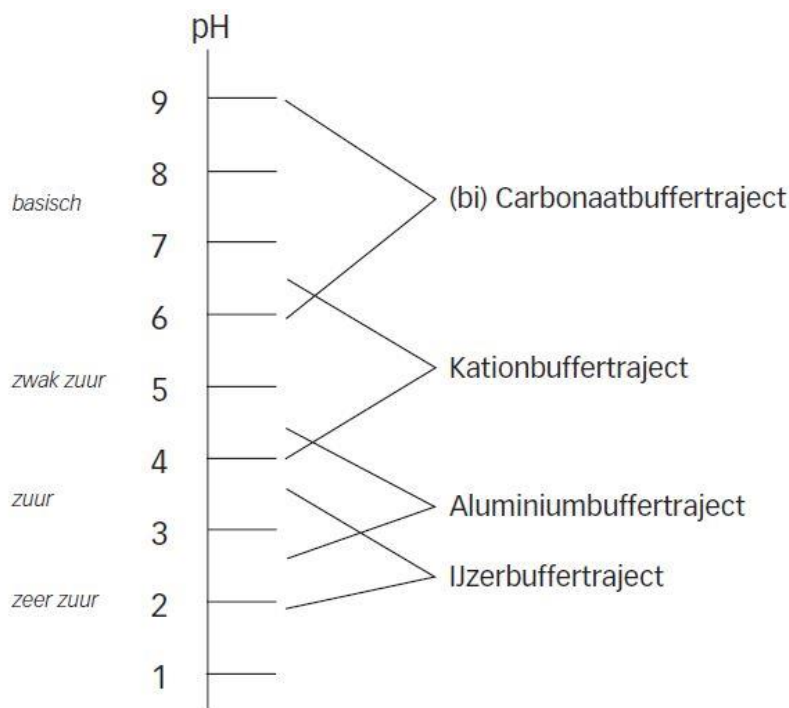
Naaste deze standaardmethoden worden door sommige onderzoekers ook andere extractiemethoden gebruikt om de pH te meten. Zo wordt pH- $CaCl_2$  gemeten in een 0.01M  $CaCl_2$ -oplossing waarmee ook een belangrijk deel van de kationen van het adsorptiecomplex wordt verdreven, maar minder sterk dan bij pH-KCl (De Mars e.a., 2017). Andere onderzoekers gebruiken ook wel een 0.2 M NaCl-oplossing om de pH-NaCl in te meten (o.a. Weijters e.a., 2015, 2018). Verder kan ook een strontiumchloride-extractie worden toegepast waar 0.2 M  $SrCl_2$  wordt gebruikt om de pH-Sr in te meten.

Over het algemeen is pH-KCl ca. één pH-eenheid lager dan pH- $H_2O$  (Kabala e.a., 2016; Kogge Kome e.a., 2018; Wang e.a., 2019; CBAV, 2021). pH- $CaCl_2$  is 0.5 tot 0.8 eenheid lager dan pH- $H_2O$  en daarmee dus iets hoger dan pH-KCl (Ecopedia, 2021). Hoe de pH-NaCl- en de pH-Sr-bepaling zich verhouden tot andere extractiemethoden is onduidelijk. Alternatieve methoden als pH- $CaCl_2$  of pH-NaCl worden vaak gebruikt om pragmatische redenen, omdat de extractie toch al uitgevoerd wordt om bijvoorbeeld de beschikbaarheid van nutriënten te meten. Maar als de verhouding tot de standaardmethoden pH-KCl (bij voorkeur) of pH- $H_2O$  niet bekend is, is het ook niet goed mogelijk de gevonden pH-waarden te interpreteren, omdat referentiewaarden meestal opgegeven worden als pH-KCl of pH- $H_2O$  (LNV, 2008; Runhaar e.a., 2009; Runhaar & Hennekens, 2014). Tabel 3.1 geeft de zuurklassen die bij de beoordeling van de abiotische randvoorwaarden voor N2000-habitattypen worden gehanteerd, met hun referentiewaarden voor pH- $H_2O$  en pH-KCl. In § 3.3 hebben wij de relatie tussen deze gemeten pH-waarden en de met indicatorstrookjes bepaalde pH-Veld onderzocht. Daarmee zijn in Tabel 4.1 referentiewaarden voor pH-Veld afgeleid.

**Tabel 3.1** Referentiewaarden voor de zuurklassen bij verschillende methoden van pH-bepaling, zoals gehanteerd voor de randvoorwaarden voor N2000-habitattype (Runhaar e.a., 2009; Runhaar & Hennekens, 2014).

| Zuurklasse | Naam         | pH-H <sub>2</sub> O | pH-KCl  |
|------------|--------------|---------------------|---------|
| 1          | Basisch      | > 7.5               | > 7.5   |
| 2a         | Neutraal A   | 7-7.5               | 6.8-7.5 |
| 2b         | Neutraal B   | 6.5-7               | 6.1-6.8 |
| 3a         | Zwak zuur A  | 6-6.5               | 5.5-6.1 |
| 3b         | Zwak zuur B  | 5.5-6               | 4.8-5.5 |
| 4a         | Matig zuur A | 5-5.5               | 4.1-4.8 |
| 4b         | Matig zuur B | 4.5-5               | 3.5-4.1 |
| 5a         | Zuur A       | 4-4.5               | 2.8-3.5 |
| 5b         | Zuur B       | < 4                 | < 2.8   |

In dit hoofdstuk hebben we aan de hand van de uitgebreide dataset (zie Hoofdstuk 2) onderzocht hoe de veldbepalingen van pH zich verhouden tot de laboratoriummetingen (§ 3.3) en hoe de verschillende laboratoriumbepalingen zich onderling verhouden (§ 3.4). In § 3.5 hebben we aanvullend de relatie met de basenbezetting bepaald.



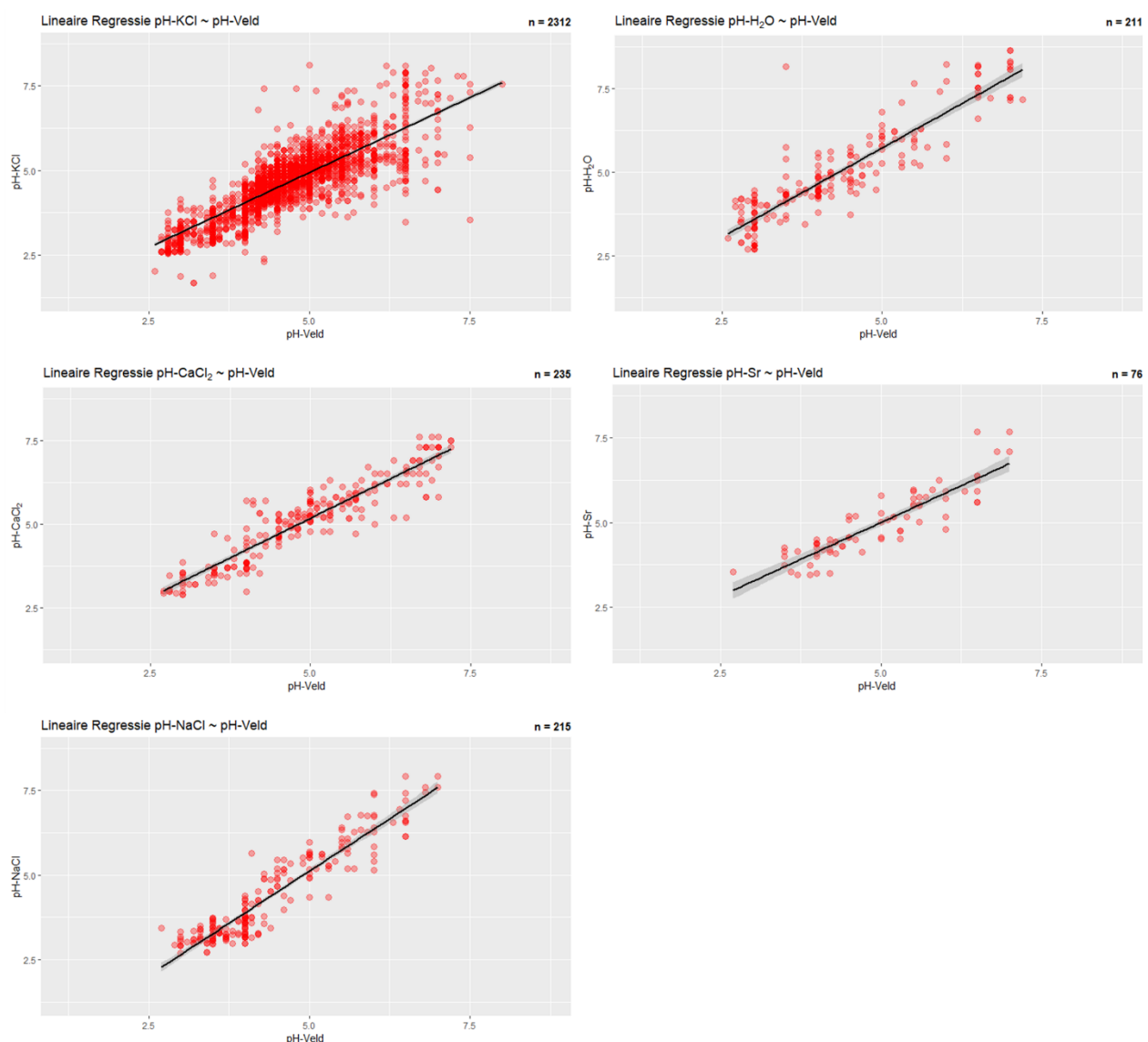
**Figuur 3.1** Buffertrajecten in de bodem. Zie <https://www.natuurkennis.nl/themas/bodem/bodem/bodemeigenschappen/>. De website vermeldt niet welke bodem-pH bedoeld wordt, waarschijnlijk pH-H<sub>2</sub>O.

Bij de vergelijking van de veld-pH met de laboratoriummetingen hebben we ook onderzocht of organische stof en lutum van invloed zijn op deze relatie. De zuurbuffer in het kationbuffertraject (pH-H<sub>2</sub>O 4.0-6.5) wordt vooral bepaald door de grootte van de kationomwisselcapaciteit (CEC). Dit is het vermogen van de bodem om aan licht negatief geladen bodemdeeltjes kationen te binden via adsorptie. Dit betreft lutum- en organischestofdeeltjes. Daarom is er een sterke relatie tussen de CEC en het gehalte lutum en organische stof. In § 3.3 hebben wij daarom onderzocht of deze gehalten bijdragen aan de relatie tussen veld-pH en laboratoriummetingen. Hiervoor hebben we de veldschattingen gebruikt in de profielbeschrijvingen die bij de pH-profielen horen. Organische stof is altijd geschat, in sommige oudere profielbeschrijvingen is het lutumgehalte alleen geschat in kleigronden. In die gevallen is voor zandgronden op basis van de gemiddelde verdeling in textuurdriehoeken een inschatting gemaakt van het lutumgehalte uit het leemgehalte.

## 3.2 Statistische analyse

Om de verhouding tussen de verschillende pH-laboratoriummetingen en de veld-pH te bepalen, is een regressieanalyse uitgevoerd. Voor de vijf verschillende extractiemethoden (pH-KCl, pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-Sr en pH-NaCl) is allereerst een enkelvoudige lineaire regressieanalyse gedaan om te kijken hoe deze zich verhouden tot de bijbehorende veldbepaling van de pH. Van deze laboratoriummetingen is de pH-KCl veruit de meest gebruikte extractiemethode binnen de dataset met 2312 metingen, terwijl er van de overige methoden slechts rond de 200 metingen zijn (211 pH-H<sub>2</sub>O, 235 pH-CaCl<sub>2</sub>, 76 pH-Sr en 215 pH-NaCl). Omdat op de meeste metingen binnen de dataset een KCl-extractie is gedaan, is besloten om voor deze subset een geschikte regressiemethodiek te vinden. Dezelfde methodiek is vervolgens ook toegepast op de subsets van de andere extractiemethoden.

Verder is voor alle extractiemethoden ook een meervoudige lineaire regressieanalyse uitgevoerd waarbij, naast de veldbepaling van de pH, ook is gekeken naar de veldschattingen van het lutumgehalte en het organischestofgehalte van het materiaal.



**Figuur 3.2** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de vijf gebruikte pH-laboratoriummethoden, uitgezet tegen de bijbehorende veldbepalingen van de pH. De intensiteit van de kleur geeft een indicatie van het aantal metingen per combinatie. Lichtroze punten betreffen een waarneming; naarmate de rode kleur intenser wordt, vallen meer punten samen. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.

De subset voor de pH-KCl bepalingen, te zien linksboven in Figuur 3.2, toont over het algemeen een relatief sterk verband tussen de gemeten pH-KCl en de veld-pH-metingen. Er zijn enkele punten die lijken af te wijken van het lineaire verband. Punten waarbij de residuen meer dan drie keer de standaarddeviatie van de residuen waren, zijn nader onderzocht op mogelijke fouten in de metingen. Bij geen van de dertig hieruit gevonden punten kon een fout ontdekt worden in de boor- en laboratoriumbeschrijvingen, waardoor er geen geldige reden is om deze punten te kunnen uitsluiten. Voor de overige laboratoriummethoden, ook te zien in Figuur 3.2, is de bovenstaande methode voor het herkennen en nader onderzoeken van uitbijters ook toegepast. Net als bij de KCl-extractiemethode bleek geen van de datapunten bij de overige laboratoriummethoden in aanmerking te komen voor uitsluiting.

Om het effect van de afwijkende punten op het uiteindelijke regressiemodel te onderzoeken, is een IRLS-methode (*Iteratively Reweighted Least Squares*) toegepast. Deze methode is vervolgens vergeleken met het standaard enkelvoudig lineaire regressiemodel. Hieruit bleek dat de modellen weinig van elkaar verschillen, en het effect van de afwijkende punten geen grote rol speelt. Er is gekozen om met de eenvoudigste aanpak door te gaan, dit is het standaard enkelvoudig lineaire regressiemodel.

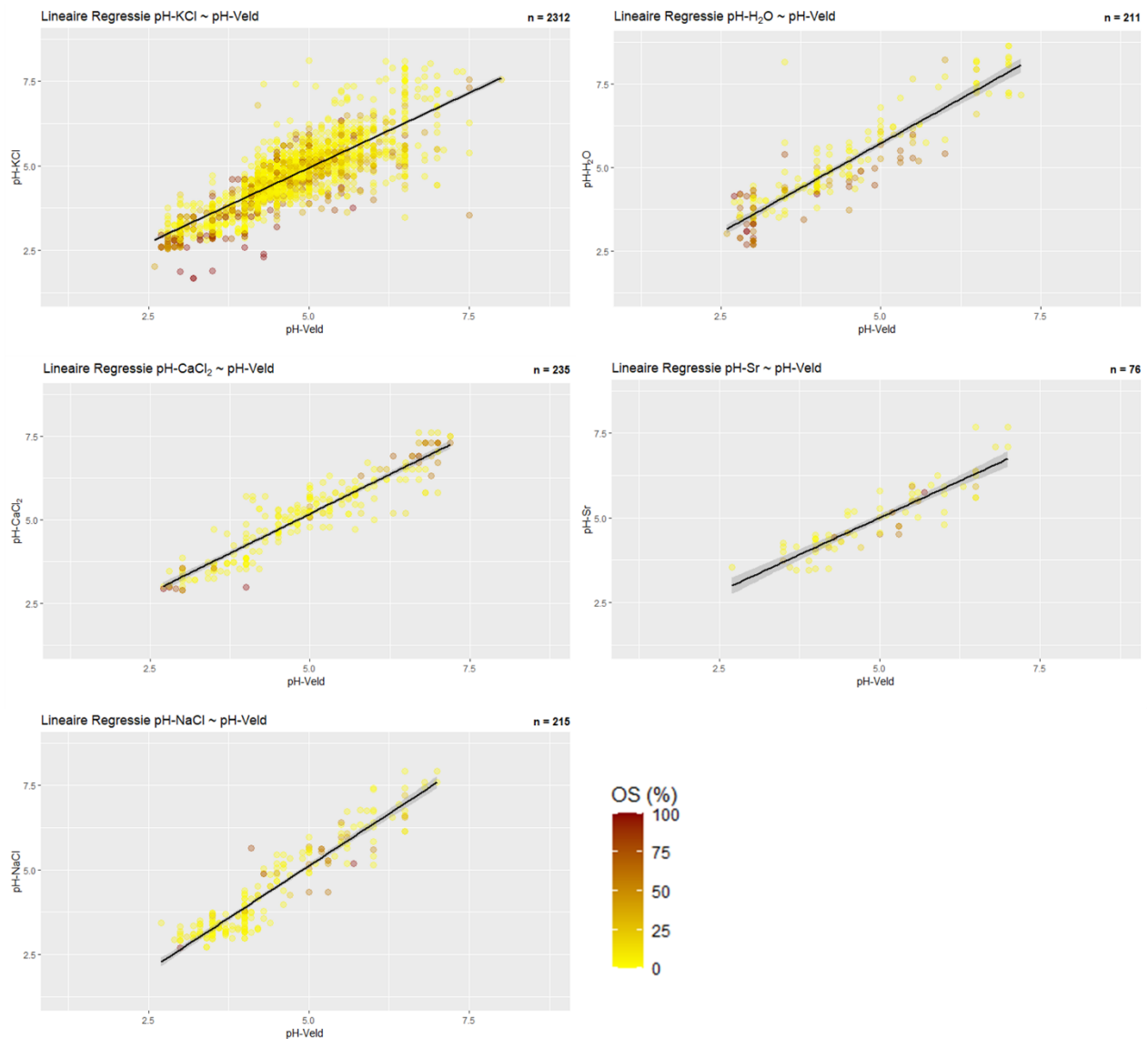
### 3.3 Voorspelling pH gemeten waarden met veld-pH

Resultaten van de enkelvoudige lineaire regressieanalyses zijn te zien in Figuur 3.2 en Tabel 3.2. Voor alle extractiemethoden is er een significant positief verband tussen de veld-pH en de pH gemeten in het laboratorium (bij een significantieniveau van 0.05 en een eenzijdig alternatief). Dit wordt gekenmerkt door de lage  $p$ -waarden ( $\Pr(>|t|)/2$  zijn alle lager dan 0.05) voor de helling van het model (Veld-pH in Tabel 3.2). Ook de intercept van het model is voor alle extractiemethoden significant (bij een significantieniveau van 0.05). Hier zijn echter wel verschillen te zien tussen de  $p$ -waarden van de intercepten, die voor de pH-KCl en pH-NaCl vele malen kleiner zijn dan voor de andere methoden. De aangepaste  $R^2$  van pH-KCl lijkt het meest af te wijken van de andere modellen. Dit kan verklaard worden doordat de pH-KCl-methode meer dan tienmaal zoveel observaties heeft in vergelijking met de andere modellen. Op basis van de Adjusted  $R^2$  alleen kan niet geconcludeerd worden welke van de modellen het beste werkt.

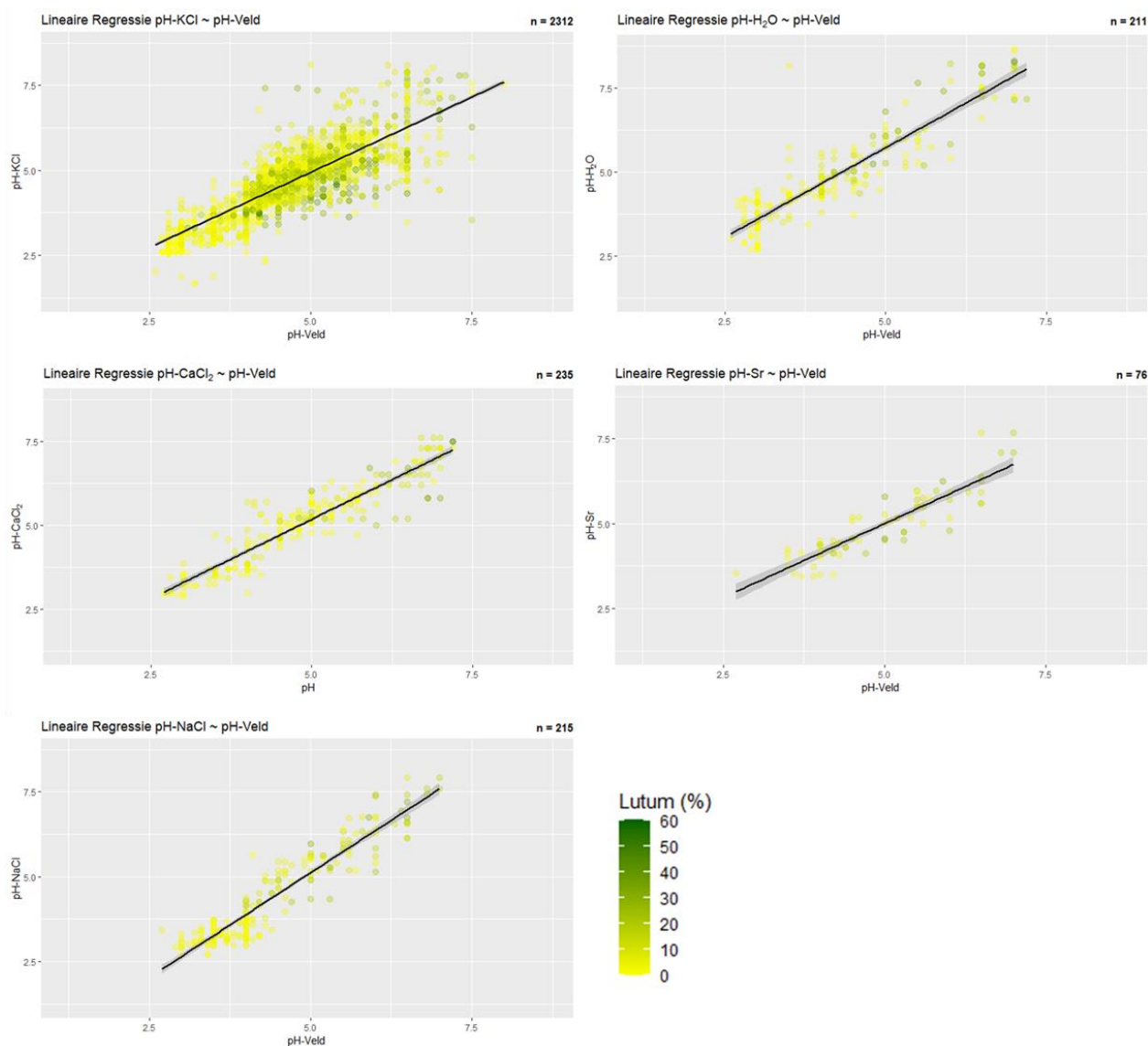
**Tabel 3.2** Uitkomsten van de lineaire regressieanalyse voor de vijf extractiemethoden.

| Lineaire Regressie   |           | Schatter | Standaardfout | Students t-waarde | p-waarde | Aangepaste $R^2$ |
|----------------------|-----------|----------|---------------|-------------------|----------|------------------|
| pH-KCl               | Intercept | 0.5211   | 0.0627        | 8.31              | < 2e-16  | 0.66             |
|                      | Veld-pH   | 0.8852   | 0.0131        | 67.43             | < 2e-16  |                  |
| pH-H <sub>2</sub> O  | Intercept | 0.3959   | 0.1519        | 2.61              | 9.81E-03 | 0.84             |
|                      | Veld-pH   | 1.0651   | 0.0343        | 31.05             | < 2e-16  |                  |
| pH-CaCl <sub>2</sub> | Intercept | 0.4636   | 0.1266        | 3.66              | 3.11E-04 | 0.86             |
|                      | Veld-pH   | 0.9427   | 0.0249        | 37.84             | < 2e-16  |                  |
| pH-Sr                | Intercept | 0.6508   | 0.2546        | 2.56              | 1.26E-02 | 0.80             |
|                      | Veld-pH   | 0.8707   | 0.0504        | 17.28             | < 2e-16  |                  |
| pH-NaCl              | Intercept | -1.0491  | 0.1433        | -7.32             | 5.00E-12 | 0.88             |
|                      | Veld-pH   | 1.2342   | 0.0318        | 38.84             | < 2e-16  |                  |

In Figuur 3.3 en Figuur 3.4 staan de lineaire regressiemodellen geplot samen met de waarden van respectievelijk de veldschatting van het organischestofgehalte en het lutumgehalte van de gemeten lagen. Aan de plots in Figuur 3.3 valt op dat er relatief meer punten met hoge organischestofgehaltes voorkomen bij lage pH-waarden. Dit valt te verklaren doordat relatief veel veengronden een lagere pH-waarde hebben. Daarbij lijkt het erop dat de veldmeting in veenlagen vaker een overschatting van de pH geeft dan in minerale lagen. Verder is in Figuur 3.4 te zien dat bij lage pH-waarden de meeste punten een laag lutumgehalte hebben. Dit kan mogelijk verklaard worden door het feit dat kleigronden over het algemeen een groter zuurbufferend vermogen hebben.



**Figuur 3.3** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de vijf gebruikte pH-laboratoriummethoden, uitgezet tegen de bijbehorende veldbepalingen van de pH. In kleur wordt de veldschatting van het organischestofgehalte geplot, de bruine stippen komen uit venige lagen. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.



**Figuur 3.4** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de vijf gebruikte pH-laboratoriummethoden uitgezet tegen de bijbehorende veldbepalingen van de pH. In kleur wordt de veldschatting van het lutumgehalte geplott. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplott als grijze band rond de lijnen.

Bij de meervoudige lineaire regressieanalyse zijn de veldschattingen van organischestofgehalten (Figuur 3.3) en het lutumgehalte (Figuur 3.4) van de gemeten lagen meegenomen als verklarende variabelen in het regressiemodel. In deze analyse is gekeken naar het effect van toevoeging van één van deze extra coëfficiënten op het model, maar ook naar het gecombineerde effect van beide coëfficiënten. In Tabel 3.3 is te zien hoe de toevoeging van verschillende combinaties van coëfficiënten het doet ten opzichte van het standaard enkelvoudige lineaire regressiemodel. De toevoeging van zowel het organischestofgehalte als het lutumgehalte zorgt voor een significante verbetering ( $p < 0.05$ ) voor pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O. In beide gevallen is het relatieve effect van de toevoeging van organischestofgehalten sterker dan de toevoeging van het lutumgehalte. Voor pH-KCl geeft de gecombineerde toevoeging van het organischestofgehalte en het lutumgehalte het beste resultaat. In het geval van pH-H<sub>2</sub>O was het model met alleen organische stof als extra coëfficiënt het sterkst. Voor de overige methoden (pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-Sr, pH-NaCl) geeft een meervoudig lineair regressiemodel met organischestofgehalten en/of lutumgehalten geen significante verbetering t.o.v. het lineaire regressiemodel.

Naast de F-test voor de verschillende meervoudige lineaire regressiemodellen is ook het Akaike Informatie Criterium (AIC) voor de verschillende modellen berekend (Tabel 3.3). Het AIC is gebaseerd op een compromis tussen de complexiteit van het model en de kwaliteit van de pasvorm. Op basis van de AIC kan

de kwaliteit van de verschillende modellen binnen dezelfde pH-extractiemethode met elkaar vergeleken worden, waarbij modellen met een lager AIC beter scoren. De waarden van het AIC kunnen hier niet onderling vergeleken worden om te bepalen welke pH-extractiemethode het beste scoort. In Tabel 3.3 staat de waarde voor AICc, deze waarde komt grotendeels overeen met het AIC, maar is gecorrigeerd voor kleine steekproeven.

**Tabel 3.3** Uitkomsten van de F-test voor de meervoudige lineaire regressiemodellen (MLR) ten opzichte van de enkelvoudige lineaire regressiemodellen en het AIC, gecorrigeerd voor kleine steekproeven (AICc).

| MLR                  |            | F     | Pr(>F)   | Adjusted R <sup>2</sup> | AICc    |
|----------------------|------------|-------|----------|-------------------------|---------|
| pH-KCl               | OS + Lutum | 34.81 | 1.28E-15 | 0.67                    | 3678.91 |
|                      | OS         | 55.11 | 1.60E-13 | 0.67                    | 3691.09 |
|                      | Lutum      | 10.09 | 1.51E-03 | 0.67                    | 3735.54 |
| pH-H <sub>2</sub> O  | OS + Lutum | 12.64 | 6.62E-06 | 0.84                    | 375.47  |
|                      | OS         | 22.98 | 3.11E-06 | 0.84                    | 376.57  |
|                      | Lutum      | 2.09  | 1.78E-02 | 0.83                    | 392.97  |
| pH-CaCl <sub>2</sub> | OS + Lutum | 0.96  | 3.85E-01 | 0.86                    | 296.21  |
|                      | OS         | 0.03  | 8.60E-01 | 0.86                    | 296.03  |
|                      | Lutum      | 1.79  | 1.82E-01 | 0.86                    | 294.26  |
| pH-Sr                | OS + Lutum | 1.24  | 2.95E-01 | 0.81                    | 96.48   |
|                      | OS         | 1.97  | 1.65E-01 | 0.81                    | 94.74   |
|                      | Lutum      | 0.43  | 5.12E-01 | 0.80                    | 96.31   |
| pH-NaCl              | OS + Lutum | 1.32  | 2.68E-01 | 0.88                    | 291.19  |
|                      | OS         | 3.13  | 5.76E-01 | 0.88                    | 291.46  |
|                      | Lutum      | 2.40  | 1.23E-01 | 0.88                    | 289.36  |

Op basis van de regressieanalyses is voor elke extractiemethode een relatie met de in het veld gemeten pH te bepalen. Voor de extracties waar een meervoudige lineaire regressieanalyse een significante verbetering geeft t.o.v. het enkelvoudig lineaire regressiemodel, is ervoor gekozen om het model met het laagste AICc te gebruiken. Voor de extracties waar geen significante verbetering in de F-test gevonden is, is de relatie uit het enkelvoudige lineaire regressiemodel gebruikt en zijn het lutumgehalte en de organischestofgehalten buiten beschouwing gelaten. De gevonden relaties zijn als volgt:

$$\begin{aligned}
 pH_{KCl} &= 0.8822 * pH_{Veld} - 0.0035 * OS - 0.0043 * Lutum + 0.6265 \\
 pH_{H_2O} &= 0.9921 * pH_{Veld} - 0.0058 * OS - 0.0058 * Lutum + 0.7982 \\
 pH_{CaCl_2} &= 0.9603 * pH_{Veld} + 0.4136 \\
 pH_{Sr} &= 0.8927 * pH_{Veld} + 0.6434 \\
 pH_{NaCl} &= 1.1933 * pH_{Veld} - 0.9374
 \end{aligned}$$

Het valt op dat de helling van het model voor pH-H<sub>2</sub>O vrij dicht bij een waarde van 1 ligt. Dit is mogelijk te verklaren doordat de veld-pH ook met gedemineraliseerd water wordt bepaald. Verder is te zien dat de waarde voor de intercept, en tot op zekere hoogte de helling, van pH-NaCl afwijkt van de overige extractiemethoden.

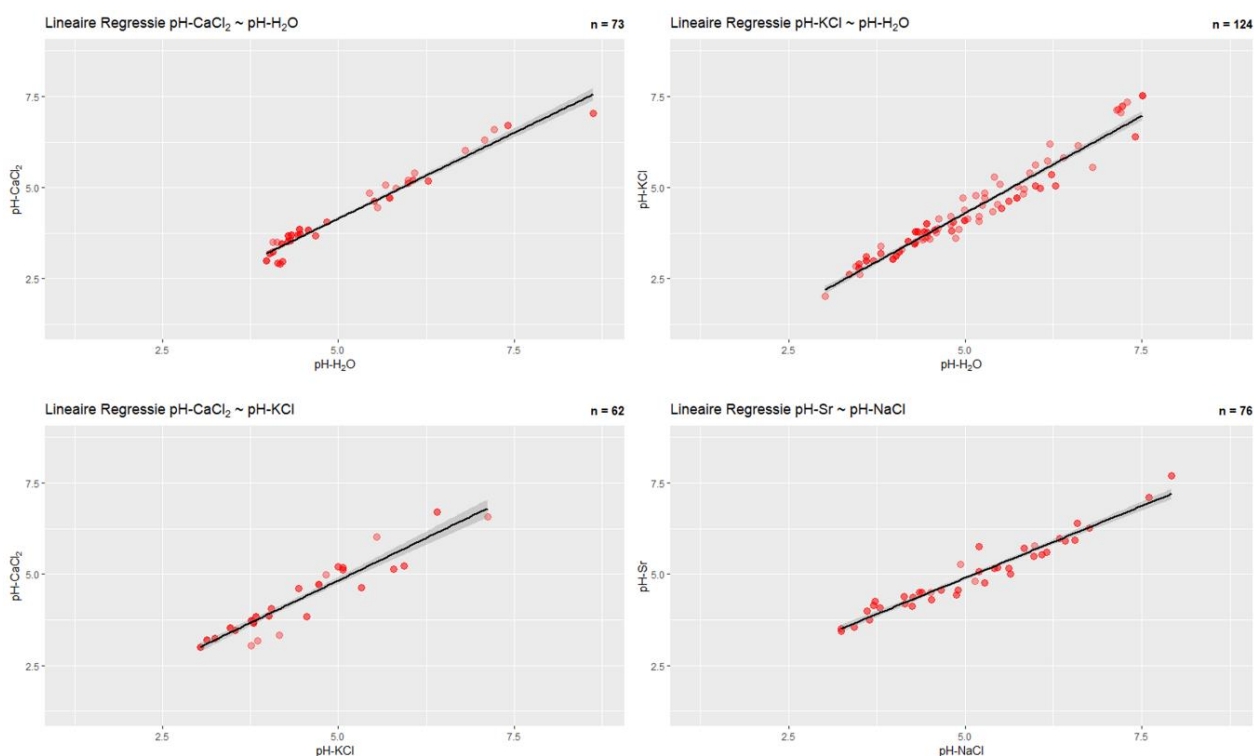
Dat de relatie van pH-Veld met pH-KCl medebepaald wordt door organische stof en lutum, komt mogelijk omdat bij de KCl-extractie kationen van het adsorptiecomplex verdreven worden. De grootte van het adsorptiecomplex (de CEC) wordt bepaald door het aantal negatief geladen bodemdeeltjes. Dat zijn organische stof en lutum die bovendien een groot specifiek oppervlak (oppervlakte per volume) hebben waar kationen aan kunnen adsorberen. Bij de KCl-extractie worden deze gedesorbeerd. Bij andere extractiemethoden gebeurt dat minder of niet, waardoor geen relatie met deze hulpvariabelen gevonden wordt.

Uit de literatuur komt naar voren dat de resultaten van pH-metingen in het laboratorium ook beïnvloed kunnen worden door de sterkte van de extractieoplossing. In dit onderzoek is gebruikgemaakt van metingen volgens standaardmethoden:

- pH-KCl en pH-H<sub>2</sub>O - 1:5 (volume grond, volume oplossing) (CBLB, 2020a);
- pH-CaCl<sub>2</sub> - 1:10 (massa grond:volume oplossing) (CBLB, 2020b);
- pH-NaCl - Voor een zoutextractie werd aan 17.5 gram verse bodem 50 ml 0.2 mol l<sup>-1</sup> natriumchloride (NaCl) toegevoegd. Gedurende 60 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 r.p.m.) waarna de pH (pH-NaCl) werd gemeten (Bijlsma e.a., 2020b).

### 3.4 Verhouding gemeten waarden met verschillende extractiemethoden

In de praktijk worden verschillende extractiemethoden gebruikt om de activiteit van protonen (H<sup>+</sup> ionen, uitgedrukt als pH) te meten. Daarbij kunnen door verschillen in de sterkte van de extractie, verschillende resultaten gemeten worden. Deze methoden verschillen in de mate waarin protonen worden losgemaakt van de bodemmatrix. Extractie met KCl maakt bijvoorbeeld ook protonen los van het adsorptiecomplex waardoor een hogere H<sup>+</sup>-activiteit en dus een lagere pH-gemeten wordt dan bij extractie met water (pH-H<sub>2</sub>O). Voor de interpretatie is het dan ook van belang om te weten hoe de methoden zich onderling verhouden (zie Hoofdstuk 1). Binnen de dataset is voor een aantal monsters meerdere pH-bepalingen met verschillende extractiemethoden uitgevoerd. Op deze metingen is ook een regressieanalyse uitgevoerd zoals beschreven in Paragraaf 3.2 en 3.3. In de gehele dataset zijn er voor een relatief klein deel van de monsters meerdere pH-bepalingen gedaan. Voor vier combinaties van pH-bepalingen zijn er voldoende monsters om een gedegen regressieanalyse uit te voeren. De vier combinaties zijn pH-CaCl<sub>2</sub>~pH-H<sub>2</sub>O (73 monsters), pH-KCl~pH-H<sub>2</sub>O (124 monsters), pH-CaCl<sub>2</sub>~pH-KCl (62 monsters) en pH-Sr~pH-NaCl (76 monsters). De data en het lineaire regressiemodel van deze monsters staan afgebeeld in Figuur 3.5.



**Figuur 3.5** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de vier combinaties van pH-bepalingen met voldoende monsters. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.

Uit de analyse van de lineaire regressiemodellen blijkt dat de relatie tussen de verschillende pH-extracties significant is (Tabel 3.4). De waarde voor de intercept bij het pH-CaCl<sub>2</sub> ~ pH-KCl model is echter niet significant ( $p > 0.05$ ). De gevonden relaties zijn niet vergelijkbaar met eerder gevonden relaties tussen deze pH-extractiemethoden (Kogge Kome e.a., 2018). Op deze data is ook een meervoudig lineaire regressieanalyse uitgevoerd met het organischestof- en het lutumgehalte als extra verklarende variabelen. In drie van de vier gevallen was het meervoudige lineaire regressiemodel significant beter dan het enkelvoudige lineaire regressiemodel (Tabel 3.5). De toevoeging van zowel het lutumgehalte als het organischestofgehalte aan het model leverde hier de beste resultaten op met de laagste AICc-waarden. In het geval van de vergelijking tussen pH-Sr en pH-NaCl was er geen significante verbetering bij een significantieniveau 0.05. De gevonden relaties zijn als volgt:

$$\begin{aligned} pH_{KCl} &= 1.1034 * pH_{H_2O} + 0.0029 * OS - 0.0162 * Lutum - 1.1501 \\ pH_{CaCl_2} &= 0.8669 * pH_{H_2O} - 0.0032 * OS + 0.0150 * Lutum - 0.2109 \\ pH_{CaCl_2} &= 0.8431 * pH_{KCl} - 0.0534 * OS + 0.0251 * Lutum + 0.5811 \\ pH_{Sr} &= 0.7906 * pH_{NaCl} + 0.9441 \end{aligned}$$

**Tabel 3.4** Uitkomsten van de lineaire regressieanalyse voor de vier combinaties van extractiemethoden.

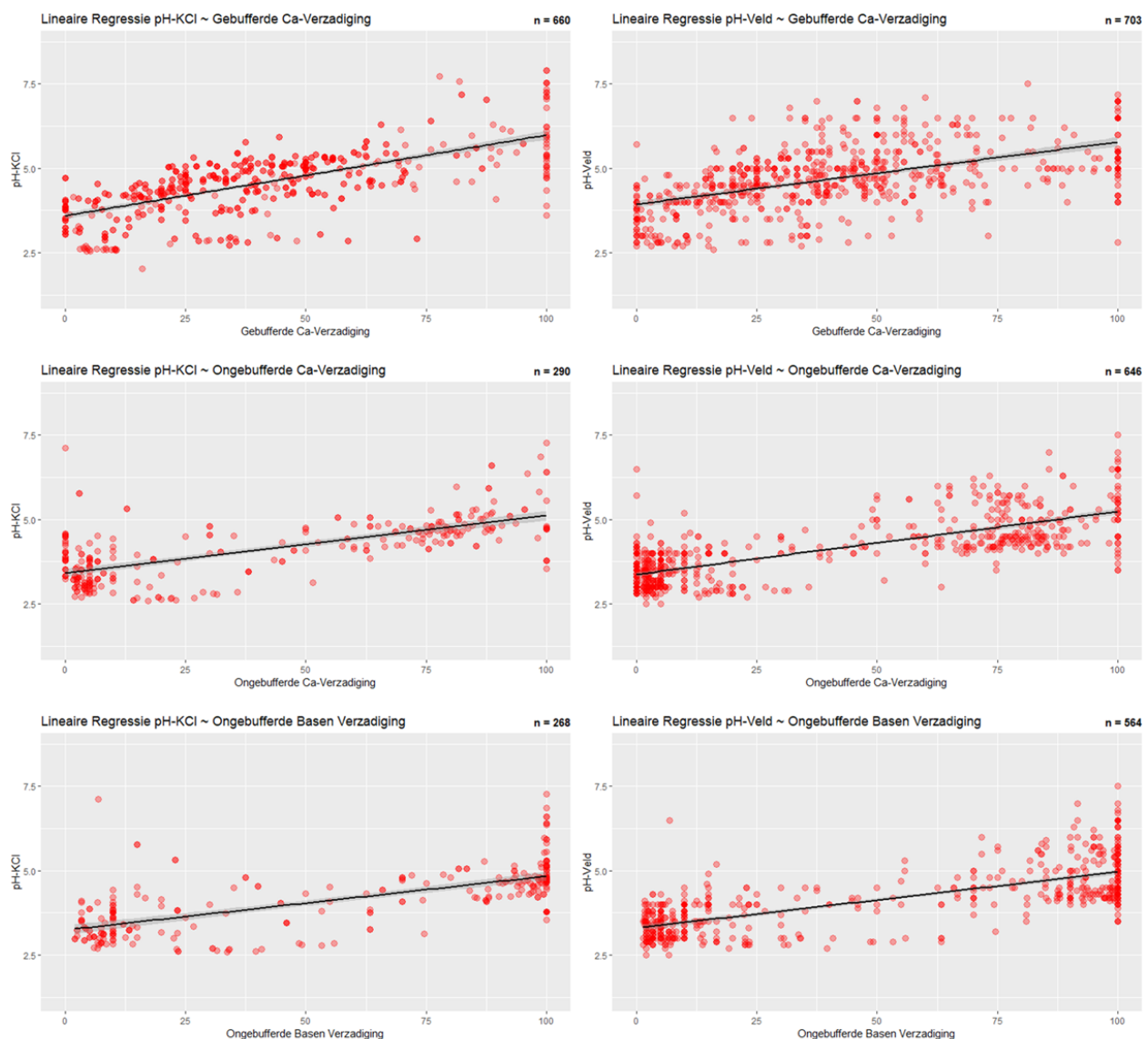
| Lineaire Regressie   |                     | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t ) | Adjusted R <sup>2</sup> |
|----------------------|---------------------|----------|------------|---------|----------|-------------------------|
| pH-KCl               | Intercept           | -1.0182  | 0.1187     | -8.58   | 3.70E-14 | 0.94                    |
|                      | pH-H <sub>2</sub> O | 1.0649   | 0.0234     | 45.45   | <2e-16   |                         |
| pH-CaCl <sub>2</sub> | Intercept           | -0.5416  | 0.1137     | -4.76   | 9.76E-06 | 0.96                    |
|                      | pH-H <sub>2</sub> O | 0.9395   | 0.0223     | 42.13   | <2e-16   |                         |
| pH-CaCl <sub>2</sub> | Intercept           | 0.1811   | 0.1790     | 1.01    | 3.16E-01 | 0.89                    |
|                      | pH-KCl              | 0.9301   | 0.0409     | 22.72   | <2e-16   |                         |
| pH-Sr                | Intercept           | 0.9441   | 0.1196     | 7.89    | 2.07E-11 | 0.94                    |
|                      | pH-NaCl             | 0.7906   | 0.0229     | 34.51   | <2e-16   |                         |

**Tabel 3.5** Uitkomsten van de F-test voor de meervoudige lineaire regressiemodellen ten opzichte van de enkelvoudige lineaire regressiemodellen voor de vier combinaties van extractiemethoden en het AIC gecorrigeerd voor kleine steekproeven (AICc).

| MLR                                        |            |            | F     | Pr(>F)   | Adjusted R <sup>2</sup> | AICc   |
|--------------------------------------------|------------|------------|-------|----------|-------------------------|--------|
| pH-KCl ~ pH-H <sub>2</sub> O               | OS + Lutum | OS + Lutum | 13.20 | 6.61E-06 | 0.95                    | 28.73  |
|                                            |            | OS         | 7.59  | 6.78E-03 | 0.95                    | 43.67  |
|                                            |            | Lutum      | 21.49 | 9.05E-06 | 0.95                    | 30.94  |
| pH-CaCl <sub>2</sub> ~ pH-H <sub>2</sub> O | OS + Lutum | OS + Lutum | 21.43 | 5.78E-08 | 0.97                    | -45.95 |
|                                            |            | OS         | 17.00 | 1.01E-04 | 0.98                    | -28.86 |
|                                            |            | Lutum      | 20.12 | 2.78E-05 | 0.97                    | -31.44 |
| pH-CaCl <sub>2</sub> ~ pH-KCl              | OS + Lutum | OS + Lutum | 34.84 | 1.15E-10 | 0.95                    | -11.45 |
|                                            |            | OS         | 31.65 | 5.35E-07 | 0.93                    | 8.48   |
|                                            |            | Lutum      | 26.22 | 3.50E-06 | 0.93                    | 12.30  |
| pH-Sr ~ pH-NaCl                            | OS + Lutum | OS + Lutum | 1.96  | 1.48E-01 | 0.94                    | 2.13   |
|                                            |            | OS         | 2.00  | 1.61E-01 | 0.94                    | 1.81   |
|                                            |            | Lutum      | 1.77  | 1.88E-01 | 0.94                    | 2.05   |

### 3.5 Relatie zuurbuffer

Omdat de zuurbuffer in kalkloze bodems vooral bepaald wordt door de uitwisseling van protonen ( $H^+$ ) en basische kationen (vooral  $Ca^{2+}$ , maar ook  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  en  $K^+$ ) aan licht negatief geladen bodemdeeltjes (organische stof en lutum), is de bezetting van het kationadsorptiecomplex (CEC) met calciumionen of alle basische kationen (calciumverzadiging of basenverzadiging) een goede maat voor de zuurbuffer in de bodem. Daarom hebben wij pH-bepalingen in het veld en pH-KCl vergeleken met de calciumverzadiging en basenverzadiging. Er zijn metingen van de gebufferde CEC en van de ongebufferde CEC (zie uitleg onder Figuur 3.6). In de vergelijking hebben wij metingen van zowel de gebufferde als ongebufferde CEC gebruikt. De resultaten worden in onderstaande figuren en tabellen beschreven. Bij een gebufferde calciumverzadiging tussen ca. 25% en 75% wordt theoretisch de zuurgraad door de CEC gebufferd rond pH 5.0. Bij hogere waarden verschuift het buffermechanisme naar de kalkbuffer en bij lagere waarden naar de aluminiumbuffer, waarbij aluminium in oplossing gaat (Figuur 3.1 en Van Delft e.a., 2006). Omdat bij de extreme waarden de relatie omhoog (naar kalkbuffer) of omlaag (naar aluminiumbuffer) gaat, is strikt genomen geen sprake van een lineaire relatie. Dat heeft ook te maken met het feit dat de verzadiging (Ca of basen) nooit meer dan 100 of minder dan 0 kan zijn. Omdat een dergelijke niet-lineaire relatie lastig is af te leiden met een meervoudige lineaire regressieanalyse, hebben wij er hier toch voor gekozen uit te gaan van lineaire verbanden.

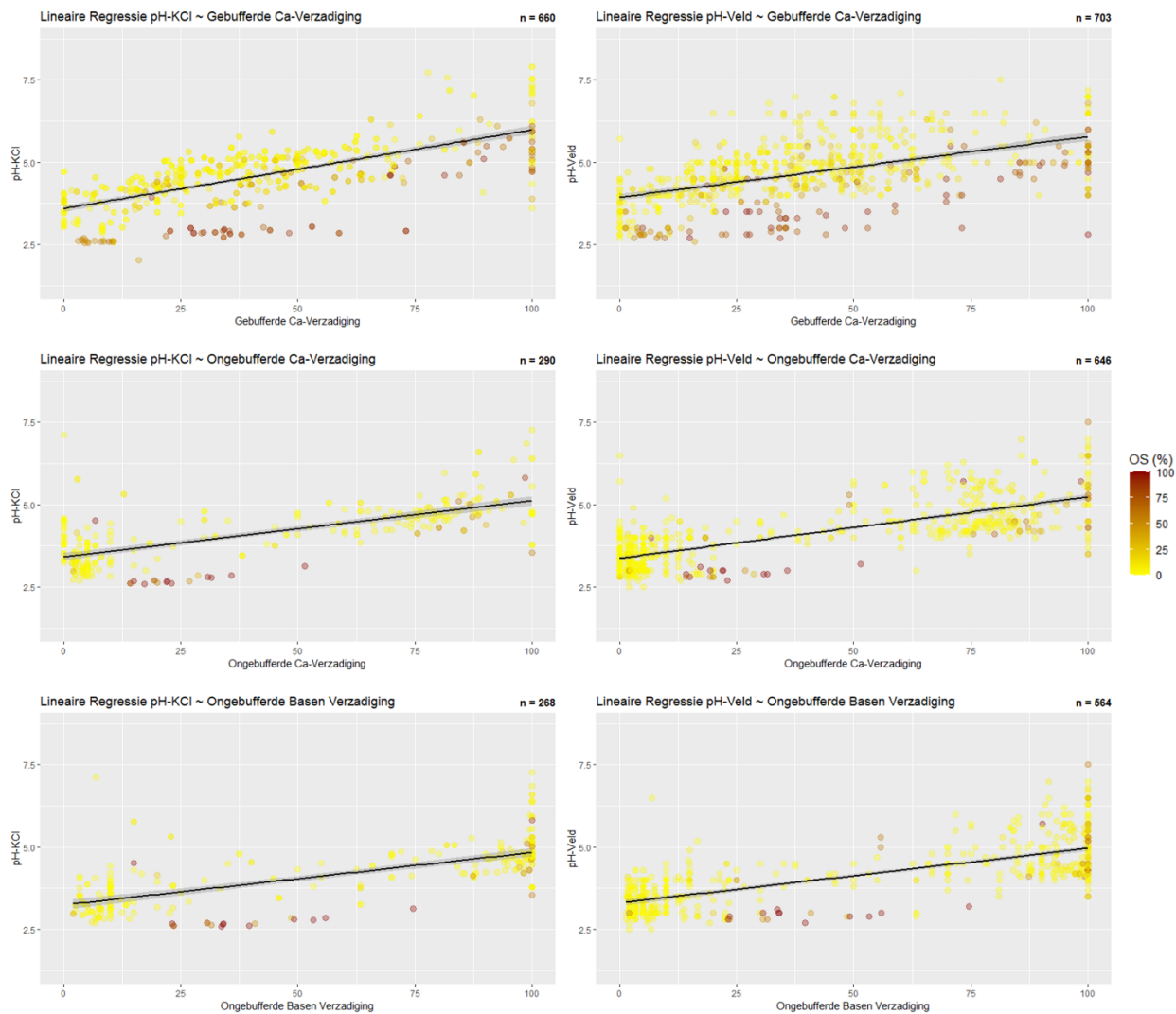


**Figuur 3.6** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de pH-KCl en veldbepalingen van de pH uitgezet tegen verschillende basenverzadigingen. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.

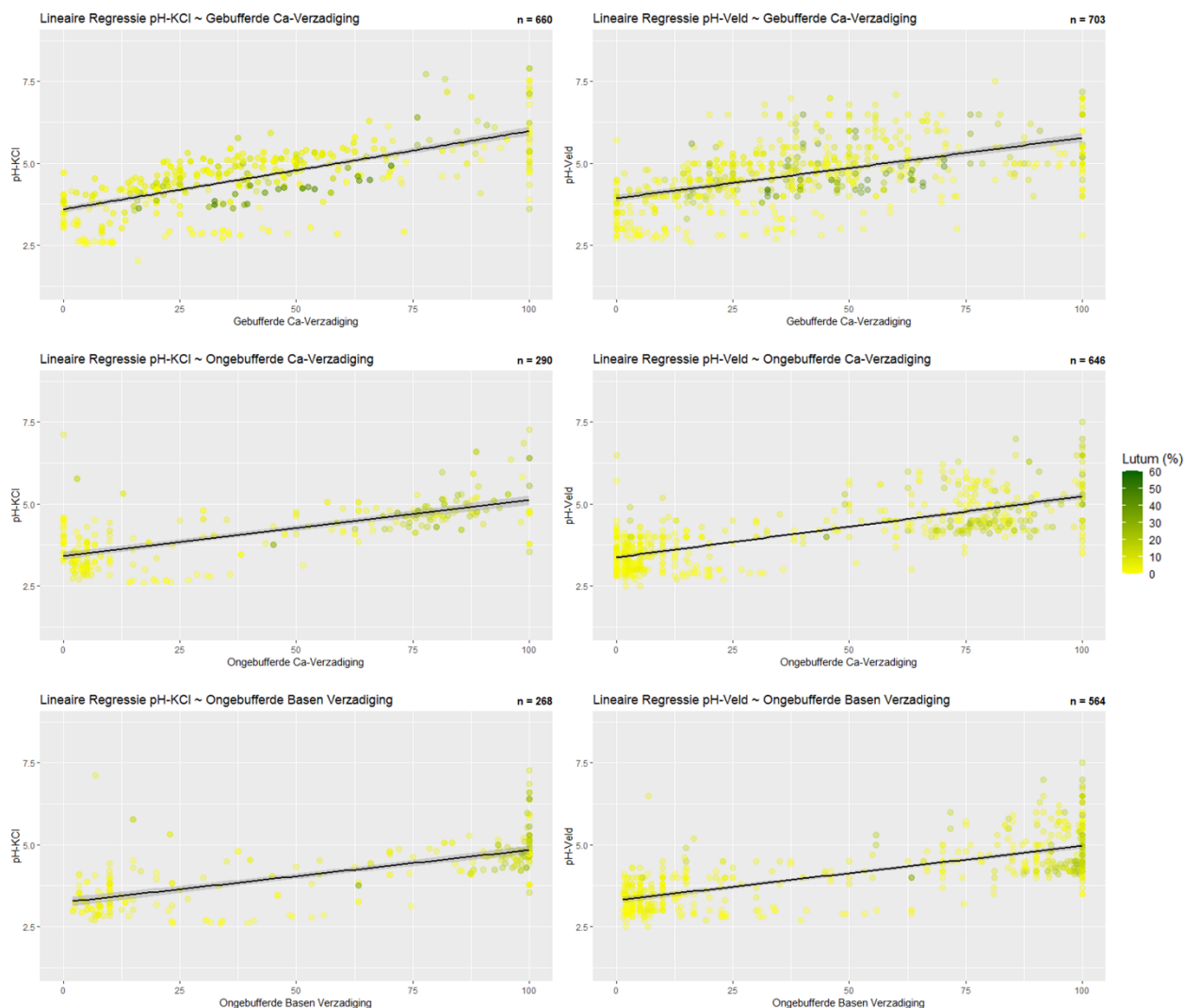
---

Er zijn enkele belangrijke verschillen tussen de methoden om de zuurbuffer door het adsorptiecomplex uit te drukken. Bij een Ca-verzadiging vergelijken wij alleen de bezetting met calciumionen met de CEC als belangrijkste ion bij de zuurbuffering. Bij een volledige basenverzadiging worden ook andere kationen betrokken, zoals  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  en  $Na^+$ . Hierdoor is de basenverzadiging vaak veel hoger dan de Ca-verzadiging. Daarnaast is ook de methode om de CEC en de bezetting met kationen te meten van groot belang. Bij een gebufferde (potentiële) CEC-bepaling wordt de extractie uitgevoerd in een gebufferde oplossing rond pH 8.2. Daardoor worden alle kationen en waterstofionen verdreven van het adsorptiecomplex. De zo gemeten CEC is groter dan bij de ongebufferde (actuele) methode, waarbij de CEC afhankelijk is van de bezetting met waterstofionen en dus pH-afhankelijk is. Bovendien gedraagt organische stof zich als een zwak zuur, waarbij de lading varieert met de zuurgraad. Bij een lage pH is de CEC veel kleiner dan bij een hoge pH. Dat heeft uiteraard ook invloed op de Ca-bezetting of basenbezetting. De gebufferde CEC geeft dus een veel stabielere maat voor het bodemmateriaal waarin gemeten wordt en wordt vooral bepaald door organische stof en lutum. In de praktijk wordt tegenwoordig toch vaker gekozen voor de ongebufferde CEC-meting, omdat die beter aansluit bij de veldomstandigheden. Daarbij dient men zich wel te realiseren dat de uitkomsten dan moeilijk te vergelijken zijn, omdat een vergelijkbare bodem bij verschillende zuurgraad een andere CEC en dus basenbezetting heeft.

De verschillen zijn wel terug te zien in de spreiding van de Ca-bezetting bij gebufferde CEC en bij ongebufferde CEC (Figuur 3.6). Bij gebufferde Ca-verzadiging is de spreiding gelijkmatiger en komen in het middentraject (25-75%) relatief veel waarnemingen voor. Bij de ongebufferde Ca-verzadiging komen vooral veel waarnemingen voor met een lage bezetting, of juist met een heel hoge. Als alle basen meegerekend worden voor de basenverzadiging, wordt dit nog wat extremer. Basenverzadiging wordt alleen bepaald bij ongebufferde CEC, omdat de extractieoplossing bij gebufferde CEC-bepaling een te grote ionsterkte heeft om alle kationen goed te meten. Daar kan alleen  $Ca^{2+}$  en  $Mg^{2+}$  betrouwbaar in gemeten worden.



**Figuur 3.7** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de pH-KCl en veldbepalingen van de pH uitgezet tegen verschillende basenverzadigingen. In kleur wordt de veldschatting van het organischestofgehalte geplot. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.



**Figuur 3.8** Scatterplots en de lineaire regressiemodellen (lijnen) van de pH-KCl en veldbepalingen van de pH uitgezet tegen verschillende basenverzadigingen. In kleur wordt de veldschatting van het lutumgehalte geplot. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geschatte gemiddelden is geplot als grijze band rond de lijnen.

**Tabel 3.6** Uitkomsten van de lineaire regressieanalyse voor de pH-KCl of veldbepaling van de pH tegen de gebufferde calciumverzadiging (GCaV), ongebufferde calciumverzadiging (OcaV) en ongebufferde basenverzadiging (ObaV).

| Lineaire Regressie |           | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t )            | Adjusted R <sup>2</sup> |
|--------------------|-----------|----------|------------|---------|---------------------|-------------------------|
| pH-Veld            | Intercept | 3.9365   | 0.0532     | 74.02   | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.29                    |
|                    | GcaV      | 0.0184   | 0.0011     | 16.82   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |
| pH-KCl             | Intercept | 3.5960   | 0.04915    | 73.16   | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.45                    |
|                    | GcaV      | 0.0239   | 0.0010     | 23.04   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |
| pH-Veld            | Intercept | 3.3750   | 0.0336     | 100.39  | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.56                    |
|                    | OcaV      | 0.01864  | 0.0006     | 28.87   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |
| pH-KCl             | Intercept | 3.4229   | 0.0577     | 59.36   | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.47                    |
|                    | OcaV      | 0.0170   | 0.0011     | 16.01   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |
| pH-Veld            | Intercept | 3.3040   | 0.0425     | 77.80   | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.54                    |
|                    | ObaV      | 0.0166   | 0.0007     | 25.50   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |
| pH-KCl             | Intercept | 3.2436   | 0.0710     | 45.71   | <2 <sup>e</sup> -16 | 0.47                    |
|                    | ObaV      | 0.0160   | 0.0010     | 15.27   | <2 <sup>e</sup> -16 |                         |

**Tabel 3.7** Uitkomsten van de F-test voor de meervoudige lineaire regressiemodellen ten opzichte van de enkelvoudige lineaire regressiemodellen voor de pH-KCl of veldbepaling van de pH tegen de gebufferde calciumverzadiging (GcaV), ongebufferde calciumverzadiging (OcaV) en ongebufferde basenverzadiging (ObaV). Het AIC gecorrigeerd voor kleine steekproeven (AICc).

| MLR            |            | F      | Pr(>F)                | Adjusted R <sup>2</sup> | AICc    |
|----------------|------------|--------|-----------------------|-------------------------|---------|
| pH-Veld ~ GcaV | OS + Lutum | 133.61 | 7.26 <sup>E</sup> -50 | 0.48                    | 1457.47 |
|                | OS         | 263.62 | 1.50 <sup>E</sup> -50 | 0.48                    | 1458.35 |
|                | Lutum      | 2.93   | 8.75 <sup>E</sup> -02 | 0.29                    | 1680.10 |
| pH-KCl ~ GcaV  | OS + Lutum | 200.53 | 1.09 <sup>E</sup> -68 | 0.66                    | 1094.48 |
|                | OS         | 355.42 | 1.07 <sup>E</sup> -63 | 0.64                    | 1121.93 |
|                | Lutum      | 1.22   | 2.70 <sup>E</sup> -01 | 0.45                    | 1406.11 |
| pH-Veld ~ OcaV | OS + Lutum | 13.05  | 2.79 <sup>E</sup> -06 | 0.58                    | 1178.50 |
|                | OS         | 22.88  | 2.14 <sup>E</sup> -06 | 0.58                    | 1179.62 |
|                | Lutum      | 3.17   | 7.56 <sup>E</sup> -02 | 0.57                    | 1199.03 |
| pH-KCl ~ OcaV  | OS + Lutum | 24.29  | 1.80 <sup>E</sup> -10 | 0.54                    | 544.80  |
|                | OS         | 39.63  | 1.15 <sup>E</sup> -09 | 0.53                    | 550.72  |
|                | Lutum      | 11.60  | 7.54 <sup>E</sup> -04 | 0.49                    | 575.74  |
| pH-Veld ~ ObaV | OS + Lutum | 11.26  | 1.61 <sup>E</sup> -05 | 0.55                    | 1083.52 |
|                | OS         | 16.41  | 5.83 <sup>E</sup> -05 | 0.55                    | 1087.46 |
|                | Lutum      | 5.95   | 1.50 <sup>E</sup> -02 | 0.54                    | 1097.77 |
| pH-KCl ~ ObaV  | OS + Lutum | 23.87  | 2.95 <sup>E</sup> -10 | 0.55                    | 518.21  |
|                | OS         | 34.20  | 1.46 <sup>E</sup> -08 | 0.53                    | 528.16  |
|                | Lutum      | 16.44  | 6.62 <sup>E</sup> -05 | 0.50                    | 544.56  |

Om de relatie tussen pH en basenverzadiging te bepalen, zijn lineaire regressieanalyses uitgevoerd tussen twee pH-bepalingen (pH-Veld en pH-KCl) en de gebufferde calciumverzadiging (GCV), de ongebufferde calcium verzadiging (OCV) en de ongebufferde basenverzadiging (OBV). De resultaten hiervan zijn te zien in Figuur 3.6 en Tabel 3.6. Alle verschillende combinaties van pH-bepaling en basenverzadiging laten een significante ( $p < 0.001$ ) relatie zien.

Omdat de basenverzadiging bepaald wordt door het deel van de CEC dat bezet is met basen, is de omvang van de CEC belangrijk voor het zuurbuffermechanisme. Deze wordt gevormd door de negatief geladen oppervlakten van organische stof en kleideeltjes. Het is daarom interessant om na te gaan of het organischestof- en lutumgehalte van invloed zijn op de relatie tussen basenverzadiging en pH. Als het organischestofgehalte (Figuur 3.7) en het lutumgehalte (Figuur 3.8) ook worden meegenomen in de regressieplot is er een aantal trends te zien. Allereerst lijken hogere organischestofgehalten vooral onder de regressielijn te vallen, hier wordt de pH dus overschat door het model. Daarnaast is te zien dat monsters met een zeer lage basenverzadiging (< 10%) relatief weinig lutum bevatten. Naast de lineaire regressieanalyse is ook in dit geval een meervoudige lineaire regressieanalyse uitgevoerd waarbij het organischestofgehalte en het lutumgehalte worden meegenomen. Uit de analyse blijkt dat de toevoeging van beide coëfficiënten in alle gevallen zorgt voor een significante verbetering van het regressiemodel (Tabel 3.7). De toevoeging van alleen het lutumgehalte geeft in een aantal gevallen (pH-Veld ~ GCV, pH-Veld ~ OCV, pH-KCl ~ GCV) geen significante verbetering t.o.v. het enkelvoudige lineaire regressiemodel. De toevoeging van alleen het organischestofgehalte geeft daarentegen in alle gevallen wel een significante verbetering t.o.v. het enkelvoudige lineaire regressiemodel. Op basis van significantie van de F-test en het laagste AICc zijn de volgende relaties tussen de pH-bepalingen en basenverzadigingen gevonden.

$$\begin{aligned}
 pH_{Veld} &= 0.0220 * GCaV - 0.0172 * OS - 0.0046 * Lutum + 4.1351 \\
 pH_{KCl} &= 0.0283 * GCaV - 0.0187 * OS - 0.0122 * Lutum + 3.8249 \\
 pH_{Veld} &= 0.0184 * OCaV - 0.0064 * OS + 0.0081 * Lutum + 3.3931 \\
 pH_{KCl} &= 0.0150 * OCaV - 0.0097 * OS + 0.0178 * Lutum + 3.4820 \\
 pH_{Veld} &= 0.0160 * ObaV - 0.0058 * OS + 0.0116 * Lutum + 3.3183 \\
 pH_{KCl} &= 0.0136 * ObaV - 0.0092 * OS + 0.0224 * Lutum + 3.3146
 \end{aligned}$$

---

## 4 Indeling pH-profieltypen

De voorgeschiedenis van dit onderzoek is beschreven in § 1.1. Het gebruik van pH-profielen om een indruk te krijgen van de zuurbuffer in de bodem heeft een lange ontwikkeling doorgemaakt en is geleidelijk aan verder ontwikkeld. Daarbij betrekken wij ook het grondwaterstandverloop en bodemfysische eigenschappen om de eventuele bufferende werking van grondwater in te schatten. Omdat we voor dit onderzoek de gelegenheid kregen de in de loop der jaren verzamelde informatie bij elkaar te brengen en aanvullende metingen te doen, zijn wij in staat gesteld de methode verder te onderbouwen en de sleutel te verbeteren (zie Hoofdstuk 2 en 3).

De pH-profielen geven een indicatie over de zuurbuffer in het moedermateriaal en de mate van uitloging in ondiepere lagen. Bij bodems in het bereik van grondwater geven zij ook een indicatie over het voorkomen van grondwaterinvloed in de wortelzone, via kwel en/of capillaire nalevering (zie § 4.2). Voor de indeling van pH-profielen in pH-profieltypen is eerder een sleutel ontwikkeld op basis van deze mogelijke grondwaterinvloed en de pH-waarden binnen enkele delen van het profiel. Deze sleutel is met succes toegepast in diverse onderzoeksprojecten (o.a. Bijlsma e.a., 2020a, b; Van Delft e.a., 2017; 2019; Van Delft, 2018). Relevante grenzen van pH-waarden zijn daarbij gebaseerd op metingen van pH-KCl en vertaald naar corresponderende waarden voor de met indicatorstrookjes bepaalde pH-Veld (Kemmers e.a., 2005; Brouwer e.a., 2009). Omdat in het huidige onderzoek meer gegevens beschikbaar zijn en daarmee nieuwe relaties zijn afgeleid tussen de pH-Veld en pH-KCl (§ 3.3) zijn de grenswaarden voor pH-veld ook aangepast (§ 4.3). Met deze informatie is een nieuwe versie van de sleutel voor pH-profieltypen opgesteld (§ 4.4). In een laatste paragraaf (§ 4.5) bespreken wij nog enkele aspecten waarmee de sleutel in de toekomst verder verbeterd kan worden.

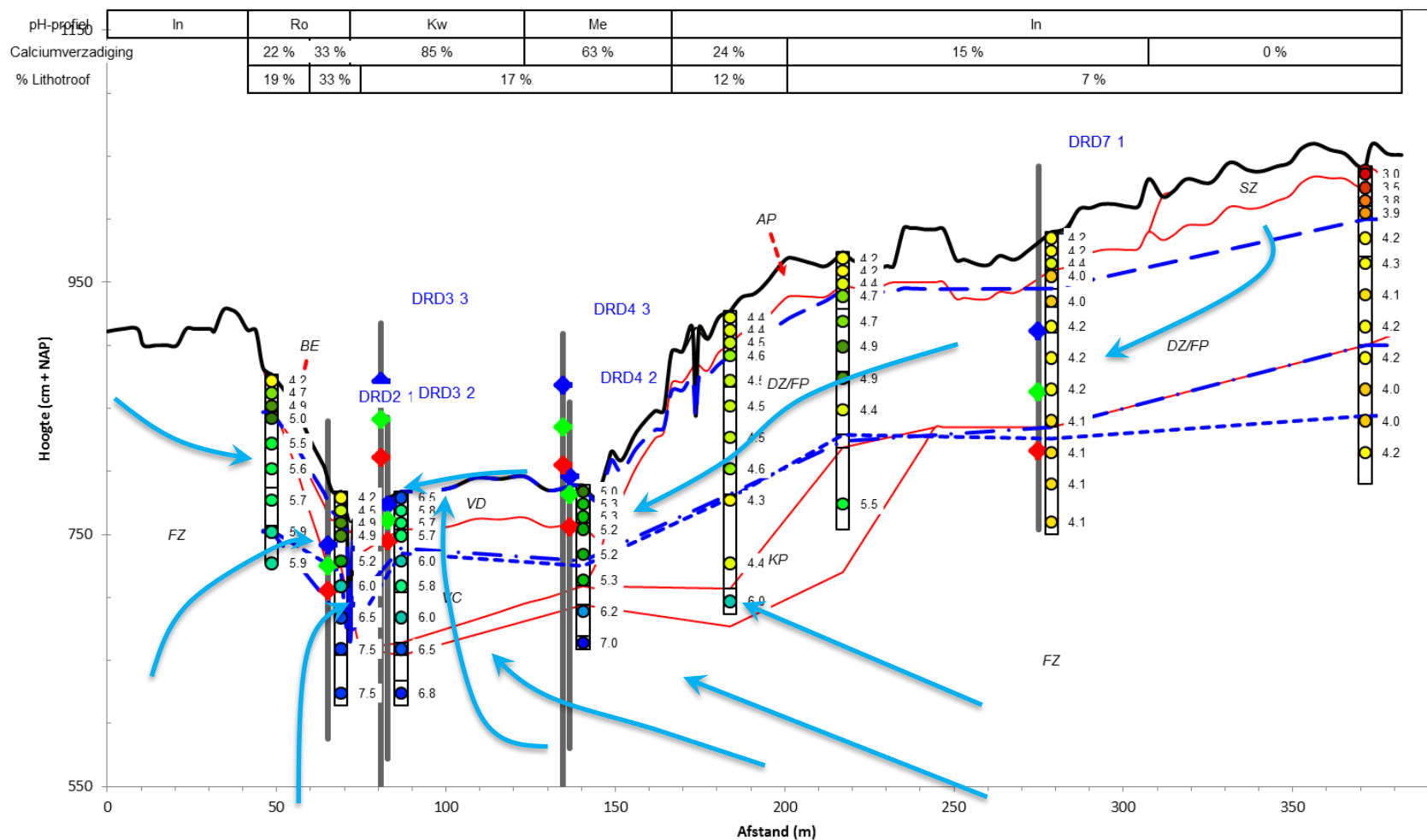
### 4.1 ProVIVis

Voor het verwerken van veldgegevens over bodem-, humus- en pH-profielen werken wij bij WENR met ProVIVis: een toepassing om '**P**rofielen te **V**erwerken, **I**nterpreteren en **V**isualiseren'. Dit is een verzameling R-scripts waarmee wij onder andere de berekening van de kritieke Z-afstand (§ 4.2.1) en de toepassing van de sleutel voor pH-profieltypen (§ 4.4) hebben geautomatiseerd. Ook kunnen voor verschillende strata (bijvoorbeeld bodem- of humusprofieltypen) statistische vergelijkingen gemaakt worden van pH-profielen tussen groepen. Voorbeelden daarvan staan in Hoofdstuk 5. Een voorbeeld van visualisatie staat in Figuur 1.2. ProVIVis is ontwikkeld voor eigen gebruik en gaat daarbij uit van invoerbestanden die specifiek bij WENR in gebruik zijn en mist nog een goede foutafhandeling. Daarom is het alleen binnen WENR beschikbaar.

### 4.2 Inschatten grondwaterinvloed

Dat de samenstelling van het grondwater (grondwaterkwaliteit) van groot belang is voor de zuurbuffer van door grondwater beïnvloede groeiplaatsen, is sinds de ontwikkeling van de ecohydrologie algemeen aanvaard (o.a. Van Wirdum, 1991; Kemmers, 1993; Jansen & Kemmers, 1994). Ook dat deze samenstelling verandert binnen de hydrologische kringloop. Zuur en ionenarm infiltrerend neerslagwater wordt tijdens de stroming door de ondergrond aangerijkt tot kwelwater waarin diverse stoffen zijn opgelost die een zuurbufferende werking hebben, zoals bicarbonaat en basische kationen (vooral calcium). Wanneer gebufferd grondwater door kwel en/of capillaire nalevering in de bodem kan doordringen tot in de wortelzone, mag verwacht worden dat daarmee het zuurbufferend vermogen vergroot wordt. Of dat (in voldoende mate) gebeurt, hangt af van de grondwaterkwaliteit, de opwaartse flux en de duur van de periode waarin een dergelijke aanvoer plaatsvindt. Bij voldoende aanvoer van zuurbufferende stoffen zal dat tot uiting komen in hogere pH-waarden en daarmee in het pH-profiel (zie § 4.4.1).

## Transect D - Hydrologie



**Figuur 4.1** Voorbeeld van een transect door een Drents beekdal, waarbij de pH-profielen bepaald worden door de verandering in grondwaterkwaliteit tussen infiltratiegebied en kwelzone (Van Delft e.a., 2012). De pH-bepalingen zijn weergegeven als gekleurde rondjes, met de waarde ernaast. Lichtblauwe pijlen geven (grond)waterstromen aan. De gekleurde ruiten geven de stijghoogte aan in peilbuizen voor GHG (blauw), GVG (groen) en GLG (rood). De pH-profieltypen in de bovenste balk zijn gebaseerd op een oudere, iets afwijkende sleutel. In de andere balken wordt de calciumverzadiging van de bovengrond gegeven als maat voor de zuurbuffer en het percentage lithotroof (in de ondergrond verrijkt) grondwater.

Of grondwater mogelijk een rol speelt, leiden wij af uit de diepte van de GLG ten opzichte van de kritieke Z-afstand ( $Z_k$ ) van het bodemprofiel. Dat is de diepte waarover door capillaire opstijging een flux van minimaal 2 mm/dag naar de wortelzone mogelijk is. De kritieke Z-afstand kunnen wij in ProVIVis berekenen door de horizonten toe te kennen aan bouwstenen van de Staringreeks en op basis van de bodemfysische eigenschappen van die bouwstenen te berekenen tot welke afstand boven de GLG nog een capillaire flux van 2 mm/dag mogelijk is (Heinen e.a., 2020). Als de afstand tussen GLG en wortelzone kleiner is dan  $Z_k$ , is er dus altijd een flux vanuit het grondwater mogelijk tot in het grondwater en is er potentieel sprake van kwelinvloed. Deze kan echter ook deels verdrongen worden door stagnerend neerslagwater waardoor een neerslaglens of zelfs een infiltratieprofiel ontstaat. De berekeningswijze wordt toegelicht in § 4.2.1.

#### 4.2.1 Berekenen kritieke Z-afstand

De kritieke Z-afstand (of kritieke stijghoogte) is de maximale afstand tussen grondwater en de onderkant van de effectieve wortelzone, waarover een bepaalde flux nog mogelijk is (Verzandvoort e.a., 2012). Onder effectieve wortelzone verstaan wij de diepte waarop in een 10% droog jaar nog juist voldoende wortels doordringen om het aanwezige vocht te onttrekken. Dat is afhankelijk van de bewortelbare diepte en de vegetatie. Voor de beoordeling van grondwaterinvloed gaan wij hier uit van een effectieve bewortelingsdiepte van 20 cm. De kritieke Z-afstand wordt gebruikt om een indicatie te krijgen van de invloed van grondwater op de wortelzone. Hiervoor wordt een flux van 2 mm/dag verondersteld en wordt de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) gebruikt als startpunt voor de berekening. Door van daaraf in kleine stapjes van 0.01 cm naar boven steeds uit te rekenen wat de flux en drukhoogte boven in dat laagje zijn, vinden we de hoogte boven GLG waar de flux nog net groot genoeg is. De flux en drukhoogte in elk stapje zijn afhankelijk van de bodemfysische eigenschappen van de horizont. Daarom hebben wij eerst via een sleutel de grondsoort en Staringreeks-bouwsteen bepaald voor elke horizont. Deze berekening hebben wij ingebouwd in ProVIVis en wordt daar geautomatiseerd uitgevoerd volgens de volgende stappen:

Eerst worden op basis van de profielbeschrijving de Staringreeks-bouwstenen van de horizonten bepaald met hun bijbehorende waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken (Heinen e.a., 2020) en vervolgens wordt de GLG uit de profielbeschrijving gelezen als startpunt van waaruit capillaire opstijging plaatsvindt. Om de kritieke Z-afstand te kunnen berekenen, wordt met de volgende formule de waterdoorlatendheidskarakteristiek als  $K(h)$  [cm/dag] berekend:

$$K(h) = K_s \frac{((1 + |\alpha h|^n)^m - |\alpha h|^{n-1})^2}{(1 + |\alpha h|^n)^{m(\lambda+2)}}, \quad (2)$$

met  $K_s$  als verzadigde doorlatendheid [cm/dag],  $h$  als drukhoogte [cm],  $n$  als vormparameter [-],  $\lambda$  als vormparameter [-],  $\alpha$  als vormparameter [-], en  $m = 1 - 1/n$  (Van Genuchten, 1980). Aan de hand van de waterdoorlatendheidskarakteristiek en de drukhoogte, kan de kritieke Z-afstand als  $z(h)$  [cm] berekend worden met deze formule:

$$z(h) = - \int_0^h \frac{K(x)}{K(x) + q} dx, \quad (3)$$

met  $q$  als flux [cm/dag], wat leidt tot de numerieke oplossing:

$$h(z) = h(z - dz) - dz \left( \frac{q}{K(h(z-dz))} + 1 \right). \quad (4)$$

De genomen werkwijze begint de berekening onderaan in het profiel op het niveau van de GLG waar  $h$  op 0 cm wordt verondersteld. In numerieke stappen van 0.01 cm wordt er gerekend tot de hoogte van het maaiveld wordt bereikt of tot een  $h$  van -16000cm. Er wordt gerekend in numerieke stappen van 0.01 cm en per stap wordt bepaald hoe hoog in het profiel  $z$  rijkt om de Staringreeksparameters af te leiden voor  $K(h)$ . Deze stap wordt herhaald tot dat de kritieke Z-afstand tot aan maaiveld rijkt of tot een  $h$  van -16000 cm is bereikt.

## 4.3 Beoordeling pH-waarden op verschillende dieptes

Naast de inschatting van mogelijke grondwaterinvloed beoordelen wij de maximale of gemiddelde pH in drie diepteklassen:

- De maximale pH-Veld in het gehele traject vanaf 20 cm tot zover als pH bepaald is, meestal ca. 150 cm. Het idee is dat je hiermee de maximale pH hebt van:
  - het moedermateriaal in droge gronden;
  - het door grondwater gebufferde moedermateriaal, indien de diepere metingen onder GLG-niveau liggen, waarbij de zuurgraad in evenwicht is met de zuurbuffer van het grondwater. Dat zou een indicatie moeten geven van het grondwatertype.
- De gemiddelde pH-Veld in het traject van 20 cm -GLG geeft een indruk van de zuurgraad boven GLG-niveau en daarmee in hoeverre gebufferd grondwater van invloed is in bovenliggende lagen.
- De maximale pH-Veld tussen 0-20 cm geeft de zuurgraad aan in de wortelzone en is daarmee als operationele standplaatsfactor van belang. Naast het directe belang voor de plantenwortel bepaalt deze pH ook mede het functioneren van het bodemleven en daarmee de omzetting van organische stof en de nutriëntencyclus (Van Delft e.a., 2006). Bij het beoordelen van het pH-profieltype is deze diepte vooral van belang om de mate van directe kwelinvloed te beoordelen of de nog aanwezige zuurbuffer vanuit het moedermateriaal. Meestal is de pH in dit traject het laagst en neemt deze toe met de diepte. Bij bodems met veel grondwaterinvloed kan dat duiden op een neerslaglens waarbij infiltrerend neerslagwater de samenstelling van het grondwater heeft beïnvloed. Bij drogere bodems is de lagere pH boven in het profiel het gevolg van uitloging.

De grenswaarden die wij hanteren, zijn gebaseerd op grenswaarden voor pH-KCl of pH-H<sub>2</sub>O zoals deze gebruikt worden voor het beoordelen van abiotische randvoorwaarden voor Natura 2000-habitattypen (Runhaar e.a., 2009; Runhaar & Hennekens, 2014) of grenswaarden die wij eerder hebben afgeleid voor het bepalen van kwelinvloed (Kemmers e.a., 2005). Omdat er een goede relatie is tussen pH-Veld en pH-KCl, zijn wij in staat om met de inverse relatie uit Tabel 3.2 grenswaarden voor pH-Veld af te leiden uit de grenswaarden voor pH-KCl. In eerdere versies van de sleutel voor het afleiden van pH-profieltypen werd gebruikgemaakt van relaties op basis van een beperkt aantal metingen. Inmiddels hebben wij met de uitgebreide set die beschikbaar was in dit onderzoek betere relaties kunnen afleiden (§ 3.3). Deze hebben wij gebruikt om in Tabel 4.1 de grenswaarden voor pH-Veld aan te passen. Hiermee zijn ook de criteria in de sleutel in Tabel 4.2 aangepast.

**Tabel 4.1** Referentiewaarden voor de zuurklassen bij verschillende methoden van pH-bepaling, zoals gehanteerd voor de randvoorwaarden voor Natura 2000-habitatype (Runhaar e.a., 2009; Runhaar & Hennekens, 2014), aangevuld met een beoordeling voor pH-Veld op basis van de relaties in § 3.3.

| Zuurklasse | Naam         | pH-H <sub>2</sub> O | pH-KCl  | pH-Veld |
|------------|--------------|---------------------|---------|---------|
| 1          | Basisch      | > 7.5               | > 7.5   | > 6.8   |
| 2a         | Neutraal A   | 7-7.5               | 6.8-7.5 | 6.3-6.8 |
| 2b         | Neutraal B   | 6.5-7               | 6.1-6.8 | 5.8-6.3 |
| 3a         | Zwak zuur A  | 6-6.5               | 5.5-6.1 | 5.3-5.8 |
| 3b         | Zwak zuur B  | 5.5-6               | 4.8-5.5 | 4.8-5.3 |
| 4a         | Matig zuur A | 5-5.5               | 4.1-4.8 | 4.3-4.8 |
| 4b         | Matig zuur B | 4.5-5               | 3.5-4.1 | 3.8-4.3 |
| 5a         | Zuur A       | 4-4.5               | 2.8-3.5 | 3.3-3.8 |
| 5b         | Zuur B       | < 4                 | < 2.8   | < 3.3   |

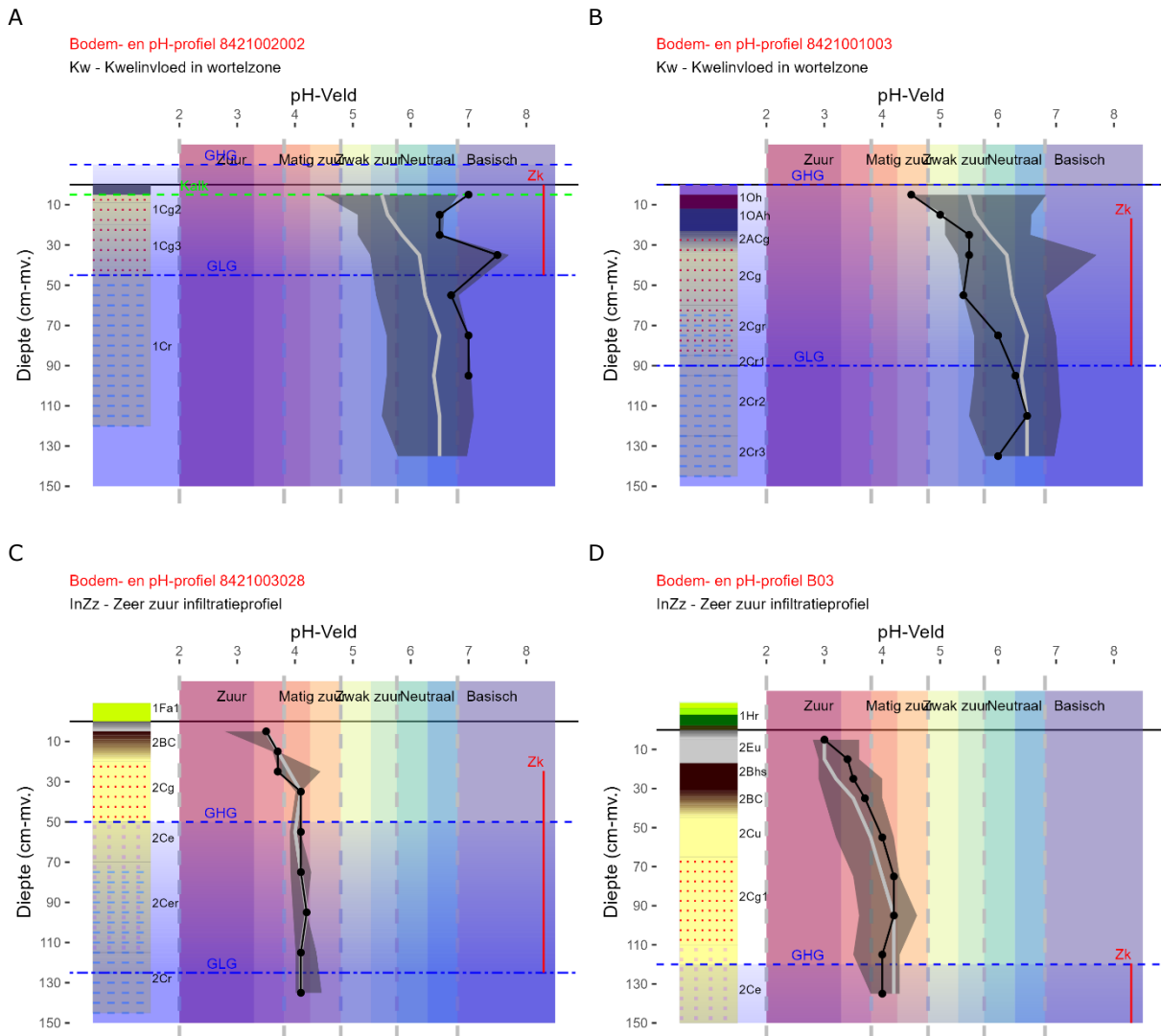
## 4.4 Sleutel pH-profieltypen

Voor het bepalen van het pH-profieltype is een sleutel afgeleid waarmee op basis van de maximale pH-waarden in verschillende diepteklassen, de GLG en de kritieke Z-afstand, een inschatting gemaakt wordt van de hydrologische positie, zuurbuffer van het moedermateriaal en mate van verzuring. Deze sleutel is in eerdere onderzoeken ook al gebruikt, maar is nu aangepast aan de grenswaarden voor pH-Veld die volgen uit nieuwe relaties tussen pH-Veld en pH-KCl (Tabel 4.1). Ook hanteren wij voor het traject tussen 20 cm en GLG nu de gemiddelde waarde in plaats van de maximale waarde, omdat dit een beter beeld geeft van het verloop van de zuurgraad in dit traject. De grenswaarden zijn daarvoor ook aangepast. Daarnaast is in ProVIVis de berekening van de kritieke Z-afstand ( $Z_k$ ) verbeterd ten opzichte van de schattingen op basis van standaardprofielen in eerdere versies (§ 4.2.1). De nieuwe sleutel staat in Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Sleutel voor het afleiden van pH-profieltypen op basis van de mogelijke grondwaterinvloed ( $GLG - Z_k < 20$ ) en de maximale (max) of gemiddelde (gem) waarden van pH-Veld in verschillende dieptetrajecten.

| GLG - $Z_k < 20$ | pH-Veld in dieptetraject |                  |               | pH-profieltype |                                                                     |
|------------------|--------------------------|------------------|---------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|
|                  | >20 cm (max)             | 20 cm -GLG (gem) | 0-20 cm (max) | Code           | Omschrijving                                                        |
| Ja               | $\geq 5.3$               | $\geq 4.8$       | $\geq 4.8$    | Kw             | Kwelinvloed in wortelzone                                           |
|                  |                          |                  | $< 4.8$       | Ro             | Kwelinvloed aanwezig. ondiepe regenwaterlens                        |
|                  |                          | $< 4.8$          |               | Rd             | Kwelinvloed aanwezig. diepe regenwaterlens                          |
|                  | $< 5.3$                  | $\geq 4.8$       |               | Lo             | Mogelijk lokaal kwelwater. of lateraal toegestroomd. zwak gebufferd |
|                  |                          |                  |               |                |                                                                     |
|                  |                          | 4.3 – 4.8        | $\geq 4.3$    | InAa           | Basenarm infiltratieprofiel                                         |
|                  |                          |                  | $< 4.3$       | InAo           | Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel                         |
|                  |                          | $< 4.3$          | $\geq 3.8$    | InZ            | Zuur infiltratieprofiel                                             |
|                  |                          |                  | $< 3.8$       | InZz           | Zeer zuur infiltratieprofiel                                        |
|                  |                          |                  |               |                |                                                                     |
| Nee              | $\geq 5.8$               |                  | $\geq 4.8$    | InBa           | Basenrijk infiltratieprofiel                                        |
|                  |                          |                  | $< 4.8$       | InBo           | Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel                        |
|                  | 4.3 – 5.8                |                  | $\geq 4.3$    | InAa           | Basenarm infiltratieprofiel                                         |
|                  |                          |                  | $< 4.3$       | InAo           | Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel                         |
|                  | $< 4.3$                  |                  | $\geq 3.8$    | InZ            | Zuur infiltratieprofiel                                             |
|                  |                          |                  | $< 3.8$       | InZz           | Zeer zuur infiltratieprofiel                                        |
|                  |                          |                  |               |                |                                                                     |

Op het hoogste niveau in de sleutel vragen wij ons af of de zuurbuffer vooral bepaald wordt door het moedermateriaal en de mate van uitloging daarvan in de bovengrond of door aanvoer van buffer (bicarbonaat, basen) vanuit het grondwater, met kwel en/of capillaire nalevering. Hiervoor gaan wij uit van een wortelzone van 20 cm, waarbij de afstand van de onderkant van de wortelzone tot aan de GLG kleiner moet zijn dan de kritieke Z-afstand. Daarbij maken wij onderscheid tussen pH-profielen mét en zonder grondwaterinvloed. In Figuur 4.2 wordt dat geïllustreerd. Bij A en B is de afstand tussen GLG en de wortelzone (20 cm) kleiner dan de kritieke Z-afstand ( $Z_k$ ) waardoor het hele jaar door capillaire nalevering mogelijk is. Dan gaan wij uit van mogelijke grondwaterinvloed en gebruiken het bovenste deel van de sleutel in Tabel 4.2, Bij C en D is dat niet het geval, waardoor er niet het hele jaar of in het geheel geen contact is. Dat komt overeen met het onderste deel van de sleutel, waarbij wij ervan uitgaan dat er geen grondwaterinvloed is.



**Figuur 4.2** Voorbeelden van vier pH-profielen met uiteenlopende mate van grondwaterinvloed, bij A is de kwelinvloed duidelijk aanwezig, met GLG-Zk ruim binnen de wortelzone (20 cm), bij B is nog wel sprake van kwelinvloed, GLG – Zk valt nog maar net binnen de wortelzone. Bij C komt GLG – Zk iets onder de wortelzone uit, waardoor net sprake is van een infiltratieprofiel, terwijl dat bij D veel duidelijker is. De zwarte lijn met punten laat het verloop van de zuurgraad in het profiel zien, het grijze vlak de spreiding (5-95% percentiel) en de grijze lijn de mediaan voor het pH-verloop in de pH-profielklasse binnen het betreffende project, gebaseerd op 18 (A en B), 3 (C) en 11 (D) profielen.

#### 4.4.1 pH-profielen met mogelijke grondwaterinvloed

Als de afstand tussen GLG en wortelzone (20 cm) kleiner is dan  $Z_k$ , dan is er in principe altijd grondwaterinvloed mogelijk. In dat geval kan de zuurgraad mede door aanvulling van basen en/of bicarbonaat vanuit het grondwater bepaald worden. Er is dan in principe een permanente flux van gebufferd grondwater naar de wortelzone mogelijk (Figuur 4.2).

Waar de maximale pH-Veld dieper dan 20 cm hoger is dan of gelijk is aan 5.3 (Zwak zuur A of hoger), gaan wij uit van kwelinvloed. In dit traject vallen dus ook de waarden dieper dan GLG die als representatief voor de zuurgraad onder invloed van de grondwaterbuffering vallen. Als deze pH-waarde binnen 20 cm ook hoger is dan of gelijk is aan 4.8 (Zwak zuur B of hoger), gaan wij ervan uit dat het gebufferde water voldoende hoog in het profiel doordringt en de zuurgraad in de wortelzone gebufferd wordt door kwelinvloed: 'Kw – Kwelinvloed in de wortelzone'.

Ook bij nattere gronden kan sprake zijn van infiltratie van neerslagwater, hetgeen dan tot uiting komt in de lagere pH-waarden. Bij boringen met een neerslaglens wijst het pH-profiel wel op gebufferd grondwater rond GLG-niveau (maximale pH-Veld > 20 cm  $\geq$  5.3; Zwak zuur A of hoger), maar dit water heeft geen invloed in de wortelzone, omdat het verdrongen wordt door infiltrerend neerslagwater. Is de kwelinvloed tussen 20 cm en GLG nog wel merkbaar (pH-Veld 20 cm – GLG gemiddeld  $\geq$  4.8), maar de wortelzone is verzuurd (maximale pH-Veld < 4.8; matig zuur A of lager), dan wordt het pH-profieltype 'Ro – Kwelinvloed aanwezig, ondiepe neerslaglens'. Als de laag boven GLG ook minder gebufferd is (pH-Veld 20 cm – GLG gemiddeld < 4.8; Matig zuur A of lager), spreken wij van 'Rd – Kwelinvloed aanwezig, diepe neerslaglens'.

Kwelwater is vooral goed gebufferd als het een lang traject door de ondergrond heeft afgelegd en daarbij veel bufferstoffen heeft kunnen opnemen. Dergelijk water met een lange verblijftijd wordt vaak aangeduid als 'Diep kwelwater' of 'Regionaal kwelwater'. De hierboven besproken pH-profieltypen Kw, Ro en Rd zijn ontstaan onder invloed van dit type kwel. Het komt echter ook voor dat water een veel korter traject aflegt, bijvoorbeeld van een dekzandrug naar een aangrenzende laagte of beekdal. Dan wordt er vaak gesproken van 'Ondiepe kwel' of 'Lokale kwel'. Ook komt het voor dat er niet echt sprake is van kwel (een opwaartse flux als gevolg van hogere stijghoogte dieper in het profiel), maar meer van een 'laterale stroming', waarbij water evenwijdig aan het maaiveld door de bodem naar lagere delen stroomt. Dat zien wij bijvoorbeeld bij gooreerdgronden (pZn) in de flanken van vennen. Door de kortere verblijftijd is dit water minder gebufferd, maar kan wel enige invloed uitoefenen op de zuurbuffer in de bodem. In het pH-profiel komt dat tot uiting in minder hoge pH-waarden. Maximale pH-Veld > 20 cm blijft lager dan 5.3 (Zwak zuur B of lager), maar de gemiddelde pH-Veld boven de GLG is nog wel  $\geq$  4.8 (Zwak zuur B of hoger). Het pH-profieltype is dan 'Lo – Mogelijk lokaal kwelwater, of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd'. Deze verschillende kweltypen komen ook voor in de dwarsdoorsnede van een beekdal in Figuur 4.1.

Als bij profielen met mogelijke grondwaterinvloed ook op grotere diepte in natte gronden lage pH-waarden voorkomen, gaan wij ervan uit dat er geen grondwaterinvloed is en spreken we van een infiltratieprofiel. Dit kan voorkomen bij stagnerend neerslagwater waardoor eventuele kwelinvloed tegengehouden wordt, zoals in afvoerloze laagtes. Daarnaast komt dit voor in bijvoorbeeld hoogveengebieden, waarbij de stijghoogte in de ondergrond geen aanleiding geeft tot kwel, maar water stagneert op een ondoorlatende laag of 'Veenbasis' (Van den Akker e.a., 2017). De afstand tussen GLG en de wortelzone is weliswaar kleiner dan  $Z_k$ , maar pH-Veld is overal (ook onder GLG) lager dan 5.3 ((Zwak zuur B of lager) en ook in het traject 20 -GLG gemiddeld lager dan 4.8 (Matig zuur A of lager). Als de zuurgraad op deze diepte wel  $\geq$  4.3 is (Matig zuur A), lijkt er toch nog wel enige buffer aanwezig en spreken wij van 'InAa – Basenarm infiltratieprofiel'; als deze laag nog zuurder is (gemiddelde pH-Veld < 4.3; Matig zuur B of lager), is er geen sprake van een zuurbuffer en is het pH-profieltype 'InZ – Zuur infiltratieprofiel'. Verdere verzuring van de bovengrond (0-20 cm) komt tot uiting in een 'InAo – Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel', met maximale pH-Veld 0-20 cm < 4.3 (Matig zuur B of lager) en 'InZz – Zeer zuur infiltratieprofiel', met maximale pH-Veld 0-20 cm < 3.8 (Zuur A of lager).

#### 4.4.2 pH-profielen zonder grondwaterinvloed

Als de  $Z_k$  vanaf GLG niet tot in de wortelzone reikt, is er in elk geval een deel van het jaar geen grondwaterinvloed en gaan wij uit van een infiltratieprofiel. De zuurbuffer wordt dan geheel toegeschreven aan het moedermateriaal en de mate waarin dit door infiltrerend neerslagwater is uitgeloozd (zie Figuur 4.2)

Als de ondergrond goed gebufferd is (maximale pH-Veld  $\geq$  5.8; Neutraal B en hoger), gaan wij uit van een 'InBa – Basenrijk infiltratieprofiel', wat vaak samengaat met kalkrijk moedermateriaal of in elk geval een hoge basenverzadiging in de ondergrond. Wanneer daarbij door uitloging de maximale zuurgraad in de wortelzone verlaagd is tot < 4.8, spreken wij van 'InBo – Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel'.

In overige situaties gaan wij uit van basenarm moedermateriaal, wat meestal een maximale pH-Veld > 20 cm heeft > 4.3 en < 5.8 (Matig zuur A tot Zwak zuur A, zie Figuur 2.3 en Bijlage 2), behalve bij sterke verzuring (maximale pH-Veld > 20 cm < 4.3; Matig zuur B of lager). Net als bij de pH-profielen met mogelijke grondwaterinvloed maken wij voor basenarm moedermateriaal onderscheid tussen 'InAa – Basenarm infiltratieprofiel' (maximale pH-Veld > 20 cm  $\geq$  4.3 en < 20 cm  $\geq$  4.3) en 'InAo – Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel' (maximale pH-Veld > 20 cm  $\geq$  4.3 en < 20 cm < 4.3). Bij verzuurd moedermateriaal is dat 'InZ – Zuur infiltratieprofiel' (maximale pH-Veld > 20 cm < 4.3 en < 20 cm  $\geq$  3.8) en 'InZz – Zeer zuur infiltratieprofiel' (maximale pH-Veld > 20 cm < 4.3 en < 20 cm < 3.8).

---

## 4.5 Discussie

De in § 0 besproken sleutel is een verbetering ten opzichte van vorige versies en nu ook beter onderbouwd. Dat wil niet zeggen dat er geen verdere verbeteringen mogelijk zijn. In deze paragraaf bespreken wij enkele aspecten die nader uitgewerkt kunnen worden, maar wat niet mogelijk was binnen dit project.

### 4.5.1 Wel of geen grondwaterinvloed?

Door de vergelijking van de kritieke Z-afstand ( $Z_k$ ) met de afstand tussen GLG en de wortelzone maken wij een harde knip tussen profielen met (mogelijke) grondwaterinvloed en profielen waar deze invloed niet verwacht wordt (zie ook Figuur 4.2). In werkelijkheid gaat het natuurlijk om veel geleidelijkere overgangen tussen profielen waar permanent kwel aanwezig is en profielen waar, ook via capillaire opstijging nooit contact is tussen grondwater en wortelzone. Dat is vergelijkbaar met verschillende profieltypen bij het beoordelen van vochtleverend vermogen (Ten Cate e.a., 1995b):

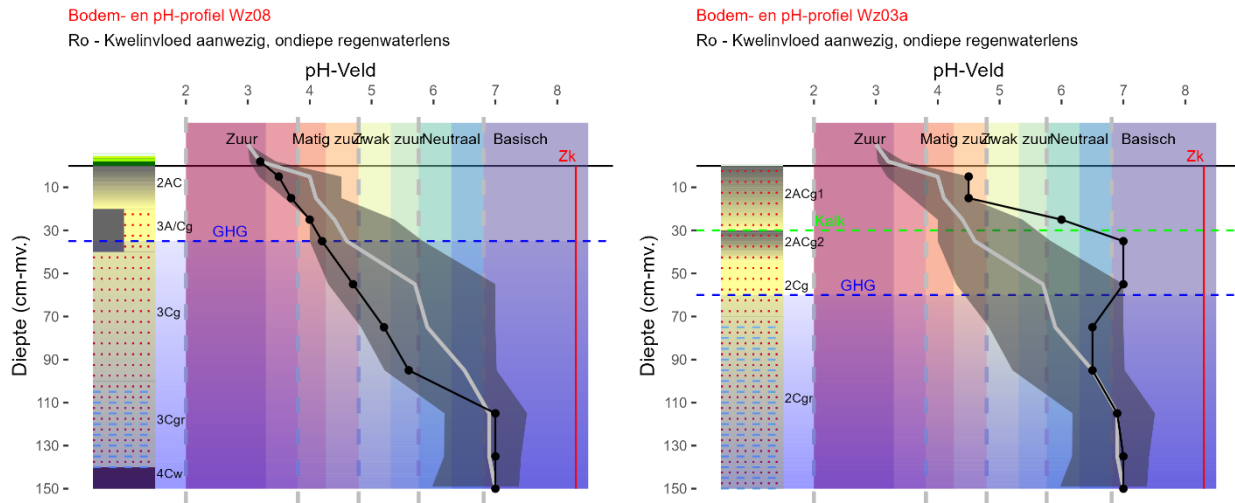
- Hangwaterprofielen, waarbij in het voorjaar al geen sprake meer is van capillaire nalevering: de afstand tussen GVG en wortelzone is groter dan  $Z_k$ ;
- Grondwaterprofielen, waarbij gedurende het hele groeiseizoen voldoende capillaire nalevering mogelijk is: de afstand tussen de diepste grondwaterstanden (GLG) en de wortelzone is kleiner dan  $Z_k$ . Deze definitie wijkt iets af van Ten Cate e.a. (1995b) waarbij als laagste grondwaterstanden de LG3 in een 10% droog jaar bedoeld wordt. LG3 is dan het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand (rond de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup>) en een 10% droog jaar is een jaar met een neerslagtekort dat 1 keer per 10 jaar voorkomt. Omdat wij geïnteresseerd zijn in gemiddelde omstandigheden, rekenen wij met GLG;
- Tijdelijke grondwaterprofielen, waarbij in een deel van het groeiseizoen voldoende capillaire nalevering is: de afstand tussen GVG en wortelzone is kleiner dan  $Z_k$ , maar de afstand tussen GLG en wortelzone is groter dan  $Z_k$ .

De profielen waarvoor de sleutel voor pH-profieltypen aangeeft dat er mogelijk invloed is van grondwater, komen in deze definitie overeen met de grondwaterprofielen. In principe is er dan altijd nalevering mogelijk, maar deze wordt in een aantal gevallen verdrongen door neerslaglenzen. De overige profielen, waarvoor wij aangeven dat er geen grondwaterinvloed is, kunnen in een deel van het seizoen wel enige capillaire nalevering hebben als zij overeenkomen met de definitie van de tijdelijke grondwaterprofielen. Alleen bij de hangwaterprofielen is zeker geen sprake van grondwaterinvloed.

Dit zouden wij kunnen oplossen door gebruik te maken van meervoudige logica (De Gruijter en Boogaard, 2001; De Gruijter e.a., 2011). Voor de profielen met mogelijke grondwaterinvloed kunnen we onderscheid maken tussen profielen waar dat evident is ( $K_w$  en  $L_o$ ) en profielen waar een toenemende mate van neerslaginvloed in is te herkennen ( $R_o$ ,  $R_d$ ,  $I_nA$  en  $I_nZ$ ). Bij de profielen zonder grondwaterinvloed kunnen we onderscheid maken tussen de echte hangwaterprofielen en profielen waar in een deel van het jaar sprake is van grondwaterinvloed.

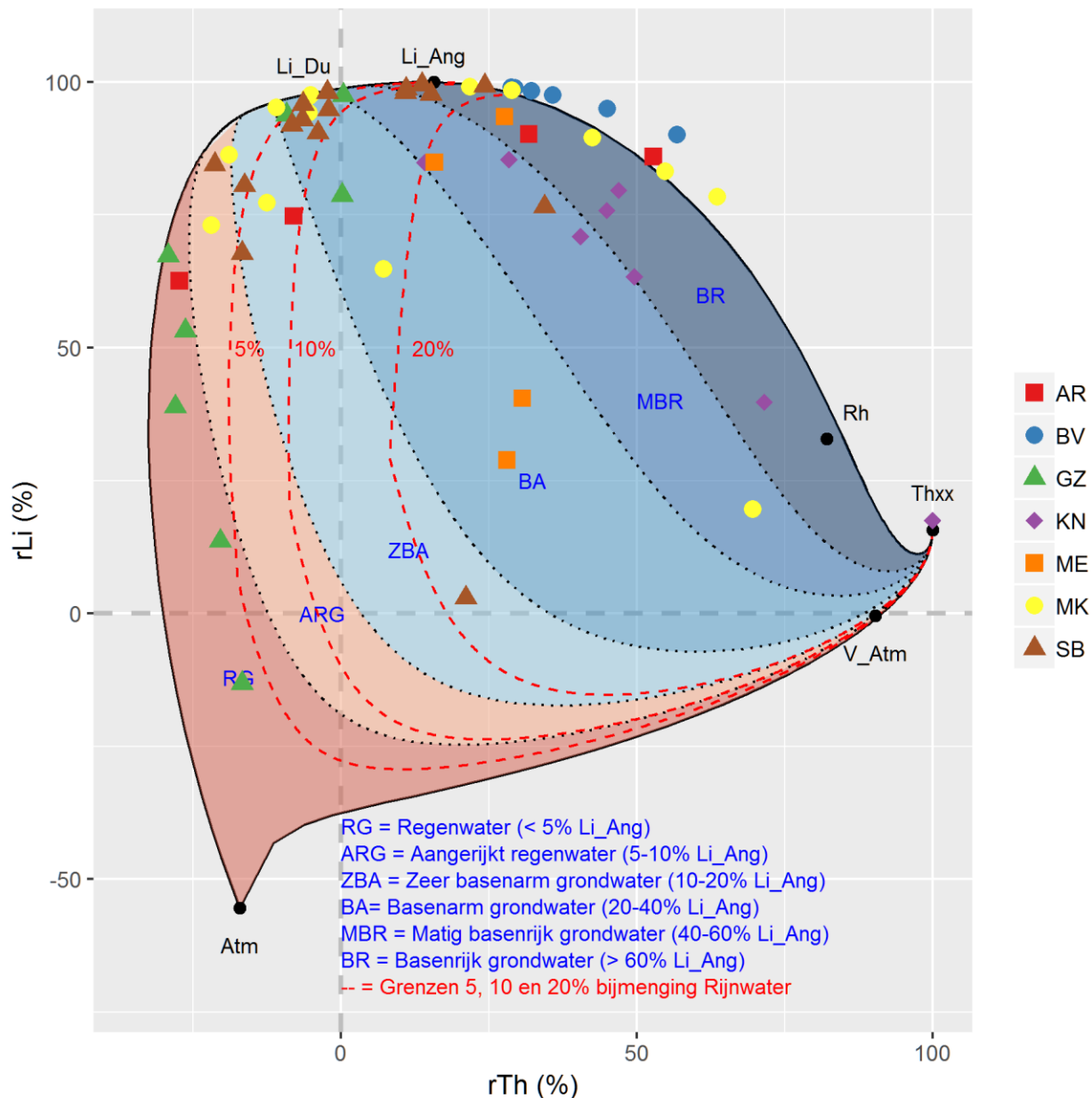
De hiervoor geschetste oplossing gaat nog steeds uit van een indeling in klassen. Er kan ook voor gekozen worden om te werken met minder harde grenzen, bijvoorbeeld door per profiel aan te geven voor welk deel het lijkt op een kwelprofiel en voor welk deel op een infiltratieprofiel. Daarbij zou bijvoorbeeld de relatieve duur van het grondwatercontact een maat kunnen zijn. Dat wordt ook toegepast bij het berekenen van vochtleverend vermogen, waarbij ervan uitgegaan wordt dat het grondwaterpeil in een rechte lijn daalt van GVG naar LG3. Omdat dit verband in de praktijk vaak niet lineair is, zou dan gewerkt kunnen worden met overschrijdingsduurlijnen.

## 4.5.2 Maximale en gemiddelde pH-waarden in klassen



**Figuur 4.3** Twee pH-profielen die beide beoordeeld zijn als 'Ro – Kwelinvloed aanwezig, ondiepe neerslaglens'. De grijze band geeft de spreiding tussen 5%- en 95%-percentiel aan van alle pH-profielen in het betreffende project en de lichtgrijze lijn de mediaan. De zwarte lijn met punten geeft de metingen in het beschreven profiel weer.

Om praktische redenen is gekozen om te rekenen met de maximale of gemiddelde pH in een dieptetraject. Dat is namelijk eenvoudig te bepalen en te vergelijken. Dit gaat ervan uit dat de pH van boven in het profiel (maximaal verzuurd) geleidelijk aan oploopt met de diepte (zuurgraad moedermateriaal, of maximale kwelinvloed). In Figuur 4.3 hebben wij twee pH-profielen opgenomen uit een reeks profielen in bossen in Noord-Brabant (Dijk & Van Delft, 2021). Beide profielen voldoen aan de criteria voor 'Ro – Kwelinvloed aanwezig, ondiepe neerslaglens'. Door het kalkrijke moedermateriaal en de verwachte grondwaterinvloed (GLG – 20 cm < Z<sub>k</sub>) is kwelinvloed aannemelijk. De maximale pH-Veld dieper dan 20 cm (en ook tussen 20 en GLG) is duidelijk hoger dan 5.3, maar ondieper dan 20 cm (de wortelzone) is pH-Veld voor beide profielen < 4.8. Toch is het verloop van de zuurgraad met de diepte heel verschillend. Waar in het linkerprofiel de pH tussen 20 en 95 cm -mv geleidelijk oploopt van 4.0 tot 5.5 en pas vanaf 95 cm -mv sneller oploopt, loopt deze in de rechterfiguur vanaf 20 cm -mv veel sneller op. Links is de neerslaglens dus veel dieper ontwikkeld dan rechts. Hier zouden wij meer nuance in kunnen aanbrengen door met andere criteria te werken, zoals de helling waarmee de zuurgraad verandert of de diepte waarop een grenswaarde wordt overschreden. Ook de vorm van die helling, hol of bol, zou extra informatie kunnen geven. Ook hier zou een benadering met meervoudige logica overwogen kunnen worden.



**Figuur 4.4** Voorbeeld van een similariteitsdiagram voor de verwantschap van alle watermonsters met referentiewatertypen (Van Delft e.a., 2020). De gekleurde zones geven een indruk van het watertype op basis van theoretische mengverhoudingen van regenwater (Atm) en zeewater (Thxx) met hard grondwater (Li\_Ang). Om een beeld te krijgen van beïnvloeding door landbouwwater (binnen Hogere zandgronden) en rivierwater (binnen Rivierengebied en Laagveengebieden), zijn met rode streepjes de theoretische mengverhoudingen met Rijnwater (Rh) opgenomen.

In dit rapport beschrijven wij het gebruik van pH-profielen als aanvulling op een veldbodemkundige beschrijving om de landschapsecologische positie van een boorlocatie op een eenvoudige manier in beeld te brengen. Een zinvolle aanvulling daarop kan het meten van grondwaterkwaliteitskenmerken in het boorgat zijn. Een vrij eenvoudige meting van elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en eventueel pH kan waardevolle informatie geven over het grondwatertype. Voorwaarde is wel dat de meting gedaan wordt in een tijdelijke grondwaterstandbuis met een kort filter onder GLG-niveau (Kemmers e.a., 2005). Water in een boorgat is meestal verstoord door de boring. Het filter voorkomt verstoring door bodemdeeltjes (silt, lutum) in suspensie en menging van lagen in het grondwater. Voor de meting moet de buis dan leeggepompt worden, zodat vers water van de juiste diepte kan toestromen. Dat kan nog beter onderbouwd worden door het nemen van een grondwatermonster (Kemmers e.a., 2011; Van Delft e.a., 2020). Met het model MAION

---

(Van Wirdum, 1991; Van Walsum e.a., 2008) kan op basis van de chemische samenstelling van een watermonster beoordeeld worden op welk soort water dit monster het meest lijkt. Voor die vergelijking worden referentiewatermonsters gebruikt die de samenstelling van verschillende onderdelen van de watercyclus vertegenwoordigen. De gelijkenis wordt vervolgens uitgedrukt in een percentage verwantschap of 'similariteit'. De verwantschap van de watermonsters met referentiewatertypen wordt uitgedrukt in procenten. In werkelijkheid zal er altijd sprake zijn van een menging van bijvoorbeeld gebufferd grondwater met een aandeel regenwater of verontreiniging door landbouwinvloed. De mengverhoudingen zijn niet direct af te leiden, maar via een vervolgbewerking kan wel worden ingeschat wat de verhouding is waarin referentiewatertypen gemengd zouden moeten worden om een samenstelling te krijgen zoals in het watermonster gevonden wordt. Omdat de ionconcentraties in de verschillende referentiewatertypen sterk uiteenlopen, kan daarbij een klein aandeel hard grondwater in een monster met overwegend neerslagwater al een sterke verwantschap met grondwater geven. Door het bepalen van de mengverhouding van referentiewatertypen waaruit het gevonden water samengesteld kan zijn, wordt een indruk verkregen hoe sterk de bijdragen van grondwater, neerslagwater en landbouw zijn (Jansen en Kemmers, 1994).

Als in de boorgaten pH en EC gemeten zijn en in een deel van de boorgaten of in peilbuizen door middel van watermonsters ook de verwantschappen met referentiewatertypen zijn berekend (zie boven), is het mogelijk op basis van een regressiemodel een indruk te krijgen van het aandeel gebufferd grondwater in de boorgaten (Mulder e.a., 1992; Kemmers, 1993; Kemmers e.a., 2005). Bij de analyse van de verdrogingsmonitoring in zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht is deze methode verder uitgewerkt in R-scripts (Van Delft e.a., 2020).

Het opnemen van EC (en pH) van het water in het boorgat (via filter in tijdelijke buis, zie boven), liefst in combinatie met een aantal grondwatermonsters, kan een waardevolle aanvulling zijn bij de beoordeling van de pH-profielen. Dat is nog niet uitgewerkt in de sleutel, maar kan wel de conclusie uit de sleutel onderbouwen of nuanceren, bijvoorbeeld bij een beoordeling op de grens tussen grondwaterinvloed en infiltratie.

## 5 pH-profieltypen in landschapsecologische context

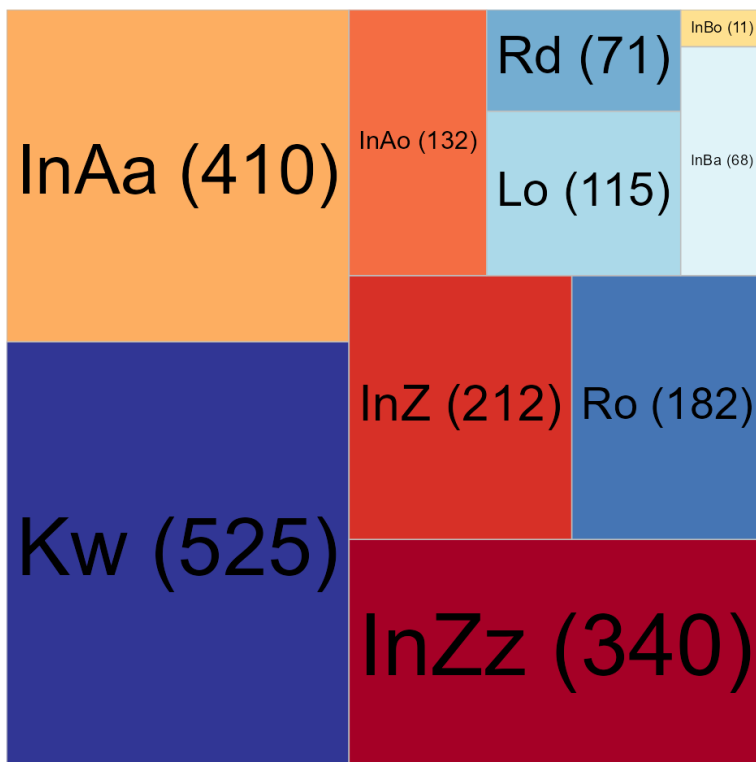
### 5.1 Beoordeling beschikbare profielen

In Hoofdstuk 3 hebben wij onderzocht wat de indicatieve waarde is van de met indicatorstripjes aan het bodemprofiel bepaalde pH-Veld in relatie tot laboratoriummetingen. Vervolgens hebben wij in Hoofdstuk 4 de methode om tot een indeling in pH-profieltypen te komen nader uitgewerkt en onderbouwd. Het nut van deze methode hangt natuurlijk ook af van de toepasbaarheid. In hoeverre zien wij verschillen in zuurgraad en pH-profieltypen tussen kenmerken van groeiplaatsen die van belang geacht worden in landschapsecologisch onderzoek? Kan het opnemen en beoordelen van pH-profielen bijdragen aan een beter begrip van het functioneren van een groeiplaats? Dat onderzoeken wij in § 5.2 door te bepalen in hoeverre pH-profielen onderscheidend zijn tussen eenheden van diverse landschapsecologisch relevante groeiplaatskenmerken. Behalve het beantwoorden van deze vragen, geven de beschrijvingen in dit hoofdstuk en de overzichten in Bijlage 3 veel informatie die kan dienen als documentatie voor de Landschappelijke Bodemkaart en humusprofielen. Bij het lezen van de betreffende paragrafen veronderstellen wij wel enige basiskennis van de betreffende onderwerpen; we nemen daarin ook literatuurverwijzingen op als referentie.

Voor de beschikbare profielen hebben wij met de sleutel (Tabel 4.2) pH-profieltypen afgeleid. Niet alle profielen hadden voldoende pH-bepalingen in de verschillende diepteklassen, waardoor een deel is afgefallen. Bij 2072 profielen is dat wel gelukt (Figuur 5.1). Voor de praktische toepasbaarheid is het ook relevant om te weten hoe deze pH-profieltypen zich verhouden tot landschapsecologische kenmerken van de groeiplaats. Daarvoor hebben wij in de volgende paragrafen de verdeling van pH-profieltypen over o.a. Fysisch-Geografische Eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart (Van Delft & Maas, 2023), humusvormen en andere landschapsecologische kenmerken onderzocht. In de profielbeschrijvingen staat bijvoorbeeld informatie over bodemeenheid en grondwatertrap, die ook bruikbaar kan zijn om te vergelijken met het voorkomen van pH-profieltypen. Omdat het daarbij om grote aantallen eenheden gaat, hebben wij dit ook op een hoger aggregatieniveau vergeleken als bodemklassen en klassen voor de ontwateringstoestand. Met het programma ProVIVis (zie § 4.1) hebben wij voor 2538 profielen de humusvorm gedetermineerd volgens de Nederlandse humusvormclassificatie (Van Delft e.a., 2006) en het pH-profieltype afgeleid volgens de sleutel in § 4.4. Van 2066 humusprofielen was ook een pH-profiel beschikbaar voor de vergelijking in § 5.2.5.

**Tabel 5.1** Onderscheiden pH-Profieltypen, zie Tabel 4.2 voor de verklaring van deze typen.

| Code | Omschrijving                                                        |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| Kw   | Kwelinvloed in wortelzone                                           |
| Ro   | Kwelinvloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens                        |
| Rd   | Kwelinvloed aanwezig, diepe regenwaterlens                          |
| Lo   | Mogelijk lokaal kwelwater, of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd |
| InBa | Basenrijk infiltratieprofiel                                        |
| InBo | Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel                        |
| InAa | Basenarm infiltratieprofiel                                         |
| InAo | Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel                         |
| InZ  | Zuur infiltratieprofiel                                             |
| InZz | Zeer zuur infiltratieprofiel                                        |



**Figuur 5.1** Verdeling van de onderzochte profielen over de pH-profieltypen. Zie Tabel 5.1 voor de verklaring van de codes.

Naast de in dit hoofdstuk besproken relaties met groeiplaatskenmerken, mogen wij ook verwachten dat er een relatie is tussen het pH-profiel en plantengemeenschappen. Planten hebben immers vaak een duidelijke voorkeur voor groeiplaatsen met een bepaalde zuurgraad (zie o.a. Runhaar e.a., 2009) en ook de mate waarin kwel van invloed is in de wortelzone kan bepalend zijn voor het voorkomen van soorten. Bij een deel van de profielbeschrijvingen zijn ook vegetatieopnamen beschikbaar of in elk geval een voldoende betrouwbare inschatting van de plantengemeenschap. Interpretatie van deze informatie vraagt echter meer tijd en was daarom niet mogelijk in dit project.

### Verdeling pH-profielen

Voor de landschapsecologische kenmerken die wij in de volgende paragrafen bespreken, kunnen wij aan de hand van kruistabellen vergelijken hoe de pH-profieltypen verdeeld zijn over de eenheden binnen deze kenmerken (bijvoorbeeld Tabel 5.3). Daarbij hebben wij in de rijen de procentuele verdeling van de pH-profieltypen per eenheid weergegeven, met in de laatste kolom het totaal aantal profielen binnen die eenheid.

De verdeling van de pH-waarden voor de eenheden geven wij in zogenaamde 'violin-plots' weer voor de verschillende diepteklassen (zie bijvoorbeeld Figuur 5.2 en Figuur 5.3). De breedte van de vorm bij een pH-waarde op de y-as geeft dan de relatieve verdeling aan van de pH-waarden voor die eenheid in die diepteklasse. Met een rode stip geven wij de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Als deze samenvallen en de vorm loopt naar boven en onder taps toe, is waarschijnlijk sprake van een 'normale' verdeling, zoals bij de eenheid 'W' in Figuur 5.3. Vormen met een brede onderkant en een lang uitlopende bovenkant, of omgekeerd, wijzen op een scheve verdeling, meestal vallen gemiddelde en mediaan dan ook niet samen. Dat zien wij bij de eenheden 'B' en 'W' in Figuur 5.2. Tweekoppige verdelingen hebben minder waarnemingen (smaller) rond het midden (gemiddelde en mediaan), maar worden naar boven en onder weer breder, zoals bij de eenheid 'KX' in de laag > 20 in Figuur 5.3. Uitbijters herkennen wij aan een lange streep naar boven of onder, zoals bij de eenheden 'Y' en 'H' in Figuur 5.3. Vanwege de leesbaarheid geven wij deze figuren alleen als er voor een kenmerk minder dan twintig eenheden zijn.

## Significant en relevant

Naast deze grafische weergave van de verdelingen is het interessant om te weten welke eenheden van elkaar verschillen. Daarvoor hebben wij een paarsgewijze vergelijking op basis van een t-toets uitgevoerd tussen alle eenheden. Hierbij hebben wij twee criteria aangehouden:

- Is het verschil tussen twee eenheden *significant* met  $p < 0.05$ ? Dat wil zeggen dat de kans dat de gemiddelde waarden van de twee eenheden niet van elkaar verschillen kleiner is dan 0.05 (5%). Bij een groot aantal waarnemingen, zoals in deze dataset, kunnen kleine verschillen al sterk significant zijn, zonder dat zij echt relevant zijn voor de toepassing;
- Is het verschil *relevant*? Hiervoor houden wij aan dat de gemiddelde pH-Veld van twee eenheden minimaal 0.5 pH-eenheden van elkaar moet verschillen om relevant te zijn. Dat komt ongeveer overeen met de klassebreedte voor de zuurgraad (Tabel 4.1 en Figuur 4.2) en is met de indicatorstrookjes in het veld goed te onderscheiden (Figuur 1.1).

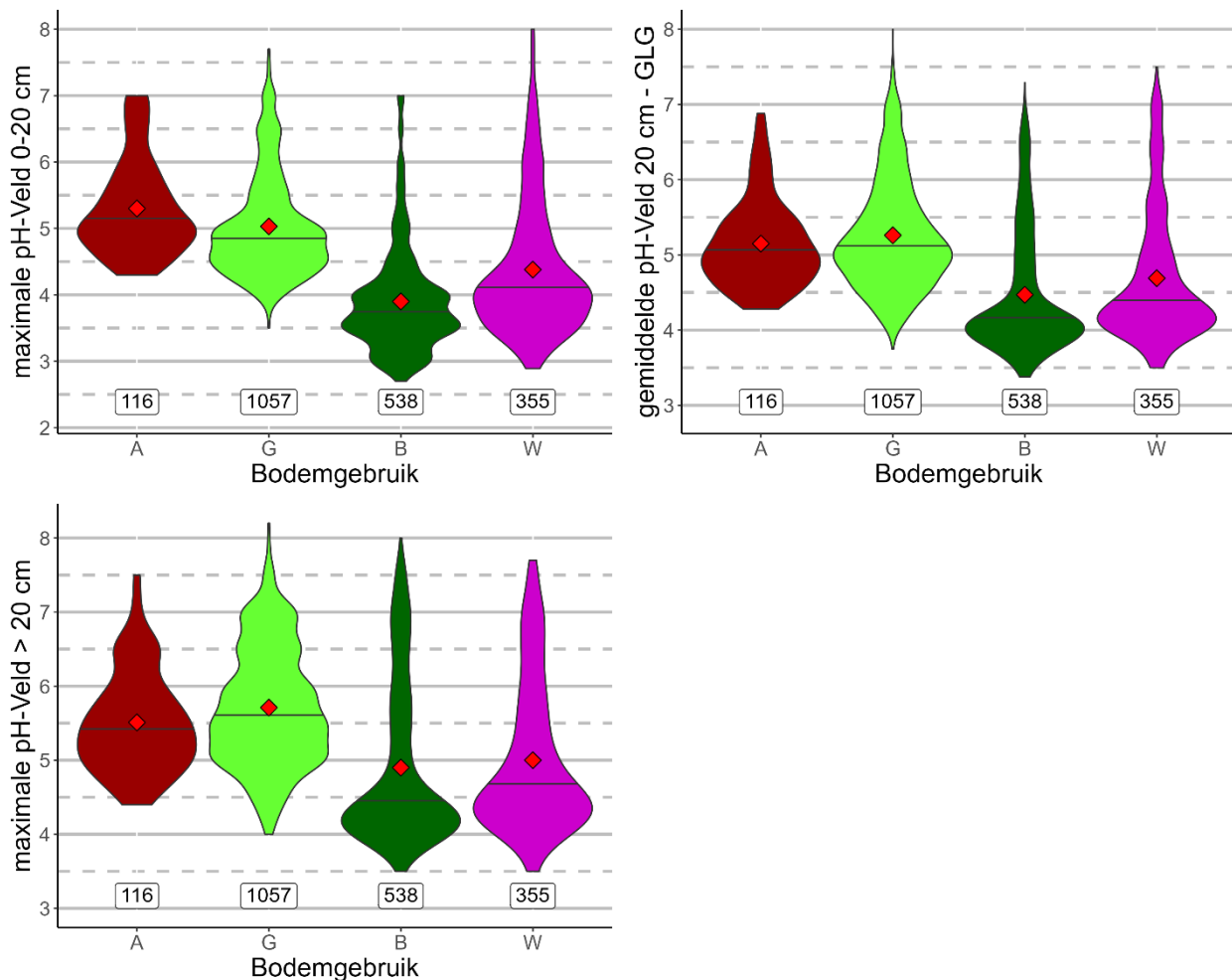
In kruistabellen in Bijlage 3 geven wij de bandbreedte en onderlinge verschillen van de pH-waarden in de diepteklassen per eenheid. Deze bijlage is vrij groot, maar moet ook gezien worden als naslag voor indicaties van verschillen tussen bijvoorbeeld eenheden van de Landschappelijke Bodemkaart of humusvormen. In de volgende paragrafen hebben wij in een aantal gevallen de tabellen uit Bijlage 3 overgenomen waar deze ondersteunend zijn aan de tekst en niet te veel eenheden omvatten (bijvoorbeeld Tabel 5.2). De kolommen in de tabellen zijn steeds opgedeeld in drie blokken die gescheiden worden door een dubbelle lijn, om een snelle interpretatie mogelijk te maken zijn de cellen steeds ingekleurd, afhankelijk van de waarden:

- Blok **Kenmerken**:
  - De code van het **cluster**, ingekleurd volgens de legenda in de bijbehorende figuren en tabellen in het rapport. Deze komt zo veel mogelijk overeen met de kleuren die op kaarten voor dat kenmerk worden gebruikt (bijvoorbeeld Bodemkaart of Landschappelijke Bodemkaart);
  - Het aantal profielen in de kolom **n**, ingekleurd naar het aantal (lichtgroen = weinig, donkergroen = veel);
  - Onder **Laag**, de drie dieptetrajecten waarvoor verschillen beoordeeld zijn: Tot20 = de maximale pH-Veld in de wortelzone (0-20 cm), als indicatie voor de groeiplaats, V20GLG = de gemiddelde pH-Veld tussen 20 cm en GLG, als indicatie voor de mate waarin zuurbuffer vanuit het grondwater doordringt in de richting van de wortelzone en Van20 = de maximale pH-Veld dieper dan 20 cm, als maat voor de zuurbuffer van het moedermateriaal of door het grondwater.
- Blok **Bandbreedte pH-Veld**:
  - Percentielen 5% (P05) 50% of mediaan (P50) en 95% (P95) en de gemiddelde waarden (Gem) in de lagen. Deze zijn ingekleurd volgens de zuurgraadklassen in Tabel 4.1.
- Blok **Verschillen**:
  - In deze kolommen geven wij de paarsgewijze verschillen tussen de groepen voor zover deze significant ( $p < 0.05$ ) en relevant (verschil  $\geq 0.5$  pH-eenheid) zijn; ns = Niet significant ( $p \geq 0.05$ ); nr = Niet relevant (verschil  $< 0.5$ ); \_ = Hetzelfde cluster, dus geen vergelijking. De grootte van de verschillen is geïllustreerd door middel van kleur: eenheden die een veel lagere gemiddelde pH-Veld ( $\leq -2$ ) hebben, dus zuurder zijn, worden rood ingekleurd, eenheden die een veel hogere gemiddelde pH-Veld ( $\geq 2$ ) hebben, dus basischer zijn, worden blauw ingekleurd. Tussenvallende waarden zijn met oranje en lichtblauwe mengkleuren aangegeven.

## 5.2 Verdeling pH-profieltypen over landschapsecologische kenmerken

### 5.2.1 Bodemgebruik

Een eenvoudig kenmerk dat standaard in de profielbeschrijving is opgenomen, is het bodemgebruik. De codes voor bodemgebruik in onderstaande figuur en tabellen zijn op een hoger niveau geaggregeerd ten opzichte van de gegevens in de profielbeschrijving, zodat er bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt wordt tussen naaldbos (BN) of loofbos (BL). De groep 'W' omvat zowel vochtige en droge heides als natte natuurterreinen zoals schorren en slikken. Natuurgraslanden (hooilanden, heischraal grasland) kunnen op basis van de beschikbare gegevens niet onderscheiden worden van agrarisch grasland. Alle graslandtypen vallen onder de code 'G'.



**Figuur 5.2** Verdeling van pH-Veld binnen klassen voor bodemgebruik voor de maximale of gemiddelde pH per diepteklasse. De codes voor bodemgebruik worden verklaard in Tabel 5.3. Het aantal profielen per klasse staat onder de vorm. De rode stip geeft de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Zie ook Tabel 5.2 voor de bandbreedtes en onderlinge verschillen.

Het geschiktste bodemgebruik op een locatie wordt medebepaald door bodemeigenschappen, waaronder de zuurgraad. Tegelijkertijd wordt de zuurgraad ook weer beïnvloed door het bodemgebruik (Van Delft & Maas, 2023). Langdurige overexploitatie zoals in een heide (W) leidt tot uitloging van de bodem en in bos (B) hebben veel boomsoorten, via het strooisel, een verzurende werking op de bodem. Bij agrarisch grondgebruik als bouwland (A) wordt de zuurgraad door middel van bemesting en bekalking op een voor het gewas optimale zuurgraad gebracht. Dat geldt ook voor agrarisch grasland (G), maar niet voor natuurgrasland. In onze dataset kunnen wij dat onderscheid niet maken. In hoeverre de zuurgraad verschilt tussen bodems met een verschillend bodemgebruik wordt weergegeven in Figuur 5.2 en Tabel 5.2. In Tabel 5.3 staat de verdeling van pH-profieltypen over eenheden van bodemgebruik die daar het gevolg van is.

**Tabel 5.2** Aantallen, bandbreedte en paarsgewijze verschillen voor pH-Veld in verschillende klassen voor bodemgebruik. De inhoud van de tabel wordt toegelicht in § 5.1.

| Kenmerken |      |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Versillen |      |       |       |
|-----------|------|--------|---------------------|------|------|------|-----------|------|-------|-------|
| Cluster   | n    | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | A         | G    | B     | W     |
| A         | 116  | Tot20  | 4.48                | 5.05 | 6.80 | 5.30 | —         | nr   | -1.40 | -0.92 |
|           |      | V20GLG | 4.43                | 5.00 | 6.31 | 5.15 | —         | ns   | -0.68 | nr    |
|           |      | Van20  | 4.60                | 5.40 | 6.53 | 5.51 | —         | nr   | -0.61 | -0.51 |
| G         | 1057 | Tot20  | 4.17                | 4.90 | 6.60 | 5.03 | nr        | —    | -1.13 | -0.65 |
|           |      | V20GLG | 4.29                | 5.11 | 6.72 | 5.26 | ns        | —    | -0.79 | -0.57 |
|           |      | Van20  | 4.50                | 5.59 | 7.00 | 5.71 | nr        | —    | -0.81 | -0.71 |
| B         | 538  | Tot20  | 3.00                | 3.73 | 5.60 | 3.90 | 1.40      | 1.13 | —     | nr    |
|           |      | V20GLG | 3.67                | 4.12 | 6.34 | 4.47 | 0.68      | 0.79 | —     | nr    |
|           |      | Van20  | 4.00                | 4.30 | 7.00 | 4.90 | 0.61      | 0.81 | —     | ns    |
| W         | 355  | Tot20  | 3.28                | 4.00 | 6.50 | 4.38 | 0.92      | 0.65 | nr    | —     |
|           |      | V20GLG | 3.81                | 4.35 | 6.57 | 4.69 | nr        | 0.57 | nr    | —     |
|           |      | Van20  | 4.00                | 4.60 | 7.00 | 5.00 | 0.51      | 0.71 | ns    | —     |

In alle diepteklassen zien wij dat bouwland en grasland een hogere pH-Veld hebben dan bos en natuurterreinen. Verschillen tussen bouwland en grasland of tussen bos en natuurterreinen zijn te gering om relevant te zijn en in een aantal gevallen ook niet significant. Bij bouwland en agrarisch grasland is de zuurgraad vrijwel altijd beïnvloed door bemesting, in elk geval in de wortelzone. In alle klassen van bodemgebruik (behalve bouwland) zien wij de verdeling in Figuur 5.2 smal toelopen naar de basische kant. Dat betreft dan situaties met een sterke kwelinvloed of kalkrijk moedermateriaal.

**Tabel 5.3** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de klassen voor Bodemgebruik. Per bodemgebruiksklasse is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Bodemgebruik | pH-Profieltypen per Bodemgebruik (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|--------------|--------------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|              | Kw                                   | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| A            | 28                                   | 1  | 3  | 9  | 6    | -    | 52   | -    | 1   | -    | 116    |
| G            | 36                                   | 12 | 4  | 8  | 5    | -    | 26   | 4    | 5   | -    | 1 057  |
| B            | 7                                    | 8  | 2  | 2  | 2    | 1    | 6    | 8    | 18  | 45   | 538    |
| W            | 21                                   | 4  | 3  | 4  | 1    | -    | 12   | 11   | 17  | 27   | 355    |
| Verdeling:   | 25                                   | 9  | 3  | 6  | 3    | 1    | 20   | 6    | 10  | 16   | 2066   |

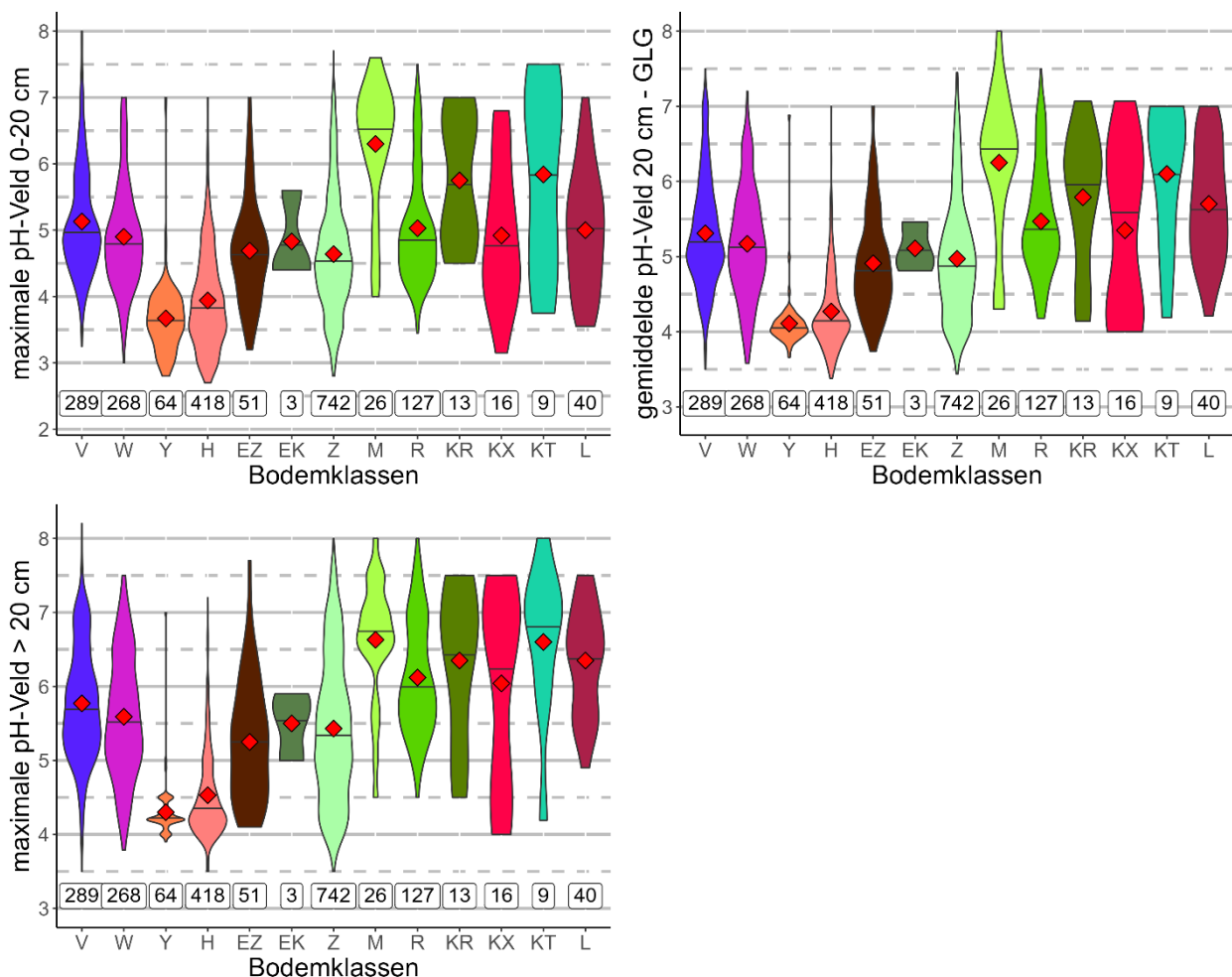
Hoewel de verdeling van de zuurgraad in de diepteklassen alleen verschil liet zien tussen bouwland en grasland ten opzichte van bos en natuur, zien wij bij de indeling van de boringen naar pH-profieltypen ook het onderscheid tussen profielen met of zonder grondwaterinvloed (Tabel 5.3). Bij graslanden zien wij vooral kwelprofielen (Kw en Lo), eventueel met een neerslaglens ((Ro en Rd), ongeveer een derde komt voor op infiltratieprofielen (InAa). Bouwland zien wij veel vaker op infiltratieprofielen (InAa), maar bij twee vijfde ook bij kwelprofielen (Kw en Lo). Natuurterreinen zien wij ook in meerderheid op infiltratieprofielen, maar deze zijn zuurder dan bij bouwland (InAa, maar ook InAo, InZ en InZz), ongeveer een derde komt voor in kwelgebieden (Kw, Ro, Rd, Lo). Bos vinden wij voor driekwart op infiltratieprofielen die vaak ook zuur zijn (InAa, InAo, InZ en InZz).

## 5.2.2 Bodemeenheden

Bodemprofielen worden van nature enerzijds bepaald door het moedermateriaal waarin een bodem gevormd is en anderzijds door de hydrologische positie (infiltratie of kwel) waarin die bodem gevormd is. Daarnaast heeft de mens invloed op de bodemontwikkeling door grondbewerking, bemesting en ontwatering. Al deze eigenschappen en processen zijn ook van invloed op de zuurgraad en de pH-profielen. In het moedermateriaal dekzand zal door infiltratie van neerslagwater en uitspoeling van stoffen een

humuspodzolgrond ontstaan met onder de droogste omstandigheden een haarpodzolgrond (Hd..) en wat lager in de vochtgradiënt een veldpodzolgrond (Hn..). Op de overgang naar lagere gronden langs een beekdal of een ven is de uitspoeling minder aanwezig en zien we vaak een meer laterale grondwaterbeweging, evenwijdig aan het maaiveld. In deze omgeving wordt in hetzelfde moedermateriaal een gooreerdgrond (pZn..) gevormd. Op de laagste plekken kan onder invloed van met kwel aangevoerde stoffen (ijzer, zuurbuffer) een beekerdgrond (pZg..) ontstaan en bij zeer sterke kwel zelfs door veenvorming een moerige grond (vWz) of veengrond (Vz, Vc), maar dan spreken wij van een ander moedermateriaal (veen). Vanuit één moedermateriaal kunnen zo onder invloed van de hydrologische positie verschillende bodems ontwikkeld worden, met verschillende zuurbuffering. Het mag dus ook verwacht worden dat pH-profieltypen deels samenvallen met bodemeenheden. Vanwege het grote aantal verschillende bodemeenheden in de gebruikte dataset is het lastig hier een overzichtelijke analyse van te maken. Om die reden hebben wij de bodemeenheden op een hoger niveau samengevoegd in bodemklassen (zie <https://legenda-bodemkaart.bodemdata.nl/bodemclassificatie>).

In Figuur 5.3 staat de verdeling van de pH-waarden in de dieptetrajecten voor de bodemklassen. De paarsgewijze verschillen zijn opgenomen in Bijlage 3. Hierin is wel een aantal duidelijke verbanden te zien, die ook terugkomen in de indeling in pH-profieltypen in Tabel 5.4. Hieronder bespreken wij een aantal overeenkomsten en verschillen voor groepen van bodemklassen die min of meer gebaseerd zijn op grondsoort.



**Figuur 5.3** Verdeling van pH-Veld binnen bodemklassen voor de maximale of gemiddelde pH per diepteklasse. De codes voor bodemklasse worden verklaard in Tabel 5.4. Het aantal profielen per klasse staat onder de vorm. De rode stip geeft de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Zie ook Bijlage 3 voor de bandbreedtes en onderlinge verschillen.

**Tabel 5.4** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over bodemklassen. Per bodemklasse is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Bodemklasse                                       | pH-Profieltypen per Bodemklasse (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                                                   | Kw                                  | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| V - Veengronden                                   | 51                                  | 12 | 3  | 12 | 1    | -    | 15   | 2    | 1   | 1    | 289    |
| W - Moerige gronden                               | 38                                  | 12 | 3  | 9  | 1    | -    | 20   | 6    | 6   | 4    | 268    |
| Y - Moderpodzolgronden                            | -                                   | -  | -  | -  | 2    | -    | 2    | 5    | 31  | 61   | 64     |
| H - Humuspodzolgronden                            | 3                                   | 1  | 1  | 3  | 1    | -    | 19   | 8    | 21  | 44   | 418    |
| EZ - Enkeerdgronden                               | 27                                  | 12 | 4  | 2  | -    | 2    | 27   | 6    | 10  | 10   | 51     |
| EK - Tuineerdgronden in zavel of klei             | -                                   | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 3      |
| Z - Kalkloze zandgronden                          | 24                                  | 10 | 5  | 5  | 3    | 1    | 22   | 8    | 9   | 13   | 742    |
| M - Zeekleigronden                                | 35                                  | -  | 4  | -  | 42   | -    | 19   | -    | -   | -    | 26     |
| R - Rivierkleigronden (inclusief beekkleigronden) | 25                                  | 13 | 5  | 3  | 11   | 3    | 31   | 6    | 2   | 1    | 127    |
| KR - Oude rivierkleigronden                       | 31                                  | -  | -  | -  | 31   | 8    | 23   | -    | 8   | -    | 13     |
| KX - Ondiepe keileemgronden                       | 25                                  | 12 | 6  | -  | 12   | -    | 12   | -    | 25  | 6    | 16     |
| KT - Overige oude kleigronden                     | 56                                  | -  | -  | -  | 11   | -    | 11   | 11   | 11  | -    | 9      |
| L - Leemgronden                                   | 50                                  | 32 | 8  | 2  | -    | -    | 5    | -    | 2   | -    | 40     |
| Verdeling:                                        | 25                                  | 9  | 3  | 6  | 3    | 1    | 20   | 6    | 10  | 16   | 2066   |

### Veengronden en moerige gronden V en W

Deze bodems zijn gevormd onder natte omstandigheden waardoor de afbraak van organisch materiaal achterblijft bij de vorming en accumulatie optreedt. Als gevolg van ontwatering is dat nu meestal niet meer het geval en vindt afbraak van het veen plaats. De natte omstandigheden die aanleiding geven tot veenvorming kunnen verschillende oorzaken hebben. Binnen de hogere zandgronden met een storende laag van bijvoorbeeld keileem, verkitten B-horizont of gliedelaag kan neerslagwater stagneren waardoor (zuur) hoogveen gevormd wordt (Van den Akker e.a., 2017). In beekdalen en gebieden in laag-Nederland met kwel of stagnatie van voedselrijk en gebufferd water ontstaat laagveen dat over het algemeen veel minder zuur is.

Binnen de bodemklassen wordt geen onderscheid gemaakt tussen deze ontstaanswijzen, wat tot uiting komt in een vrij grote spreiding binnen V en W. De mediane waarden voor pH-Veld liggen rond 5 in de wortelzone en 5.5-5.7 onder GLG. Dat wijst op een oververtegenwoordiging van laagveen en beekdalveen in de dataset. Er kon geen significant verschil tussen de klassen V en W worden aangetoond. Verschillen vinden wij met de podzolgronden (Y en H) die zuurder zijn en met de zeekleigronden (M), oude kleigronden (KT), oude rivierkleigronden (KR) en leemgronden (L) die basischer zijn.

De meeste veengronden en moerige gronden kennen grondwaterinvloed en hebben een kwelprofiel (Kw of Lo), eventueel met een neerslaglens als gevolg van ontwatering (Ro en Rd) (Tabel 5.4). Dit betreft dan vooral de bodems in laagveengebieden of beekdalvenen. Infiltratieprofielen komen vooral voor als InAa en InAo en kunnen zowel in hoogveengebieden als sterk ontwaterde laagvenen of beekdalen voorkomen.

### Zandgronden H, Y, Z en EZ

De zuurste bodems worden gevonden binnen de droge zandgronden, waar pH-waarden in de moderpodzolgronden (Y) en de humuspodzolgronden (H) in geen enkel dieptetraject significant of relevant van elkaar verschillen, maar wel van alle andere bodemklassen (Bijlage 3). Omdat moderpodzolgronden vaker gevormd worden in mineralogisch rijker zand (gestuwde afzettingen van Rijn en Maas, 'bruine zanden') dan humuspodzolgronden (dekzanden en gestuwde afzettingen van oostelijke rivieren 'witte zanden'), zouden we in de eerste groep wellicht ook een wat grotere zuurbuffer en hogere pH-waarden verwachten. Dat blijkt niet zo te zijn, mogelijk omdat in de bodemklasse 'H' zowel veldpodzolgronden (Hn..) als haarpodzolgronden (Hd..) opgenomen zijn. Hd is de mineraalarme evenknie van Y en heeft mogelijk wel een lagere pH. De pH-profieltypen voor H en Y zijn, zoals te verwachten, vooral basenarme en zure infiltratieprofielen InAa, InAo, InZ en InZz.

Binnen de zandgronden vinden wij lager in de gradiënt en binnen de vaaggronden kalkloze zandgronden zonder podzolering (Z). Zoals in de inleiding bij deze paragraaf beschreven, zien wij dan eerst de

---

gooreerdgronden met infiltratieprofielen (InAa, InAo) of lokale kwel (Lo). De beekkeerdgronden die binnen dezelfde bodemklasse vallen, zullen dan vooral overeenkomen met de pH-profieltypen Kw, Ro en Rd. Ook de stuifzandgronden (Zd en Zn) vallen onder deze bodemklasse, deels met infiltratieprofielen, maar in sommige uitgestoven laagtes ook met grondwaterinvloed. Vanwege het verschil in hydrologische positie verschillen de pH-waarden voor bodemklasse Z sterk van die van H en Y die uit vergelijkbaar moedermateriaal gevormd zijn, maar we zien ook een zeer grote spreiding, omdat hier deels sprake is van kwel en deels van infiltratie.

De enkeerdgronden (EZ) hebben een zuurgraad die vergelijkbaar is met die van de kalkloze zandgronden (Z) waarvan voor geen enkele diepteklasse een significant verschil kon worden aangetoond. Ten opzichte van H en Y zijn de verschillen wel duidelijk.

#### **Rivier en zeekleigronden, R, M en EK**

Voor deze 'jonge kleigronden' geldt dat het moedermateriaal goed gebufferd of zelfs kalkrijk is (Figuur 5.3). De maximale pH-Veld dieper dan 20 cm is, zeker voor de zeekleigronden (M), door aanwezigheid van kalk in veel profielen hoog met een mediaan van 6.7. Bij de rivierkleigronden (R) ligt de mediaan iets lager (6.0). In de wortelzone (0-20 cm) zijn de verschillen groter, omdat in de zeekleigronden de profielen over het algemeen minder diep ontkalkt zijn dan de rivierkleigronden. De verschillen met de zandgronden H, Y, Z en EZ zijn over het algemeen groot.

Binnen de rivierkleigronden komen zowel grondwater gevoede profielen (Kw, Ro, Rd en Lo) voor als basenarme infiltratieprofielen (InAa). De grondwaterinvloed zal, zeker in de buurt van hogere zandgronden, bestaan uit kwel. Een groot deel van deze profielen is ook beschreven in beekdalen. Bij de zeekleigronden (M) is ook een groot deel als kwelprofiel (Kw) ingedeeld. Hier is het minder waarschijnlijk dat dit echte kwel indiceert, aangezien veel zeekleigronden niet in kwelzones liggen. Hier is de indeling waarschijnlijk het gevolg van een kalkrijk profiel, in combinatie met ondiepe grondwaterstanden en een grote kritieke Z-afstand.

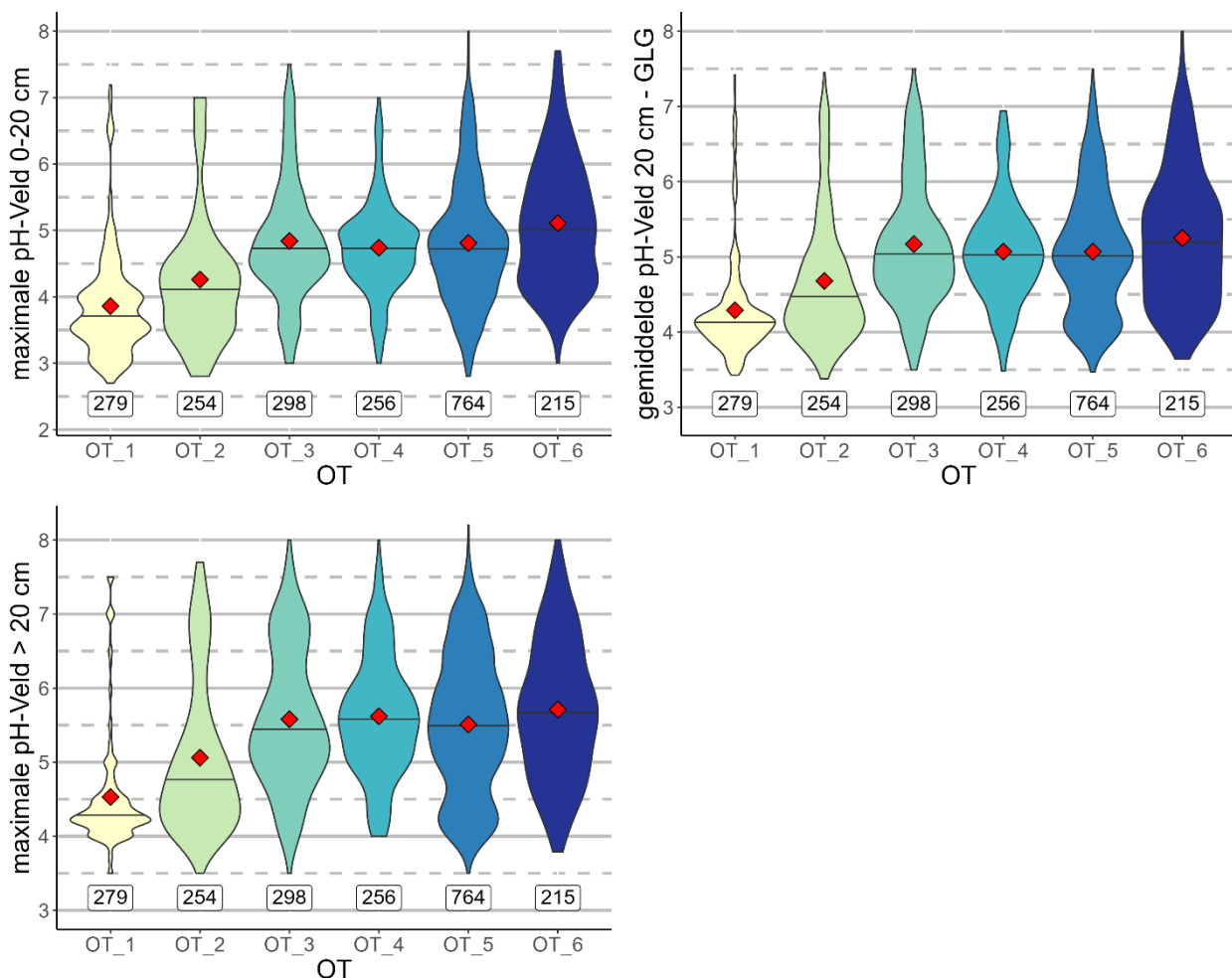
#### **Leemgronden en oude kleigronden L, KR, KT en KX**

Deze groep bodemklassen omvat een aantal leem- en kleigronden met een zeer uiteenlopende achtergrond en afzettingswijze die deels eolisch (L), fluviatiel (KR), marien (vaak KT) of glaciaal (KX) is. Daardoor lopen de mineralogische eigenschappen van het moedermateriaal nogal uiteen. De aantallen profielen in de dataset zijn voor deze bodemklassen relatief beperkt waardoor misschien niet het hele bereik vertegenwoordigd is. De diepteklasse die de maximale pH dieper dan 20 cm weergeeft, geeft een indicatie van de zuurgraad in het moedermateriaal. De pH-Veld is hier overal hoog (mediaan pH-Veld 6.5 tot 7.0) en vergelijkbaar met de zeekleigronden (M). Bij KR en vooral KX is de spreiding op deze diepte wel veel groter dan bij L en KT, omdat er grote verschillen zijn in kalkgehalte binnen deze afzettingen. Verschillen in zuurbuffercapaciteit van het moedermateriaal lijken tot uiting te komen in de zuurgraad van de wortelzone (diepteklasse 0-20 cm) waarbij de bovengrond van KX en L verder uitgelooft lijkt dan KR en zeker KT (Figuur 5.3, zie Bijlage 3). KT en KX verschillen op alle dieptes het duidelijkst van elkaar, waarbij KT aanmerkelijk hogere pH-waarden heeft dan KX. De verschillen met de humuspodzolgronden (H) en moderpodzolgronden (Y) zijn wel groot, maar met de kalkloze zandgronden (Z) en de enkeerdgronden (EZ) niet voor KX. De veengronden (V) en de moerige gronden (W) zijn zuurder dan vooral KT en in mindere mate dan L en KR. De zandgronden (Y, H, EZ) zijn bijna allemaal flink zuurder dan L, KR, KT en KX.

Binnen de leemgronden (L) komen relatief veel kwelprofielen (Kw, Lo) voor, eventueel met een neerslaglens (Ro, Rd zie Tabel 5.4). Deze betreffen vaak laaggelegen leemgronden in Brabant. Het is niet altijd duidelijk of hier echt sprake is van kwel. De leem in de ondergrond is vaak kalkrijk, hoewel dat op de bodemkaart niet zo is aangegeven (Dijk & Van Delft, 2021). Door de ondiepe grondwaterstanden en de fysische eigenschappen van de leem (kritieke Z-afstand 100-150 cm) worden deze profielen als kwelprofielen geclassificeerd. Bij de overige bodemklassen in deze groep zien wij zowel kwelprofielen (Kw) als basenrijke en basenarme infiltratieprofielen (InBa, InAa, InAo). De zure infiltratieprofielen (InZ of InZz) ontbreken hier.

### 5.2.3 Grondwatertrappen en ontwateringstoestand

Zoals in de vorige paragraaf (§ 5.2.2) uiteen is gezet, wordt de zuurgraad van de bodem bepaald door het moedermateriaal, maar zeker ook door de hydrologische positie. Daarbij gebruiken wij ook de GLG (in combinatie met de kritieke Z-afstand  $Z_k$ ) om in te schatten of in een pH-profiel sprake is van mogelijke invloed van grondwater (§ 4.2). De grondwatertrappen geven een goede beschrijving van het grondwaterstandverloop in het jaar. In de paarsgewijze vergelijking van de pH-waarden in diepteklassen tussen verschillende grondwatertrappen zien wij dan ook veel significante verschillen, maar dan vooral tussen grotere groepen grondwatertrappen, zoals I, II en III tegenover VI, VII en VIII (zie Bijlage 3). Het is minder zinvol die verschillen hier te bespreken. Aanvullend hebben wij daarom de ontwateringstoestand vergeleken. Dit is een van de beoordelingsfactoren die in het WIB-C-systeem gebruikt wordt om de geschiktheid voor een aantal vormen van bodemgebruik te beoordelen (Ten Cate e.a., 1995b) en wordt afgeleid van de GHG. De oorspronkelijke indeling kent vijf klassen (OT\_1 t/m OT\_5), maar wij hebben daar een klasse aan toegevoegd (OT\_6) om situaties met tijdelijk water op maaiveld te kunnen onderscheiden. In hoeverre de zuurgraad verschilt tussen bodems met een verschillende ontwateringstoestand wordt weergegeven in Figuur 5.4 en Tabel 5.5. In Tabel 5.6 staat de verdeling van pH-profieltypen over klassen voor ontwateringstoestand die daar het gevolg van is.



**Figuur 5.4** Verdeling van pH-Veld binnen klassen voor ontwateringstoestand voor de maximale of gemiddelde pH per diepteklasse. De codes voor de ontwateringstoestand worden verklaard in Tabel 5.6. Het aantal profielen per klasse staat onder de vorm. De rode stip geeft de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Zie ook Tabel 5.5 voor de bandbreedtes en onderlinge verschillen.

**Tabel 5.5** Aantallen, bandbreedte en paarsgewijze verschillen voor pH-Veld in verschillende klassen voor ontwateringstoestand. De inhoud van de tabel wordt toegelicht in § 5.1.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |      |      |      |      |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | OT_1        | OT_2  | OT_3 | OT_4 | OT_5 | OT_6 |
| OT_1      | 279 | Tot20  | 3.00                | 3.70 | 5.02 | 3.86 | —           | nr    | 0.98 | 0.88 | 0.95 | 1.25 |
|           |     | V20GLG | 3.61                | 4.13 | 5.96 | 4.29 | —           | nr    | 0.88 | 0.78 | 0.78 | 0.96 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 6.73 | 4.53 | —           | 0.53  | 1.05 | 1.09 | 0.98 | 1.18 |
| OT_2      | 254 | Tot20  | 3.00                | 4.10 | 6.50 | 4.26 | nr          | —     | 0.58 | nr   | 0.55 | 0.85 |
|           |     | V20GLG | 3.75                | 4.46 | 6.54 | 4.68 | nr          | —     | nr   | nr   | nr   | 0.57 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.70 | 7.00 | 5.06 | -0.53       | —     | 0.52 | 0.56 | nr   | 0.65 |
| OT_3      | 298 | Tot20  | 3.50                | 4.70 | 6.67 | 4.84 | -0.98       | -0.58 | —    | ns   | ns   | nr   |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 5.03 | 6.82 | 5.17 | -0.88       | nr    | —    | ns   | ns   | ns   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.40 | 7.00 | 5.58 | -1.05       | -0.52 | —    | ns   | ns   | ns   |
| OT_4      | 256 | Tot20  | 3.60                | 4.70 | 6.00 | 4.74 | -0.88       | nr    | ns   | —    | ns   | nr   |
|           |     | V20GLG | 4.05                | 5.03 | 6.44 | 5.07 | -0.78       | nr    | ns   | —    | ns   | nr   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.55 | 7.00 | 5.62 | -1.09       | -0.56 | ns   | —    | ns   | ns   |
| OT_5      | 764 | Tot20  | 3.50                | 4.70 | 6.50 | 4.81 | -0.95       | -0.55 | ns   | ns   | —    | nr   |
|           |     | V20GLG | 3.96                | 5.01 | 6.50 | 5.07 | -0.78       | nr    | ns   | ns   | —    | nr   |
|           |     | Van20  | 4.10                | 5.50 | 7.00 | 5.51 | -0.98       | nr    | ns   | ns   | —    | nr   |
| OT_6      | 215 | Tot20  | 3.87                | 5.00 | 6.83 | 5.11 | -1.25       | -0.85 | nr   | nr   | nr   | —    |
|           |     | V20GLG | 4.01                | 5.19 | 6.93 | 5.25 | -0.96       | -0.57 | ns   | nr   | nr   | —    |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.60 | 7.24 | 5.71 | -1.18       | -0.65 | ns   | ns   | nr   | —    |

In alle dieptetrajecten lijkt de vochtgradiënt die de ontwateringstoestand beschrijft, terug te komen in de zuurgraad, maar het beeld zoals bij de grondwatertrappen, waarbij twee groepen te onderscheiden zijn, komt ook hier terug. De laagste pH-Veld wordt steeds gevonden bij de droogste gronden met OT\_1 (GHG > 80 cm), gevolgd door OT\_2 (GHG 40-80 cm). Deze twee clusters verschillen significant en relevant ten opzichte van alle andere clusters, maar de onderlinge verschillen tussen OT\_1 en OT\_2 zijn meestal niet groot genoeg om relevant te zijn. Voor de nattere gronden met OT\_3 t/m OT\_6 geldt dat deze een duidelijk hogere pH-Veld hebben dan bij OT\_1 en in iets mindere mate OT\_2, waarmee de verschillen ook vaak niet relevant zijn. De onderlinge verschillen tussen de klassen OT\_3 t/m OT\_6 zijn ofwel niet significant, ofwel niet relevant.

**Tabel 5.6** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de klassen voor Ontwateringstoestand. Per klasse is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| OT         | pH-Profieltypen per OT (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------|----------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|            | Kw                         | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| OT_1       | -                          | -  | -  | -  | 5    | 2    | 11   | 11   | 22  | 50   | 279    |
| OT_2       | 6                          | 6  | 2  | 3  | 4    | 1    | 25   | 15   | 12  | 28   | 254    |
| OT_3       | 20                         | 11 | 2  | 4  | 7    | -    | 38   | 7    | 2   | 9    | 298    |
| OT_4       | 26                         | 14 | 7  | 9  | 3    | -    | 27   | 4    | 4   | 6    | 256    |
| OT_5       | 37                         | 11 | 4  | 7  | 2    | -    | 14   | 3    | 12  | 11   | 764    |
| OT_6       | 48                         | 8  | 5  | 9  | 1    | -    | 12   | 6    | 7   | 3    | 215    |
| Verdeling: | 25                         | 9  | 3  | 6  | 3    | 1    | 20   | 6    | 10  | 16   | 2066   |

Hoewel alleen de droogste twee klassen (OT\_1 en OT\_2) bij de statistische vergelijking binnen de dieptetrajecten in Tabel 5.5 duidelijk verschillen ten opzichte van de vier nattere klassen (OT\_3 t/m OT\_6), zien wij in Tabel 5.6 de gradiënt van droog naar nat wel duidelijk terug in de verdeling van pH-profieltypen over de klassen, waarbij een verschuiving optreedt van vrijwel alleen (zure) infiltratieprofielen bij OT\_1 naar voornamelijk kwelprofielen bij OT\_6. Vanzelfsprekend vinden wij de infiltratieprofielen (InBa, InBo, InAa,

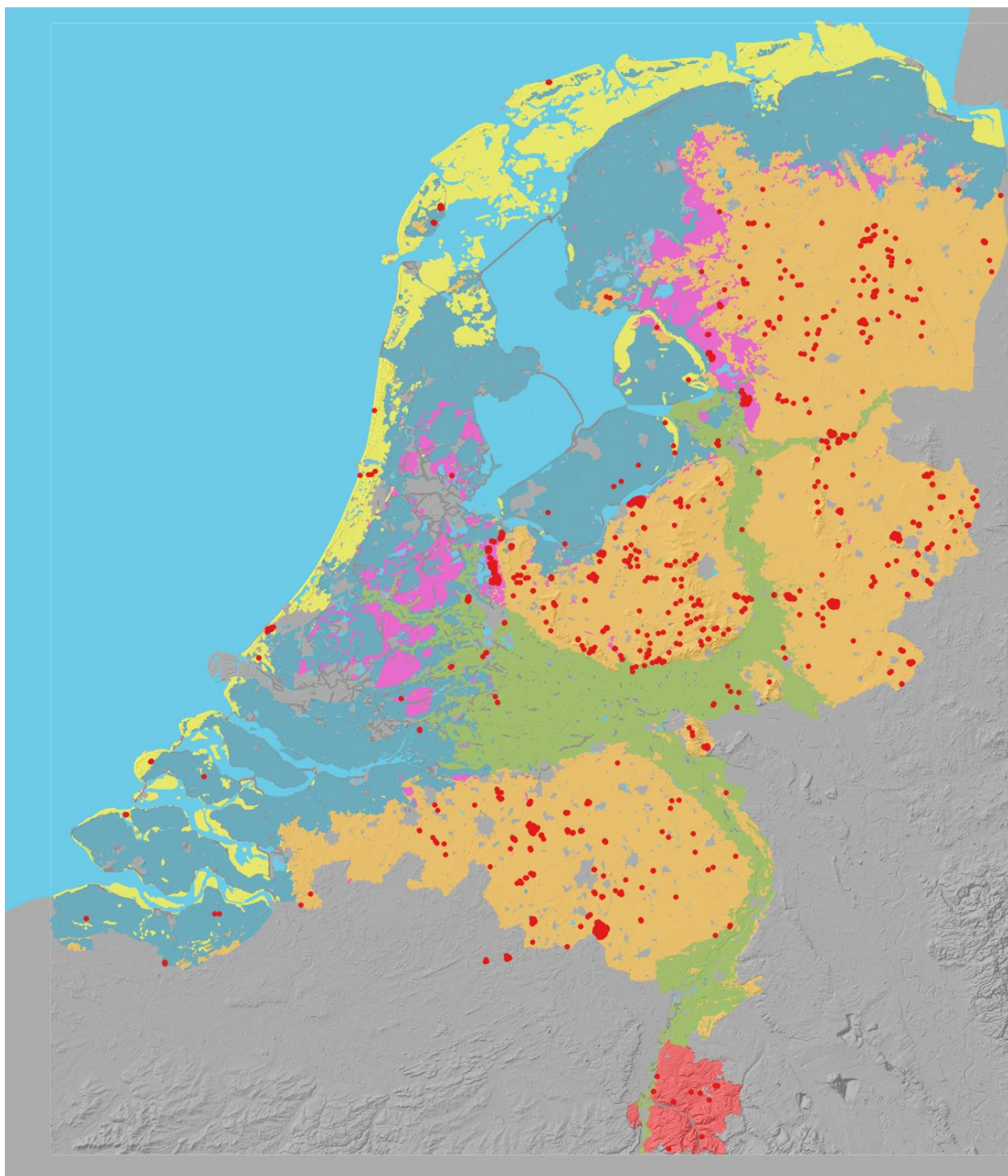
InAo, InZ, InZz) vooral op de drogere gronden met OT\_1 t/m OT\_3 en grondwater gevoede pH-profieltypen (Kw, Ro, Rd, Lo) bij de natste gronden met OT\_5 of OT\_6. OT\_4 neemt een tussenpositie in. Ook bij de nattere gronden worden relatief veel infiltratieprofielen InAa en in mindere mate InAo gevonden. Dit wijst op situaties waar, ondanks hoge grondwaterstanden in de winter (GHG < 25 cm), het grondwater in de zomer door ontwatering diep kan wegzakken. Voor een deel kunnen dit ook situaties zijn met tijdelijke stagnatie, zoals bij keileemgronden (KX) of gronden met keileem in de ondergrond (toevoeging ..x).

#### 5.2.4 Fysisch-Geografische eenheden

Voor de beantwoording van veel vragen rondom ruimtelijke inrichting voor natuur, klimaat, waterbeheer et cetera, is de fysisch-geografische opbouw van het landschap van groot belang en bepaalt deze wat de mogelijkheden zijn in verschillende delen van dat landschap. Onder het motto '*Water en bodem sturend*' wordt hiervan gebruikgemaakt voor een klimaatbestendige inrichting van het landschap (Van Rooij e.a. 2023). Deze opbouw wordt bepaald door geomorfologie en bodem, waarbij de bodemvorming bepaald wordt door het moedermateriaal en de hydrologische positie (zie § 5.2.2). Om die reden is door WENR de '*Landschappelijke bodemkaart*' of LBK gemaakt (Van Delft & Maas, 2023) waarbij op basis van vooral de Geomorfologische kaart Nederland en Bodemkaart van Nederland, een nieuwe fysiografische kaart van Nederland (LBK) gemaakt is. Deze kaart is te raadplagen op <https://bodemdata.nl/themakaarten> en heeft een hiërarchische legenda met vier niveaus:

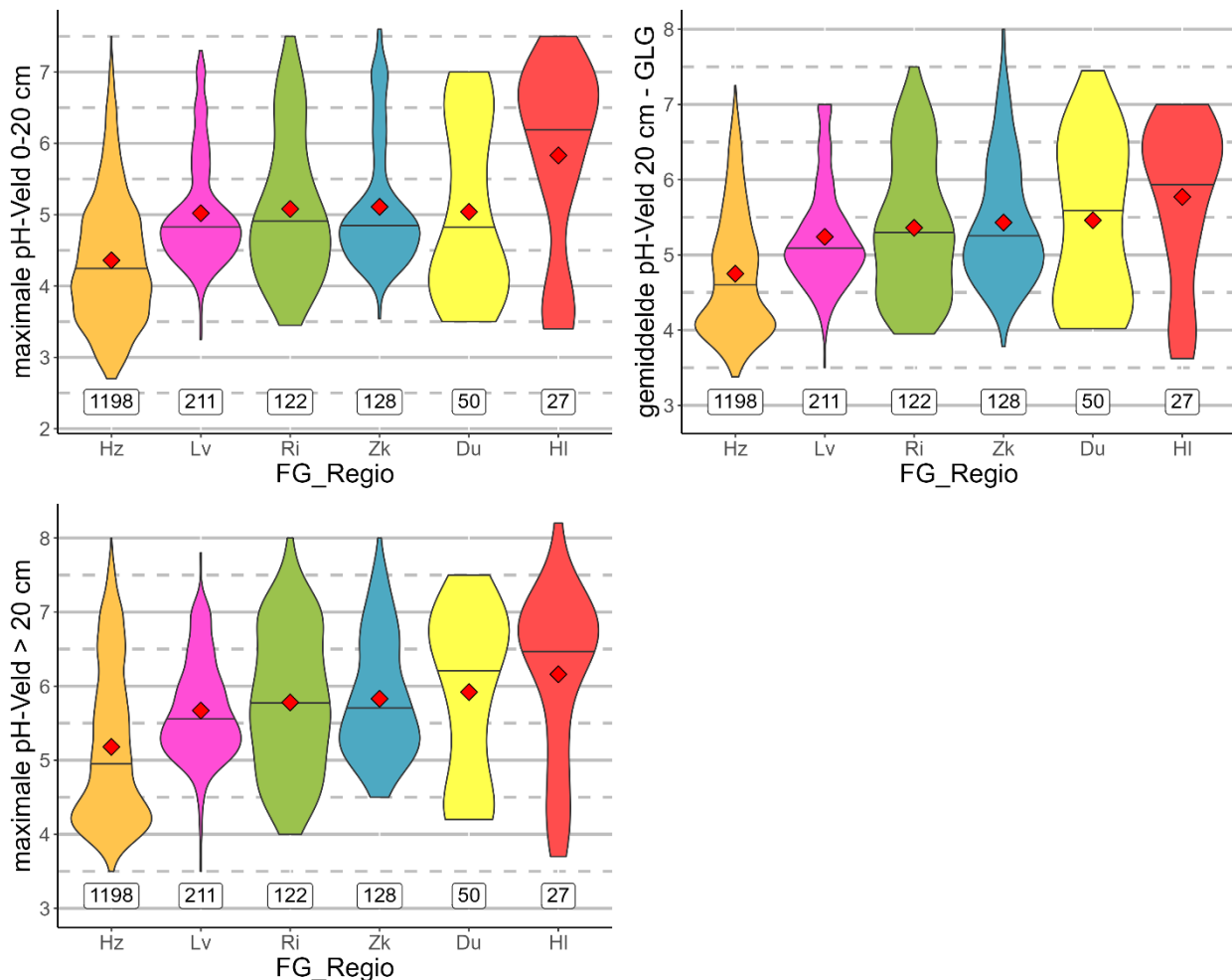
- Fysisch-Geografische Regio's (FG-Regio's, N = 6)
- Fysisch-Geografische Secties (FG-Secties, N = 24)
- Fysisch-Geografische Series (FG-Series, N = 100)
- Fysisch-Geografische Typen (FG-typen, N = 134)

Vanwege het belang van moedermateriaal en hydrologische processen voor de bodemvorming en de indeling van de LBK, verwachten wij ook dat deze eenheden onderling kunnen verschillen in zuurgraad en zuurbuffermechanismen en daardoor ook voor de pH-profielen. Wij onderzochten de relatie tussen de pH-profieltypen en eenheden van de LBK door de verdeling van de pH-waarden in de dieptetrajecten en de paarsgewijze verschillen te beoordelen voor eenheden op de verschillende niveaus van de legenda van de LBK. Daarvoor maakten wij een GIS-overlay van alle boringen in de dataset met de laatste versie van de LBK-Nederland (versie 2023). Figuur 5.5 geeft de ligging van de boringen ten opzichte van de FG-Regio's weer. De punten zijn niet gelijk verdeeld over de eenheden en ook de ruimtelijke verdeling over het land is niet homogeen (zie ook Figuur 2.2). Er is duidelijk een clustering te zien in projectgebieden en in sommige FG-Regio's komen weinig boringen voor (zie ook Tabel 5.8). Deze kaart is afgeleid van landelijke basiskaarten (BRO-Geomorfologische kaart Nederland en BRO-Bodemkaart van Nederland) die gemaakt zijn voor regionale toepassingen. Daarom kan het zijn dat de eenheid van LBK-Nederland die bij een boring gevonden is, niet helemaal overeenkomt met geomorfologie en bodem op de exacte locatie van de boring. Hier hebben wij niet voor kunnen corrigeren, maar de overzichten geven wel een goed beeld van de variatie. De resultaten bespreken wij op het niveau van FG-Regio, waarbij we – indien nodig – verder toelichten op de lagere niveaus binnen de FG-Regio's. De gegevens voor FG-Sectie, FG-Series en FG-Typen zijn ook opgenomen in Bijlage 3.



- |                       |                            |                    |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|
| • Boringen            | Ri Rivierengebied          | W Water            |
| FG-Regios             | Zk Zeekleigebied           | D Dijken           |
| Hz Hogere zandgronden | Du Duin- en kustzandgebied | NB Niet beoordeeld |
| Lv Laagveengebieden   | HI Heuvelland              |                    |

**Figuur 5.5** Ligging van de boringen met pH-profielen binnen de Fysisch-Geografische Regio's in Nederland en enkele locaties in Vlaanderen waar geen Landschappelijke Bodemkaart van is.



**Figuur 5.6** Verdeling van pH-Veld binnen Fysisch-Geografische Regio's voor de maximale of gemiddelde pH per diepteklasse. De codes voor de ontwateringstoestand worden verklaard in Figuur 5.5. Het aantal profielen per klasse staat onder de vorm. De rode stip geeft de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Zie ook Tabel 5.5 voor de bandbreedtes en onderlinge verschillen.

**Tabel 5.7** Aantallen, bandbreedte en paarsgewijze verschillen voor pH-Veld in verschillende Fysisch-Geografische Regio's. De inhoud van de tabel wordt toegelicht in § 5.1.

| Kenmerken |      |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |      |
|-----------|------|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Cluster   | n    | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Hz          | Lv    | Ri    | Zk    | Du    | HI   |
| Hz        | 1198 | Tot20  | 3.00                | 4.20 | 6.00 | 4.36 | —           | 0.66  | 0.72  | 0.75  | 0.68  | 1.47 |
|           |      | V20GLG | 3.75                | 4.59 | 6.38 | 4.75 | —           | nr    | 0.61  | 0.68  | 0.71  | 1.02 |
|           |      | Van20  | 4.00                | 5.00 | 7.00 | 5.18 | —           | nr    | 0.60  | 0.65  | 0.74  | 0.98 |
| Lv        | 211  | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.50 | 5.02 | -0.66       | —     | ns    | ns    | ns    | 0.81 |
|           |      | V20GLG | 4.36                | 5.06 | 6.82 | 5.24 | nr          | —     | ns    | nr    | ns    | 0.53 |
|           |      | Van20  | 4.95                | 5.50 | 7.00 | 5.67 | nr          | —     | ns    | ns    | ns    | nr   |
| Ri        | 122  | Tot20  | 3.75                | 4.90 | 7.00 | 5.08 | -0.72       | ns    | —     | ns    | ns    | 0.75 |
|           |      | V20GLG | 4.16                | 5.26 | 7.00 | 5.36 | -0.61       | ns    | —     | ns    | ns    | nr   |
|           |      | Van20  | 4.40                | 5.70 | 7.00 | 5.78 | -0.60       | ns    | —     | ns    | ns    | ns   |
| Zk        | 128  | Tot20  | 4.20                | 4.83 | 7.00 | 5.11 | -0.75       | ns    | ns    | —     | ns    | 0.72 |
|           |      | V20GLG | 4.44                | 5.23 | 7.00 | 5.43 | -0.68       | nr    | ns    | —     | ns    | nr   |
|           |      | Van20  | 4.77                | 5.70 | 7.33 | 5.83 | -0.65       | ns    | ns    | —     | ns    | ns   |
| Du        | 50   | Tot20  | 3.55                | 4.65 | 7.00 | 5.04 | -0.68       | ns    | ns    | ns    | —     | 0.79 |
|           |      | V20GLG | 4.10                | 5.44 | 6.97 | 5.46 | -0.71       | ns    | ns    | ns    | —     | ns   |
|           |      | Van20  | 4.20                | 6.25 | 7.50 | 5.92 | -0.74       | ns    | ns    | ns    | —     | ns   |
| HI        | 27   | Tot20  | 3.50                | 6.35 | 7.14 | 5.83 | -1.47       | -0.81 | -0.75 | -0.72 | -0.79 | —    |
|           |      | V20GLG | 3.85                | 6.25 | 7.00 | 5.77 | -1.02       | -0.53 | nr    | nr    | ns    | —    |
|           |      | Van20  | 4.20                | 6.50 | 7.07 | 6.16 | -0.98       | nr    | ns    | ns    | ns    | —    |

**Tabel 5.8** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Regio's. Per FG-Regio is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. In de laatste kolom staat het gekarteerde oppervlak in Figuur 5.5.

| FG_Regio                   | pH-Profieltypen per FG_Regio (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|----------------------------|----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                            | Kw                               | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| Hz Hogere zandgronden      | 20                               | 9  | 3  | 4  | 2    | -    | 15   | 7    | 14  | 26   | 1 198  |
| Lv Laagveengebieden        | 41                               | 12 | 5  | 10 | 3    | -    | 24   | 3    | 1   | 1    | 211    |
| Ri Rivierengebied          | 25                               | 3  | 6  | 7  | 17   | 2    | 20   | 7    | 7   | 6    | 122    |
| Zk Zeekleigebied           | 34                               | 15 | 3  | 5  | 9    | 1    | 30   | 2    | -   | 1    | 128    |
| Du Duin- en kustzandgebied | 42                               | 2  | -  | -  | 4    | 4    | 12   | 12   | 12  | 12   | 50     |
| HI Heuvelland              | 67                               | 4  | -  | 7  | -    | -    | 4    | -    | 4   | 15   | 27     |
| Verdeling:                 | 25                               | 9  | 3  | 5  | 4    | 1    | 17   | 6    | 11  | 19   | 1736   |

De scheve verdeling van het aantal boringen over de FG-Regio's blijkt duidelijk uit Tabel 5.8. Binnen de 'Hogere zandgronden' (Hz) is bijna 70% (1198) van het aantal boringen opgenomen. In de overige FG-Regio's liggen 538 boringen. Daarnaast zijn 336 pH-profielen opgenomen op locaties waar geen LBK gemaakt kon worden, omdat vlakken op de basiskaarten (geomorfologie en bodem) niet gekarteerd zijn of omdat de punten in het buitenland liggen. Deze scheve verdeling is overigens wel te verklaren uit de relatieve oppervlakte van de FG-Regio's en het belang voor natuur, waarbij de oppervlakte van 'Hogere zandgronden' (Hz) veruit het grootst is en deze FG-Regio van groot belang is voor diverse soorten natuur. Vanwege de grote variatie in groeiplaatseigenschappen is de FG-Regio Hz ook het verst onderverdeeld in FG-Secties, FG-Series en FG-Typen. Het 'Zeekleigebied' (Zk) is weliswaar de op één na grootste FG-Regio qua oppervlakte, maar is voornamelijk relevant voor de landbouw. Dat geldt in zekere zin ook voor het 'Rivierengebied' (Ri). Deze FG-Regio is, weliswaar in het buitendijkse gebied, zeer belangrijk voor de natuur, maar dat betreft zeer dynamische natuur waar bodemopbouw en de pH-profielen minder bepalend zijn. Binnendijks vinden we vooral veel landbouwgebieden. Ook in de dynamische natuur van het 'Zoutwatergetijdenlandschap' binnen het 'Duin- en kustzandgebied' (DuLZ), dat een groot gedeelte van Du beslaat in de Waddenzee en de Zeeuws-Hollandse delta, zijn pH-profielen niet relevant. Een groot deel van het binnendijkse deel van 'Laagtes en zandige strandvlakten' (DuL) wordt agrarisch gebruikt, bijvoorbeeld voor de bollenteelt.

Op het niveau van FG-Regio's vinden wij alleen duidelijke verschillen voor alle dieptetrajecten in de 'Hogere zandgronden' (Hz), waar de bodems overal zuurder zijn dan in alle andere FG-Regio's (Tabel 5.7), waarbij de verschillen ten opzichte van 'Laagveengebieden' (Lv) alleen relevant ( $\geq 0.5$ ) zijn voor de bovengrond. In 'Heuvelland' (HI) zijn de bovengronden (0-20 cm) overal basischer dan in alle andere FG-Regio's. Voor de overige FG-Regio's werden geen significante verschillen in de zuurgraad gevonden als gevolg van de grote spreiding op dit hoogste niveau. Op de lagere niveaus vinden we wel verschillen, zoals wij hieronder zullen toelichten.

### Hz – Hogere zandgronden

De bodems in deze grootste FG-Regio zijn in alle dieptetrajecten zuurder dan bij alle andere FG-Regio's, vooral ten opzichte van 'Heuvelland' (HI), met een vrij grote spreiding (zie Figuur 5.6 en Tabel 5.7). Bij de grondwater gevoede profielen geven de waarden dieper dan 20 cm de metingen onder GLG-niveau aan, die maatgevend zijn voor de bufferende werking van het grondwater en in de overige profielen is het indicatief voor de zuurgraad van het moedermateriaal. Deze spreiding is ook in de andere dieptetrajecten te zien en geeft aan dat binnen Hz een breed scala aan meer en minder gebufferde bodems voorkomt, met de nadruk op de relatief zure bodems. Dat zien we ook terug als we naar de lagere niveaus binnen Hz kijken, waarbij de verschillen tussen FG-Secties en FG-Series binnen Hz vaak wel significant en relevant zijn (Tabel 5.9 en Bijlage 3).

Het grootste deel van de boringen in Hz liggen binnen de FG-Sectie HzB – 'Beekdalen'. Daar zien wij veel kwelprofielen (Kw), soms met neerslaglenzen (Ro, Rd) of meer lokaal water (Lo). Op de flanken of sterk ontwaterde delen van de beekdalen komen ook veel infiltratieprofielen in basenarm moedermateriaal (InAa, InAo) voor. De zuurgraad in alle dieptetrajecten wijkt hier – met de hoogste waarden voor pH-Veld – af van de meeste andere FG-Secties binnen Hz. De waarden voor pH-Veld binnen HzT – 'Tektonische terrassen in

het zandlandschap' zijn vergelijkbaar met HzB, maar hier zal de zuurgraad vooral bepaald worden door gebufferd moederdermateriaal.

**Tabel 5.9** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen de 'Hogere zandgronden' (Hz). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

| FG_Sectie                                      | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                                                | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| HzG Glaciale gebieden                          | 8                                 | 6  | 2  | 1  | 2    | -    | 8    | 6    | 24  | 42   | 224    |
| HzT Tektonische terrassen in het zandlandschap | 19                                | 11 | 2  | 2  | 15   | -    | 17   | 2    | 9   | 23   | 47     |
| HzS Stuifzandgebieden                          | -                                 | -  | -  | 1  | -    | -    | 13   | 9    | 32  | 44   | 97     |
| HzD Dekzandgebieden                            | 10                                | 8  | 3  | 5  | 1    | -    | 15   | 10   | 15  | 33   | 378    |
| HzH Hoogvenen                                  | -                                 | -  | 25 | 25 | -    | -    | -    | -    | 25  | 25   | 4      |
| HzB Beekdalen en droogdalen                    | 41                                | 15 | 4  | 5  | 1    | -    | 16   | 5    | 4   | 6    | 401    |
| HzO Oude bouwlanden                            | 17                                | -  | 2  | 9  | 4    | -    | 32   | 6    | 11  | 19   | 47     |

De waarden van pH-Veld in de 'Dekzandgebieden' (HzD) zijn op alle dieptes lager dan bij HzB en HzT en voor de lagen dieper dan 20 cm hoger dan HzS, ook al zijn de verschillen hier niet erg groot en nog net relevant (0.61). Binnen HzD komen vooral infiltratieprofielen voor in basenarm of zuur moederdermateriaal (InAa, InAo, InZ, InZz), maar ook wel grondwater gevoede pH-profieltypen (Kw, Ro, Rd, Lo). De laatste categorie zien wij dan vooral binnen de FG-Series HzDL – 'Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem' en HzDV – 'Vochtige dekzandlaagten'.

In de 'Glaciale gebieden' (HzG) kon voor de pH-Veld geen significant en relevant verschil gevonden worden met HzD, HzS en HzH. Ook hier vinden we verschillen met HzB en HzT (hoger). Ten opzichte van HzO is de wortelzone (0-20 cm) iets zuurder (-0.52). Door de geringe verschillen in pH-waarden ten opzichte van HzD is de verdeling over pH-profieltypen binnen HzG min of meer vergelijkbaar met HzD, hoewel de zuurdere varianten vaker voorkomen. Hierbij is het opvallend dat binnen HzG ook grondwater gevoede pH-profieltypen (Kw, Ro, Rd, Lo) voorkomen. Dat komt waarschijnlijk geheel voor rekening van de FG-Serie HzGPI – 'Lemige puinwaaiers en smeltwaterafzettingen' waarvan de pH-Veld in alle dieptetrajecten hoger is dan in de overige FG-Series binnen FG-Sectie HzG. Afgezien van de hogere pH-waarden is in deze profielen ook grondwaterinvloed verondersteld, omdat de afstand van GLG tot de wortelzone kleiner is dan de kritieke Z-afstand. Dit betreft dan smeltwaterafzettingen in lagere gebieden waar ook kwel aanwezig is.

De 'Stuifzandgebieden' (HzS) laten binnen Hz de zuurste profielen zien. De verschillen met de veel beter gebufferde HzB en HzT zijn evident. PH-Veld verschilt hier in alle dieptetrajecten van. Ten opzichte van HzD, waarbinnen HzS meestal voorkomt door verstuiwing van dekzand, vinden wij alleen tussen 20 cm en GLG een iets lagere pH-Veld, op de andere dieptes zijn de verschillen te klein om relevant te zijn. Binnen HzS vinden wij vrijwel alleen infiltratieprofielen.

Bij HzT – 'Tektonische terrassen in het zandlandschap' worden, afgezien van de beekdalen (HzB), de hoogste waarden voor pH-Veld gevonden. Deze zijn steeds hoger dan bij HzD, HzG en HzS. De verschillen met HzB en HzO zijn niet significant of niet relevant (< 0.5), met uitzondering van de laag dieper dan 20 cm die bij HzO iets zuurder is (-0,52). Ook hier vinden wij een combinatie van grondwater gevoede pH-profieltypen (Kw, Ro, Rd, Lo) en infiltratieprofielen, waarvan een deel basenrijk is (InBa). De hoogste pH-waarden en daarmee de pH-profieltypen Kw en InBa vinden wij voor de lagen dieper dan 20 cm en 20 cm tot GLG, binnen de FG-Serie HzTK – 'Kleiige terrassen', waar dit samenhangt met kalkrijk moederdermateriaal (kalkrijke oude kleien bij Winterswijk). Deze waarden verschillen fors ten opzichte van alle andere FG-Series binnen HzT, maar ook binnen de FG-Regio Hz.

Voor de 'Oude bouwlanden' (HzO) geldt dat de zuurgraad in de bovengrond (0-20 cm) door bemesting beïnvloed kan zijn. Deze is dan ook hoger dan bij HzG, HzD en HzS, maar verschilt in de onderliggende lagen alleen van HzS. Bij de meeste FG-Secties (behalve HzS) kon in de ondergrond geen significant verschil

gevonden worden, omdat dit hetzelfde moedermateriaal is van waaruit deze bouwlanden vaak ontstaan zijn. De meeste pH-profieltypen binnen HzO zijn basenarme infiltratieprofielen (InAa, InAo), wat te verwachten is voor de hooggelegen eerdgronden (HzOZ – 'Zwarte eerdgronden' en HzOB – 'Bruine eerdgronden'). Er komt binnen deze FG-Sectie ook een aantal grondwater gevoede pH-profieltypen (Kw, Ro, Rd, Lo) voor die passen bij de FG-Serie HzOL – 'Lage eerdgronden'. Deze zijn vooral te vinden in Brabantse beekdalen. PH-Veld in deze FG-Serie is over het algemeen wel duidelijk hoger dan bij HzOZ en HzOB.

Binnen de 'Hoogveengebieden' (HzH) zijn maar vier profielen beschreven. Er worden alleen significante verschillen met HzT en HzB gevonden die duidelijk minder zuur zijn.

### Lv Laagveengebieden

De 'Laagveengebieden' (Lv) verschillen voor pH-Veld alleen van 'Heuvelland' (HI) waar hogere waarden gevonden worden en Hz waar de bovengrond wat zuurder is (Figuur 5.6). De verschillen met de overige FG-Regio's zijn niet significant of niet relevant. Voor de FG-Secties en FG-Series binnen Lv worden nergens significante verschillen in de zuurgraad gevonden (Bijlage 3).

**Tabel 5.10** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen de 'Laagveengebieden' (Lv). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

| FG_Sectie                                            | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                                                      | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LvW Veenweiden                                       | 33                                | 21 | 7  | 8  | 1    | -    | 25   | 3    | 1   | -    | 72     |
| LvM Veenmoerassen                                    | 51                                | 4  | 3  | 6  | 4    | -    | 25   | 3    | 1   | 3    | 69     |
| LvR Restveengronden in droogmakerijen of veenpolders | 39                                | 11 | 6  | 16 | 3    | -    | 21   | 4    | -   | -    | 70     |

De boringen in deze dataset die vallen binnen Lv liggen vooral in het Vechtplassengebied, Noordwest-Overijssel en langs de Veluwemeerkust en zijn daar gevormd onder invloed van sterke kwel vanuit de Veluwe en het Drents plateau (Figuur 5.5). Dit zien wij terug in relatief hoge pH-waarden en het grote aandeel kwelprofielen (Kw, Lo). Ontwatering van deze gebieden en het wegvallen van kwelstromen door de aanleg van de IJsselmeerpolders hebben aanleiding gegeven tot verzuring en het ontstaan van neerslaglenzen (Ro, Rd) of infiltratieprofielen (InAa). Tussen de FG-Secties binnen Lv vinden wij geen significante verschillen in pH-Veld.

### Ri Rivierengebied

De waarden van pH-Veld zijn in alle diepteklassen hoger dan bij Hz – 'Hogere zandgronden' (Hz) en in de wortelzone (0-20 cm) lager dan in 'Heuvelland' (HI). Verder zijn er geen significante verschillen gevonden met andere FG-Regio's (Figuur 5.6 en Tabel 5.7).

De verdeling van het aantal boringen over de FG-Secties binnen Ri is niet evenwichtig. Het grootste deel van de boringen ligt bij de Overijsselse Vecht in FG-Sectie RiZ – 'Ingesneden rivieren zonder terrassen'. De zuurgraad is hier in alle diepteklassen lager dan bij RiU – 'Uiterwaarden laaglandrivier' die in jongere, holocene afzettingen liggen en vaak kalkhoudend zijn (Bijlage 3). De verschillen met de eveneens holocene, maar verder ontkalkte, FG-Sectie RiB – 'Binnendijkse gebieden laaglandrivier' zijn minder groot en in de bovengrond afwezig. Dat in tegenstelling tot de pleistocene afzettingen, waarin RiZ, maar ook RiP – 'Pleistocene rivierterrassen' voorkomen (Jalink e.a., 2016). RiZ en RiP verschillen dan ook niet significant van elkaar. De hoogste waarden van pH-Veld vinden wij in de jonge, kalkhoudend afzettingen in RiU – 'Uiterwaarden laaglandrivier'. Deze zijn ook hoger dan bij RiB, waar de bodems inmiddels verder ontkalkt zijn.

**Tabel 5.11** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen het 'Rivierengebied' (Ri). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

| FG_Sectie                                | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                                          | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| RiB Binnendijkse gebieden laaglandrivier | 15                                | -  | -  | -  | 19   | 11   | 44   | 4    | 4   | 4    | 27     |
| RiU Uiterwaarden laaglandrivier          | 12                                | -  | -  | -  | 88   | -    | -    | -    | -   | -    | 16     |
| RiP Pleistocene rivierterrassen          | 31                                | -  | -  | 8  | 15   | -    | 8    | 8    | 15  | 15   | 13     |
| RiZ Ingesneden rivieren zonder terrassen | 30                                | 6  | 11 | 11 | -    | -    | 18   | 11   | 8   | 6    | 66     |

Binnen RiB komt een aantal grondwater gevoede pH-profielen (Kw) voor binnen de FG-Serie RiBV – 'Vlakten in binnendijkse gebieden laaglandrivier' en waarschijnlijk ook in RiBG – 'Geulen in binnendijkse gebieden laaglandrivier', maar daar hebben wij geen boringen. Binnen RiBV vinden wij ook infiltratieprofielen in basenarm moedermateriaal (InAa) als gevolg van diepere ontwatering. Infiltratieprofielen in basenrijk moedermateriaal (InBa, InBo) zijn hier gebonden aan RiBR – 'Ruggen in binnendijkse gebieden laaglandrivier', net als de zure infiltratieprofielen (InAo, InZ en InZz) waar het profiel geheel ontkalkt is (profielverloop C).

De kalkrijkdom van RiU komt tot uiting in het voorkomen van basenrijke infiltratieprofielen (InBa) in rivierduinen en hoge oeverwallen in de FG-Serie RiUR – 'Ruggen in uiterwaarden laaglandrivier'.

De FG-Sectie 'Pleistocene rivierterrassen' (RiP) langs delen van Maas en IJssel ligt, zoals de naam aangeeft, relatief hoog ten opzichte van de rivier in oudere (pleistoceen en ouder) afzettingen die vanwege hun leeftijd volledig ontkalkt zijn. Daarom komt daar een aantal basenarme infiltratieprofielen (InAa, inAo, InZ en InZz) voor, maar kwelprofielen (Kw, Lo) en basenrijke infiltratieprofielen (InBa) worden ook aangetroffen.

Omdat het dal van de Overijsselse Vecht (RiZ) is ingesneden in de omliggende pleistocene afzettingen, treedt er kwel op naar de lagere delen van het dal, met name in de vlaktes en in de kronkelwaardgeulen (FG-Secties RiZV – 'Rivierdalvlakte (HzBV)' en RiZL – 'Rivierlopen (HzBL)'). Daar vinden wij kwelprofielen (Kw, Ro, Rd, Lo). De infiltratieprofielen in basenarm moedermateriaal vinden wij in het Vechtdal vooral in de FG-Series RiZD – 'Rivierduinen (RiTS) en Landduinen (HzSD)' en RiZN – 'Niet-kwel gevoed rivierdal en rivierdalflanken (HzBN)'.

### Zk Zeekleigebied

De waarden van pH-Veld zijn, net als bij Ri – 'Rivierengebied', in alle diepteklassen hoger dan bij Hz – 'Hogere zandgronden' (Hz) en in de wortelzone (0-20 cm) lager dan in 'Heuveland' (HI). Verder zijn er geen significante en relevante verschillen gevonden met andere FG-Regio's (Figuur 5.6 en Tabel 5.7).

**Tabel 5.12** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen het 'Zeekleigebied' (Zk). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

| FG_Sectie                     | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|-------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                               | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| ZkB Binnendijks zeekleigebied | 34                                | 15 | 3  | 6  | 7    | 1    | 30   | 2    | -   | 1    | 125    |
| ZkG Buitendijks zeekleigebied | -                                 | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |

Verreweg de meeste boringen in Zk zijn beschreven in het binnendijks gebied, FG-Sectie ZkB – 'Binnendijks zeekleigebied', er zijn slechts drie boringen in ZkG – 'Buitendijks zeekleigebied'; deze liggen alle drie in FG-Serie ZkGB – 'Zoetwater getijdenlandschap'. De afzettingen in deze FG-Regio zijn vrijwel altijd kalkrijk. Binnendijks in ZkB is een deel van de profielen wel gedeeltelijk ontkalkt. De verschillen van ZkB met de

FG-Secties in Ri – '*Rivierengebied*' zijn overwegend niet significant of niet relevant, alleen de '*Uiterwaarden laaglandrivier*' (RiU) hebben duidelijk hogere waarden voor pH-Veld in alle diepteklassen. De FG-Secties binnen FG-Regio Du – '*Duin- en kustzandgebied*', grenzen gedeeltelijk aan Zk en zijn deels ook kalkrijk of ten minste kalkhoudend afgezet. Door ontkalking zijn in de '*Grijze binnenduinen met vlakten en laagten*' (DuG) duidelijk zuurdere bodems ontstaan dan in ZkB. De andere FG-Secties binnen Du zijn basischer of verschillen niet significant of relevant van Zk (zie hieronder bij Du).

Binnen ZkB vinden wij de hoogste waarden van pH-Veld in de FG-Serie ZkBG – '*Geulen en Inlagen*'. Voor ZkBV – '*Vlakten in het zeeleigebied*' en ZkBR – '*Zandige en zavelige ruggen in het zeeleigebied*' werden geen significante verschillen in zuurgraad gevonden.

Binnen ZkBG (14 boringen) komen vooral kwelprofielen (Kw, Ro, Rd) voor. Het grootste aantal boringen (102) ligt in ZkBV. Afhankelijk van de mate van ontwatering en het voorkomen van kwel (een deel ligt aan de Veluwemeerkust, met kwel van de Veluwe) komen hier grondwater gevoede pH-profielen (Kw, Ro, Rd, Lo) of infiltratieprofielen (InAa, InBa) voor. Bij de 9 boringen in ZkBR komen voornamelijk infiltratieprofielen voor.

### Du Duin- en kustzandgebied

Door grote verschillen in kalkgehalte en mate van uitloging vertoont de pH-Veld in FG-Regio Du – '*Duin en kustzandgebied*' de grootste spreiding van alle FG-Regio's, in alle dieptetrajecten (Figuur 5.6). Mede daardoor verschilt pH-Veld voor Du alleen duidelijk van Hz – '*Hogere zandgronden*'. De verschillen ten opzichte van Hl – '*Heuvelland*' zijn alleen significant en relevant voor de bovengrond.

**Tabel 5.13** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen het '*Duin- en kustzandgebied*' (Du). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

| FG_Sectie                                                      | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      |        |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                                                                | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz | Aantal |
| DuB Blonde stuivende buitenduinen                              | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1      |
| DuX Complex van Blonde en Grijze duinen met vlakten en laagten | 20                                | -  | -  | -  | 20   | 20   | -    | 40   | -   | -    | 5      |
| DuG Grijze binnenduinen met vlakten en laagten                 | -                                 | 7  | -  | -  | -    | -    | 7    | 13   | 33  | 40   | 15     |
| DuL Laagtes en zandige (strand)vlakten                         | 69                                | -  | -  | -  | 3    | 3    | 14   | 7    | 3   | -    | 29     |

Bij de afzetting van zand op het strand en de daaropvolgende duinvorming in DuB – '*Blonde stuivende buitenduinen*' is het zand kalkrijk, of in elk geval kalkhoudend, zoals ten noorden van bergen aan Zee. Door infiltratie van neerslagwater, stikstofdepositie en humuszuren van de toenemende begroeiing, vindt vervolgens ontkalking plaats die in de kalkhoudende zanden sneller verloopt dan in de kalkrijke duinen ten zuiden van Bergen aan Zee. Zolang er vrije kalk aanwezig is, wordt de zuurgraad gebufferd rond pH-Veld = 7 (Figuur 3.1). Wanneer alle kalk is opgelost, is de zuurbuffer voortaan afhankelijk van de uitwisseling van basen aan het kationadsorptiecomplex. Dat is afhankelijk van lutum en organische stof en daarom in het leem- en humusarme duinzand zeer klein, waardoor de verzuring snel kan doorzetten zodra de kalk weg is. Hierdoor ontstaan verder van de zeereep deels ontkalkte duinen in DuG – '*Grijze binnenduinen met vlakten en laagten*'. In duinvalleien kan onder invloed van kwel wel weer een sterke zuurbuffer optreden, bijvoorbeeld binnen DuL – '*Laagtes en zandige (strand)vlakten*'.

Deze processen komen tot uiting in de verschillende zuurgraad tussen de FG-Secties binnen Du. Zoals de naam al aangeeft, omvat FG-Sectie DuX – '*Complex van Blonde en Grijze duinen met vlakten en laagten*' zowel kenmerken van kalkrijke (blonde) als ontkalkte (grijze) duinen. Omdat DuB en DuG onder andere onderscheiden worden op basis van de mate van begroeiing, is met de gebruikte landelijke basiskaarten moeilijk onderscheid in de LBK voor Nederland te maken. In alle dieptetrajecten vinden wij in DuX een duidelijk hogere pH-Veld in vergelijking met DuG – '*Grijze binnenduinen met vlakten en laagten*'. Binnen DuL – '*Laagtes en zandige (strand)vlakten*' vinden wij ook hoge waarden voor pH-Veld, deels door kwel, maar ook omdat in de lage delen zonder infiltratie de ontkalking minder ver is doorgezet. DuL heeft in alle diepteklassen een duidelijk hogere pH-Veld dan DuG. Ten opzichte van DuX is geen verschil gevonden.

Het grootste deel van de boringen binnen Du ligt in DuL, waar vooral kwelprofielen (Kw) gevonden worden en in een aantal verder ontkalkte en ontwaterde laagtes ook basenarme infiltratieprofielen (InAa). In DuG vinden wij vooral basenarme en zure infiltratieprofielen (InAa, InZ) die vaak ondiep verzuurd zijn (InAo, InZz), terwijl in DuX zowel basenrijke als basenarme infiltratieprofielen gevonden worden (InBo en InAo).

## HI Heuvelland

Veel afzettingen in het Heuvelland hebben een grote zuurbuffer, omdat zij kalkrijk zijn afgezet en door het hoge leemgehalte een grote CEC hebben. Daardoor zijn de gemiddelde en mediane waarden voor pH-Veld in alle diepteklassen het hoogst van alle FG-Regio's, maar de spreiding is ook aanzienlijk, omdat een deel van de boringen veel zuurder is (Figuur 5.6). Het 5<sup>de</sup> percentiel voor de wortelzone is 3.5, wat betekent dat 5% van de boringen een pH-Veld in de wortelzone heeft die kleiner of gelijk is aan 3.5. Voor de laag dieper dan 20 cm is dat 4.20. Door de grote spreiding verschillen de waarden van pH-Veld alleen in de wortelzone (0-20 cm) duidelijk van alle andere FG-Regio's.

**Tabel 5.14** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Fysisch-Geografische Secties binnen het 'Heuvelland' (HI). Per FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij. Deze overzichten worden voor de lagere niveaus FG-Series en FG-Typen gegeven in Bijlage 3.

|               | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      |        |
|---------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
| FG_Sectie     | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz | Aantal |
| HIT Terrassen | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| HIH Hellingen | 65                                | 6  | -  | 12 | -    | -    | -    | -    | -   | 18   | 17     |

Omdat de plateaus in Heuvelland (FG-Sectie HIT – 'Terrassen') voornamelijk voor de landbouw gebruikt worden, liggen de beschreven boringen vooral in HIH – 'Hellingen' en HID – 'Dalen' (Tabel 5.14). Tussen deze FG-Secties vinden wij geen significante verschillen voor de zuurgraad in de drie diepteklassen (zie Bijlage 3). Op lagere niveaus zijn binnen Heuvelland de geologische afzettingen bepalend voor de onderverdeling van de terrassen (HIT) en hellingen (HIH) in de legenda van de LBK. Daar komen verschillen in zuurgraad wel tot uiting. In de huidige dataset zijn echter voor de hellingen alleen boringen in de FG-Series HIHL – 'Leemgronden op hellingen' en HIHZ – 'Helling in tertiair zand' beschikbaar. HIHZ betreft zilverzand uit de formatie van Breda in de Brunssummerheide en bestaat vrijwel uit puur kwarts (Bijlsma e.a., 2020b). De hiervóór genoemde laagste pH-waarden (5<sup>de</sup> percentiel) hebben betrekking op deze afzettingen. De pH-Veld is hier dan ook veel lager dan bij HIHL en bij HID – 'Dalen', zowel binnen de FG-Serie HIDB – 'Grote beekdalen' als HIDD – 'Droogdalen en kleine beekdalen in löss'. De FG-Series binnen HID verschillen niet van elkaar.

Er is slechts één profiel opgenomen op een terras (in HITZ – 'Terras in tertiair zand'), dat is een 'Zuur infiltratieprofiel' (InZ). Dit pH-profieltype vinden wij ook terug bij drie profielen in de bijbehorende HIHZ – 'Helling in tertiair zand'. Binnen HIHL – 'Leemgronden op hellingen' vinden wij kwelprofielen (Kw, Ro en Lo), afhankelijk van de positie in de helling. Bij HIDD – 'Droogdalen en kleine beekdalen in löss' komen ook voornamelijk kwelprofielen (Kw) voor, maar ook enkele infiltratieprofielen (InAa en InZ). Bij HIDB – 'Grote beekdalen' zien wij steeds Kw.

Als er ook boringen beschikbaar zouden zijn binnen de andere FG-Series van hellingen, zouden er naar verwachting meer verschillen zichtbaar zijn. In HIHT – 'Helling, afgedekt met verspoelde löss op terrasmateriaal', HIHG – 'Hellingen in tertiaire klei en glauconietklei', HIHV – 'Hellingen in vuursteeneluvium' en HIHK – 'Kalksteenellingen' zijn echter (nog) geen pH-profielen opgenomen, maar vanwege het diverse moedermateriaal kunnen hier wel verschillende pH-profieltypen verwacht worden.

## 5.2.5 Humusvormen

Het humusprofiel betreft het bovenste deel van de bodem waarin organische stof wordt aangevoerd in de vorm van strooisel (blad, naalden, takjes, wortels, dode dieren) en wordt omgezet door een meer of minder actief bodemleven. Door variaties in aanvoer en omzetting van organisch materiaal ontstaan kenmerkende

lagen op en in de bodem die wij 'humushorizonten' noemen: diverse (ectorganische) L-, F- en H-horizonten in het strooiselpakket op de bodem en in de bodem (endorganische) wortelmatten (M-horizonten), veenlagen (O-horizonten) en minerale A-, E- en B-horizonten (zie Tabel 5.15). Vanwege het dynamische karakter ervan laten we de bovenste ectorganische horizont, de L-horizont, voor de humusvormclassificatie buiten beschouwing. Net als bij bodemprofielen kunnen wij humusprofielen op basis van een kenmerkende opvolging en diktes van lagen indelen bij 'humusvormen'. Voor meer achtergrondinformatie en de verklaring van de horizontcodes verwijzen wij naar de Nederlandse humusvormclassificatie (Van Delft e.a., 2006; De Jong e.a., 2023).

**Tabel 5.15** Overzicht van humushorizonten in de Nederlandse humusvormclassificatie (Van Delft e.a., 2006; De Jong e.a., 2023).

|                          | Humushorizont | Omschrijving                                                                                                                                                                                  | Bodemhorizont |
|--------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Ectorganische horizonten | L             | <i>Litter</i> – Strooisel, blad, naalden, takjes                                                                                                                                              | Ol            |
|                          | Ln            | <i>new</i> – Vers, minder dan 1 jaar                                                                                                                                                          | Ol            |
|                          | Lv            | <i>variative</i> – Verkleurd, gescheurd, bladskeletten                                                                                                                                        | Ol            |
|                          | F             | <i>Fragmented</i> – Gedeeltelijk afgebroken, < 70% fijn organisch materiaal                                                                                                                   | Of            |
|                          | Fm            | <i>mycogenous</i> – Afbraak vooral door schimmels, herkenbaar aan veel schimmeldraden. Bij slecht afbreekbaar strooisel op droge zure bodems                                                  | Of            |
|                          | Fa            | <i>amphi</i> – Afbraak door zowel schimmels als fauna; zowel schimmeldraden als droppings slecht herkenbaar of niet dominant. Strooisel en groeiplaats nemen tussenpositie in tussen Fm en Fz | Of            |
|                          | Fz            | <i>zoogenous</i> – Afbraak vooral door fauna, herkenbaar aan droppings (moderhumus). Bij relatief goed verteerbaar strooisel op voldoende vochthoudende, niet te zure bodems                  | Of            |
|                          | Ft            | <i>turbo</i> – Sterk beïnvloed door megafauna, met name zwijnen                                                                                                                               | Of            |
|                          | H             | <i>Humus</i> – Sterk gehumificeerd, > 70% fijn organisch materiaal                                                                                                                            | Oh            |
|                          | Hr            | <i>residues</i> – Met beperkt aantal herkenbare resten (< 30%)                                                                                                                                | Oh            |
|                          | Hh            | <i>humic</i> – Volledig gehumificeerd, amorf                                                                                                                                                  | Oh            |
|                          | Hx            | <i>zoogenous</i> – Bestaat vrijwel geheel uit droppings van mesofauna, moderhumus                                                                                                             | Oh            |
|                          | Hw            | <i>wood</i> – Bestaat uit houtresten                                                                                                                                                          | Oh            |
|                          | Hti           | <i>turbo</i> – Sterk beïnvloed door megafauna, met name zwijnen                                                                                                                               | Oh            |
|                          | S             | <i>Sphagnum</i> – Het levende deel van een veenmospakket                                                                                                                                      | -             |
| Endorganische horizonten | M             | <i>Mat</i> – Wortelmat van min of meer afgebroken afgestorven wortels                                                                                                                         | C             |
|                          | Mf            | <i>fibric</i> – Wortels, vrijwel niet aangetast                                                                                                                                               | C             |
|                          | Mm            | <i>mesic</i> – Gedeeltelijk omgezette wortels, vaak door mesofauna                                                                                                                            | Cw            |
|                          | Mh            | <i>humic</i> – Weinig of geen herkenbare wortels                                                                                                                                              | Ah            |
|                          | AMh           | overgang Mh-Ah                                                                                                                                                                                | Ah            |
|                          | O             | <i>Organic</i> – Veen > 15% organische stof                                                                                                                                                   | A of B of C   |
|                          | Of            | <i>fibric</i> – Vrijwel niet aangetast, geen fijn organisch materiaal, meestal veenmosveen                                                                                                    | C             |
|                          | Om            | <i>mesic</i> – Gedeeltelijk afgebroken, vaak door periodiek toetreden zuurstof in veenmosveen of anaërobe afbraak in gebufferd mesotroof veen (o.a. zeggeveen, broekveen)                     | Cw            |
|                          | Oh            | <i>humic</i> – Door verdroging veraard mesotroof of eutroof veen (zegge- broek- rietveen etc.)                                                                                                | Ah            |
|                          | Od            | <i>gliede</i> – Door verdroging veraard oligotroof veen (veenmosveen)                                                                                                                         | Ah            |
|                          | Og            | <i>gyttja</i> – Onder goed gebufferde anaërobe omstandigheden door bacteriën omgezet veen                                                                                                     | Cw            |
|                          | OM            | Overgang van O naar M                                                                                                                                                                         | Ah            |
|                          | OA            | Overgang van O naar A                                                                                                                                                                         | Ah            |
|                          | HA            | Overgang van H naar Ah                                                                                                                                                                        | Ah            |
|                          | A             | <i>Organo-mineraal</i> – Minerale horizont vermengd met gehumificeerd organisch materiaal                                                                                                     | A             |
|                          | Ah            | <i>homogenised</i> – Homogenisatie door bioturbatie (regenwormen)                                                                                                                             | Ah            |
|                          | Ap            | <i>plough</i> – Homogenisatie door grondbewerking                                                                                                                                             | Ap            |
|                          | Aa            | <i>antropogenic</i> – Opgehoogd, bijvoorbeeld door potstalbemesting                                                                                                                           | Aa            |
|                          | At            | <i>turbo</i> – Sterk beïnvloed door megafauna, met name zwijnen                                                                                                                               | Ah of Ap      |
|                          | E             | <i>Eluviate</i> – Minerale horizont met uitspoeling van kleimineralen en/of aluminium- en ijzerhydroxiden                                                                                     | Eu            |
|                          | B             | <i>Inspoeling</i> – Minerale horizonten met inspoeling kleimineralen (Bw) en/of aluminium- en ijzerhydroxiden (Bhs) en/of organische stof (Bh)                                                | Bw, Bh, Bhs   |
|                          | C             | <i>Moedermateriaal</i> – Minerale horizont zonder bodemvorming                                                                                                                                | C             |

In onze benadering is het humusprofiel geen aparte entiteit ten opzichte van het bodemprofiel. Wij beschouwen het humusprofiel als het meer veranderlijke deel van de bodem, waarin bodemvormende processen als humusvorming en uitspoeling een grote rol spelen en ook sterk beïnvloed worden door milieuomstandigheden, vegetatie en beheer. Dat maakt dit deel van de bodem bij uitstek geschikt om de bodemkundige veranderingen door externe factoren als beheer, hydrologie en stikstofdepositie op de standplaats te bestuderen.

Omdat de verschillende humushorizonten en de combinaties waarin deze worden aangetroffen (de humusvorm) afhankelijk zijn van zowel de strooiselinput (aard, hoeveelheid) als de eigenschappen van de bodem (lemigheid, kalkrijkdom, hydrologie), kunnen wij deze gebruiken om een beeld te krijgen van het functioneren van de groeiplaats. Samenstelling en activiteit van het bodemleven (schimmels, bacteriën, bodemfauna) en daarmee de omzetting van organische stof en de ontwikkeling van het humusprofiel worden immers door al deze factoren bepaald. Dat maakt dat de humusvorm ook indicatief is voor het groeiplaatstype (zie o.a. Kemmers & De Waal, 1999).

**Tabel 5.16** Aangetroffen humusvormen en het aantal keren dat deze in onze dataset voorkomen. De intensiteit van de achtergrondkleur in de regels onder Subgroep geeft aan welke humusvormen het vaakst zijn aangetroffen.

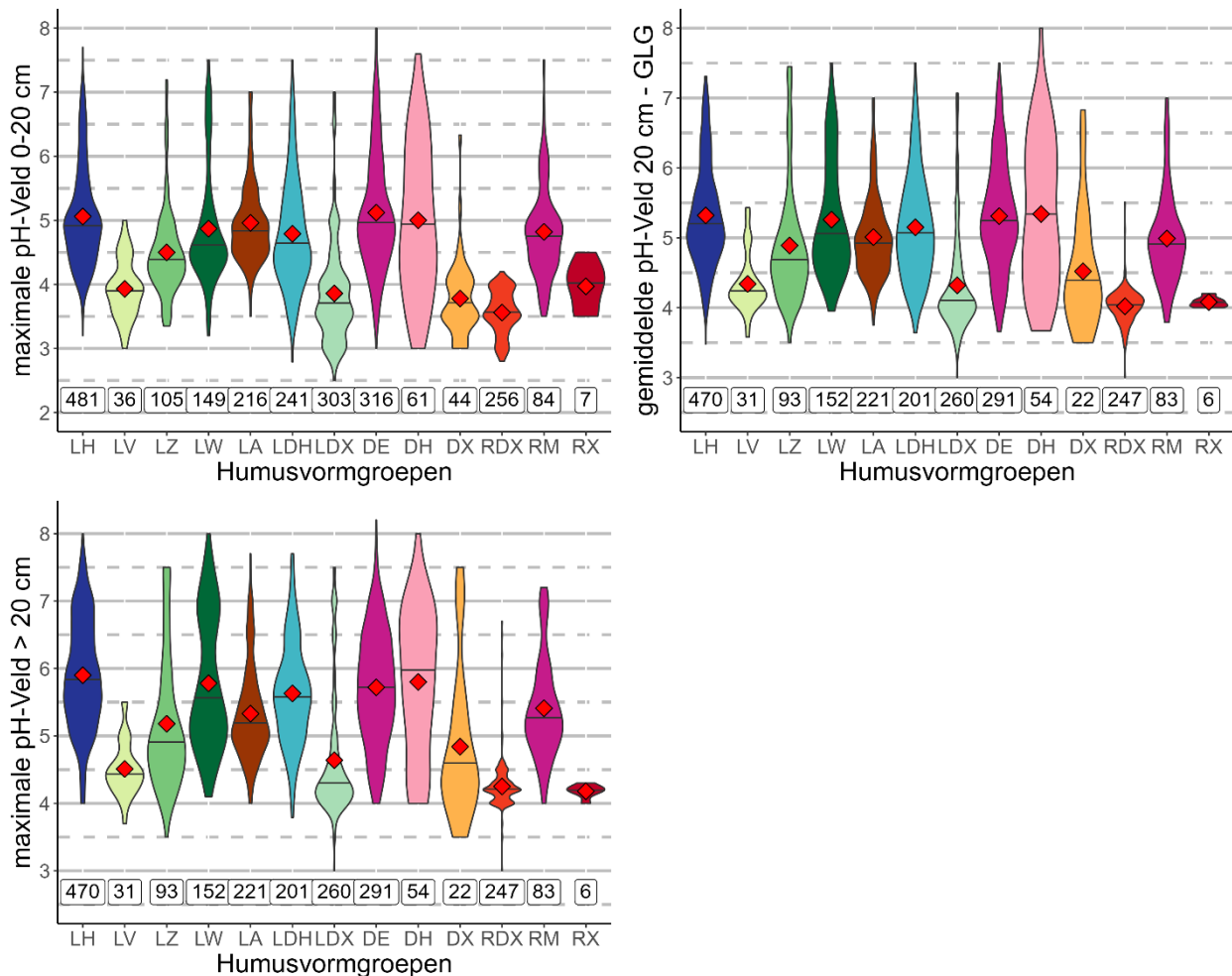
| Orde           | Suborde              | Groep                | Subgroep                     | Aantal |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| MU - Mull      | S - Semiterrestrisch | LH - Hydromull       | LHz - Zandhydromull          | 68     |
|                |                      |                      | LHc - Vlakhydromull          | 3      |
|                |                      |                      | LHa - Akkerhydromull         | 95     |
|                |                      |                      | LHf - Beekhydromull          | 307    |
|                |                      |                      | LHn - Kleihydromull          | 31     |
|                | T - Terrestrisch     | LV - Vaagmull        | LVh - Heidevaagmull          | 29     |
|                |                      |                      | LVz - Zandvaagmull           | 10     |
|                |                      |                      | LVf - Beekvaagmull           | 2      |
|                |                      | LA - Akkermull       | LAh - Heideakkermull         | 88     |
|                |                      |                      | L Ae - Enkakkermull          | 71     |
|                |                      |                      | LAr - Radeakkermull          | 74     |
|                |                      |                      | LAt - Tuinakkermull          | 4      |
|                |                      | LZ - Zandmull        | LZh - Heidezandmull          | 52     |
|                |                      |                      | LZs - Schraalzandmull        | 4      |
|                |                      |                      | LZe - Ectozaandmull          | 8      |
|                |                      |                      | LZz - Zurezaandmull          | 44     |
|                |                      |                      | LZd - Duinzaandmull          | 1      |
|                |                      |                      | LZk - Kalkzaandmull          | 9      |
|                |                      | LW - Wormmull        | LWs - Schraalwormmull        | 1      |
|                |                      |                      | LWe - Ectowormmull           | 3      |
|                |                      |                      | LWz - Zurewormmull           | 139    |
|                |                      |                      | LWk - Kalkwormmull           | 22     |
| ML - Mullmoder | S - Semiterrestrisch | LDH - Hydromullmoder | LDHb - Boshydromullmoder     | 32     |
|                |                      |                      | LDHs - Schraalhydromullmoder | 42     |
|                |                      |                      | LDHm - Moerhydromullmoder    | 71     |
|                |                      |                      | LDHw - Wormhydromullmoder    | 93     |
|                |                      |                      | LDHn - Kleihydromullmoder    | 12     |
|                |                      |                      | LDXh - Heidexeromullmoder    | 47     |
|                | T - Terrestrisch     | LDX - Xeromullmoder  | LDXs - Schraalxeromullmoder  | 43     |
|                |                      |                      | LDXc - Vlakxeromullmoder     | 11     |
|                |                      |                      | LDXz - Zandxeromullmoder     | 193    |
|                |                      |                      | LDXl - Leemxeromullmoder     | 60     |
|                |                      |                      | LDXa - Akkerxeromullmoder    | 38     |
|                |                      |                      | LDXt - Turbomullmoder        | 2      |

| Orde          | Suborde              | Groep              | Subgroep                 | Aantal |
|---------------|----------------------|--------------------|--------------------------|--------|
| MO - Moder    | S - Semiterrestrisch | DE - Eerdmoder     | DEn - Veeneerdmoder      | 5      |
|               |                      |                    | DEb - Boseerdmoder       | 10     |
|               |                      |                    | DEf - Beekeerdmoder      | 110    |
|               |                      |                    | DEm - Meereerdmoder      | 40     |
|               |                      |                    | DEk - Kalkeerdmoder      | 16     |
|               |                      |                    | DEv - Vaageerdmoder      | 44     |
|               |                      |                    | DEg - Gliedeeerdmoder    | 4      |
|               |                      |                    | DEo - Moereerdmoder      | 93     |
|               |                      | DH - Hydromoder    | DHb - Boshydromoder      | 16     |
|               |                      |                    | DHs - Schraalhydromoder  | 23     |
|               |                      |                    | DHw - Wormhydromoder     | 18     |
|               |                      |                    | DHn - Kleihydromoder     | 10     |
|               |                      |                    | DHc - Vlakhydromoder     | 5      |
|               |                      |                    |                          |        |
|               | T - Terrestrisch     | DX - Xeromoder     | DXh - Heidexeromoder     | 16     |
|               |                      |                    | DXl - Lignoxeromoder     | 1      |
|               |                      |                    | DXv - Vaagxeromoder      | 4      |
|               |                      |                    | DXu - Humusxeromoder     | 5      |
|               |                      |                    | DXs - Schraalxeromoder   | 2      |
|               |                      |                    | DXt - Holtxeromoder      | 13     |
|               |                      |                    | DXr - Ruwxeromoder       | 4      |
|               |                      |                    |                          |        |
| MM - Mormoder | T - Terrestrisch     | RDX - Xeromormoder | RDXh - Heidexeromormoder | 14     |
|               |                      |                    | RDXl - Lignoxeromormoder | 4      |
|               |                      |                    | RDXv - Vaagxeromormoder  | 23     |
|               |                      |                    | RDXu - Humusxeromormoder | 81     |
|               |                      |                    | RDXb - Bosxeromormoder   | 94     |
|               |                      |                    | RDXt - Holtxeromormoder  | 53     |
|               |                      |                    | RDXr - Ruwxeromormoder   | 27     |
| MR - Mor      | S - Semiterrestrisch | RV - Veenmosmor    | RVe - Eerdveenmosmor     | 1      |
|               |                      | RM - Mesimor       | RMh - Heidemesimor       | 6      |
|               |                      |                    | RMe - Eerdmesimor        | 39     |
|               |                      |                    | RMg - Gliedemesimor      | 1      |
|               |                      |                    | RMp - Rauwmesimor        | 3      |
|               |                      |                    | RMn - Veenmesimor        | 22     |
|               |                      |                    | RMf - Beekmesimor        | 2      |
|               |                      |                    | RMv - Vaagmesimor        | 13     |
|               |                      |                    |                          |        |
|               |                      |                    |                          |        |
|               | T - Terrestrisch     | RX - Xeromor       | RXh - Heidexeromor       | 5      |
|               |                      |                    | RXt - Holtxeromor        | 1      |
|               |                      |                    | RXr - Ruwxeromor         | 1      |

Wij hebben voor alle 2538 boringen de humusvorm af kunnen leiden volgens de Nederlandse humusvormclassificatie met enkele recente uitbreidingen (Van Delft e.a., 2006; De Jong e.a., 2023). Niet bij alle boringen was het humusprofiel beschreven aan de hand van de humushorizontindeling, omdat dat bij het doel waarvoor die boringen gedaan zijn niet nodig was. Boringen waarvoor het humusprofiel niet expliciet is beschreven, betreffen vooral locaties in (voormalige) landbouwgronden waar geen ectorganische lagen in voorkomen. Deze kunnen wij als mull-humusvorm beschouwen en zo in de analyse betrekken. Voor zover daarbij veenlagen voorkomen (van belang voor de semiterrestrische humusvormen), hebben wij op basis van de profielbeschrijving (veensoort, organischestofgehalte, geologie) deze lagen vertaald naar een code voor een humushorizont volgens Van Delft e.a. (2006). In Tabel 5.16 is het aantal profielen per humusvormsubgroep opgenomen, volgens de hiërarchische indeling van de humusvormclassificatie. Humusvormen die wij niet hebben aangetroffen, ontbreken in deze tabel. Bij 2066 humusprofielen is ook het pH-profiel opgenomen, zodat wij de relatie tussen humusprofiel en pH-profiel konden beoordelen.

Bij de indeling in pH-profieltypen (Tabel 4.2) komen zowel kenmerken die met de vochthuishouding te maken hebben (kwel, infiltratie) als de zuurgraad aan bod. Het ligt daarom voor de hand om aan te nemen

dat er ook een relatie is tussen pH-profielen en humusvormen, waarbij dezelfde factoren een rol spelen. Daarom hebben wij deze relaties onderzocht, zowel op het niveau van humusvormsubgroepen als humusvormgroepen. Figuur 5.7 geeft de verschillen in zuurgraad op basis van pH-Veld in drie diepteklassen tussen de humusvormgroepen weer. De bandbreedte per humusvormgroep en de paarsgewijze verschillen van de gemiddelden zijn opgenomen in Tabel 5.17. Tabel 5.18 geeft de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormgroepen. Dezelfde informatie wordt in Bijlage 3 gegeven voor de humusvormsubgroepen en toegelicht in § 5.2.5.1 t/m 5.2.5.5.



**Figuur 5.7** Verdeling van pH-Veld binnen humusvormgroepen voor de maximale of gemiddelde pH per diepteklasse. De codes van de humusvormgroepen worden verklaard in Tabel 5.18. Het aantal profielen per klasse staat onder de vorm. De rode stip geeft de gemiddelde waarde weer, de mediaan (P50) wordt aangegeven met een zwart lijntje. Zie ook Tabel 5.17 voor de bandbreedtes en onderlinge verschillen.

**Tabel 5.17** Aantallen, bandbreedte en paarsgewijze verschillen voor pH-Veld in verschillende humusvormgroepen. De inhoud van de tabel wordt toegelicht in § 5.1. De codes voor de humusvormgroepen worden verklaard in Tabel 5.18.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |      |       |      |       |      |      |       |       |      |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   |                     |      |      |      | P05         | P50   | P95   | Gem  | LH    | LV   | LZ    | LW   | LA   | LDH   | LDX   | DE   | DH    |
| LH        | 481 | Tot20  | 4.00                | 5.00 | 6.60 | 5.06 | —           | -1.13 | -0.56 | nr   | ns    | nr   | -1.20 | ns   | ns   | -1.28 | -1.50 | nr   | -1.09 |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 5.20 | 6.75 | 5.32 | —           | -0.98 | nr    | ns   | nr    | nr   | -1.00 | ns   | ns   | -0.80 | -1.30 | nr   | -1.24 |
|           |     | Van20  | 4.70                | 5.80 | 7.20 | 5.90 | —           | -1.39 | -0.72 | ns   | -0.57 | nr   | -1.26 | nr   | ns   | -1.06 | -1.65 | nr   | -1.72 |
| LV        | 36  | Tot20  | 3.25                | 3.95 | 4.70 | 3.93 | 1.13        | —     | 0.57  | 0.94 | 1.03  | 0.86 | ns    | 1.19 | 1.07 | ns    | nr    | 0.89 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.87                | 4.21 | 5.15 | 4.34 | 0.98        | —     | 0.55  | 0.92 | 0.67  | 0.81 | ns    | 0.97 | 1.00 | ns    | nr    | 0.65 | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.50 | 5.25 | 4.51 | 1.39        | —     | 0.67  | 1.27 | 0.82  | 1.12 | ns    | 1.21 | 1.29 | ns    | ns    | 0.90 | ns    |
| LZ        | 105 | Tot20  | 3.50                | 4.40 | 6.08 | 4.50 | 0.56        | -0.57 | —     | nr   | nr    | nr   | -0.64 | 0.62 | 0.50 | -0.72 | -0.94 | nr   | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.02                | 4.69 | 6.79 | 4.89 | nr          | -0.55 | —     | nr   | ns    | nr   | -0.57 | nr   | nr   | nr    | -0.87 | ns   | -0.81 |
|           |     | Van20  | 4.15                | 5.00 | 7.50 | 5.18 | 0.72        | -0.67 | —     | 0.60 | ns    | nr   | -0.54 | 0.54 | 0.62 | ns    | -0.93 | ns   | -1.00 |
| LW        | 149 | Tot20  | 3.87                | 4.59 | 7.00 | 4.87 | nr          | -0.94 | nr    | —    | ns    | ns   | -1.01 | nr   | ns   | -1.09 | -1.31 | ns   | -0.90 |
|           |     | V20GLG | 4.29                | 5.00 | 6.79 | 5.26 | ns          | -0.92 | nr    | —    | nr    | ns   | -0.94 | ns   | ns   | -0.74 | -1.24 | nr   | -1.18 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.50 | 7.50 | 5.78 | ns          | -1.27 | -0.60 | —    | nr    | ns   | -1.14 | ns   | ns   | -0.94 | -1.53 | nr   | -1.60 |
| LA        | 216 | Tot20  | 4.20                | 4.90 | 6.23 | 4.96 | ns          | -1.03 | nr    | ns   | —     | nr   | -1.10 | nr   | ns   | -1.18 | -1.40 | ns   | -0.99 |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 4.95 | 6.16 | 5.01 | nr          | -0.67 | ns    | nr   | —     | nr   | -0.69 | nr   | nr   | nr    | -0.99 | ns   | -0.93 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.20 | 6.70 | 5.33 | 0.57        | -0.82 | ns    | nr   | —     | nr   | -0.69 | nr   | nr   | nr    | -1.08 | ns   | -1.15 |
| LDH       | 241 | Tot20  | 3.55                | 4.58 | 6.50 | 4.79 | nr          | -0.86 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.93 | nr   | nr   | -1.01 | -1.23 | ns   | -0.82 |
|           |     | V20GLG | 4.13                | 5.05 | 6.53 | 5.15 | nr          | -0.81 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.83 | nr   | ns   | -0.63 | -1.13 | ns   | -1.07 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.50 | 7.00 | 5.63 | nr          | -1.12 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.99 | ns   | ns   | -0.79 | -1.38 | nr   | -1.45 |
| LDX       | 303 | Tot20  | 3.00                | 3.70 | 5.00 | 3.86 | 1.20        | ns    | 0.64  | 1.01 | 1.10  | 0.93 | —     | 1.26 | 1.14 | ns    | nr    | 0.96 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.59                | 4.09 | 6.03 | 4.32 | 1.00        | ns    | 0.57  | 0.94 | 0.69  | 0.83 | —     | 0.99 | 1.02 | ns    | nr    | 0.67 | ns    |
|           |     | Van20  | 3.90                | 4.30 | 7.00 | 4.64 | 1.26        | ns    | 0.54  | 1.14 | 0.69  | 0.99 | —     | 1.08 | 1.16 | ns    | nr    | 0.77 | ns    |
| DE        | 316 | Tot20  | 3.87                | 5.00 | 7.00 | 5.12 | ns          | -1.19 | -0.62 | nr   | nr    | nr   | -1.26 | —    | ns   | -1.34 | -1.56 | nr   | -1.15 |
|           |     | V20GLG | 4.10                | 5.22 | 6.71 | 5.31 | ns          | -0.97 | nr    | ns   | nr    | nr   | -0.99 | —    | ns   | -0.79 | -1.29 | nr   | -1.23 |
|           |     | Van20  | 4.35                | 5.70 | 7.00 | 5.72 | nr          | -1.21 | -0.54 | ns   | nr    | ns   | -1.08 | —    | ns   | -0.88 | -1.47 | nr   | -1.54 |
| DH        | 61  | Tot20  | 3.40                | 5.00 | 6.80 | 5.00 | ns          | -1.07 | -0.50 | ns   | ns    | nr   | -1.14 | ns   | —    | -1.22 | -1.44 | ns   | -1.03 |
|           |     | V20GLG | 3.96                | 5.07 | 6.96 | 5.34 | ns          | -1.00 | nr    | ns   | nr    | ns   | -1.02 | ns   | —    | -0.82 | -1.32 | nr   | -1.26 |
|           |     | Van20  | 4.13                | 5.90 | 7.00 | 5.80 | ns          | -1.29 | -0.62 | ns   | nr    | ns   | -1.16 | ns   | —    | -0.96 | -1.55 | nr   | -1.62 |
| DX        | 44  | Tot20  | 3.00                | 3.57 | 4.59 | 3.78 | 1.28        | ns    | 0.72  | 1.09 | 1.18  | 1.01 | ns    | 1.34 | 1.22 | —     | ns    | 1.04 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.51                | 4.24 | 6.21 | 4.52 | 0.80        | ns    | nr    | 0.74 | nr    | 0.63 | ns    | 0.79 | 0.82 | —     | -0.50 | nr   | ns    |
|           |     | Van20  | 3.52                | 4.50 | 7.00 | 4.84 | 1.06        | ns    | ns    | 0.94 | nr    | 0.79 | ns    | 0.88 | 0.96 | —     | -0.59 | 0.57 | ns    |
| RDX       | 256 | Tot20  | 3.00                | 3.50 | 4.00 | 3.56 | 1.50        | nr    | 0.94  | 1.31 | 1.40  | 1.23 | nr    | 1.56 | 1.44 | ns    | —     | 1.26 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.63                | 4.05 | 4.30 | 4.02 | 1.30        | nr    | 0.87  | 1.24 | 0.99  | 1.13 | nr    | 1.29 | 1.32 | 0.50  | —     | 0.97 | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.60 | 4.25 | 1.65        | ns    | 0.93  | 1.53 | 1.08  | 1.38 | nr    | 1.47 | 1.55 | 0.59  | —     | 1.16 | ns    |
| RM        | 84  | Tot20  | 3.79                | 4.80 | 6.00 | 4.82 | nr          | -0.89 | nr    | ns   | ns    | ns   | -0.96 | nr   | ns   | -1.04 | -1.26 | —    | -0.85 |
|           |     | V20GLG | 4.16                | 4.92 | 6.47 | 4.99 | nr          | -0.65 | ns    | nr   | ns    | ns   | -0.67 | nr   | nr   | nr    | -0.97 | —    | -0.91 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.20 | 7.00 | 5.41 | nr          | -0.90 | ns    | nr   | ns    | nr   | -0.77 | nr   | nr   | -0.57 | -1.16 | —    | -1.23 |
| RX        | 7   | Tot20  | 3.50                | 4.00 | 4.41 | 3.97 | 1.09        | ns    | ns    | 0.90 | 0.99  | 0.82 | ns    | 1.15 | 1.03 | ns    | ns    | 0.85 | —     |
|           |     | V20GLG | 4.01                | 4.07 | 4.18 | 4.08 | 1.24        | ns    | 0.81  | 1.18 | 0.93  | 1.07 | ns    | 1.23 | 1.26 | ns    | ns    | 0.91 | —     |
|           |     | Van20  | 4.05                | 4.20 | 4.28 | 4.18 | 1.72        | ns    | 1.00  | 1.60 | 1.15  | 1.45 | ns    | 1.54 | 1.62 | ns    | ns    | 1.23 | —     |

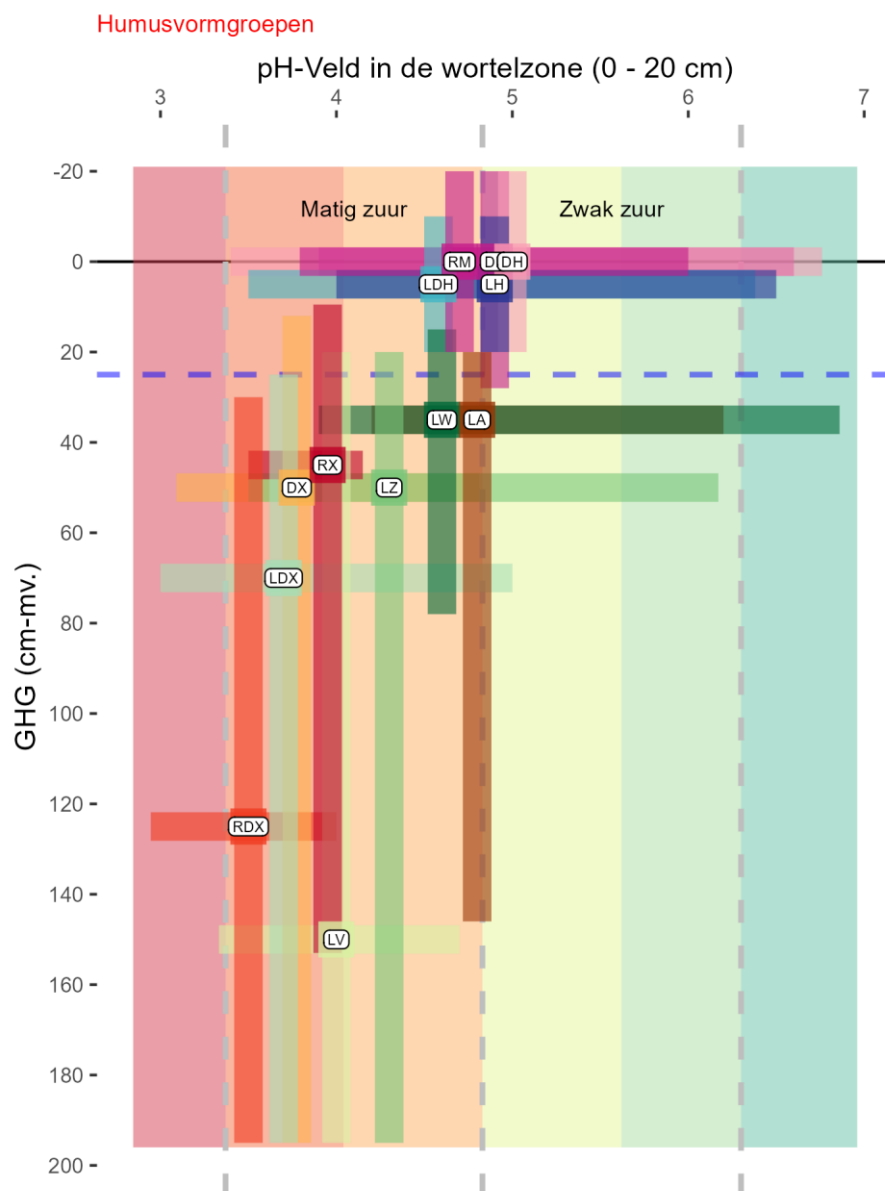
Afbraak, of juist accumulatie van organische stof in ectorganische strooiselpakketten en/of veenlagen wordt, naast een aantal andere factoren, voor een groot deel bepaald door de vochttoestand en de zuurgraad. De zuurgraad is daarbij vooral van belang in de wortelzone omdat daar, in vergelijking met de onderliggende lagen, de meeste biologische activiteit plaatsvindt. Voor de humusvormen zijn de lagen onder de wortelzone minder van belang, hoewel deze wel bepalend zijn om te beoordelen of kwel een rol speelt of niet. In bossen kunnen sommige boomsoorten, zoals Linde, actief basen opnemen uit de ondergrond en via 'rijk strooisel' de zuurgraad en strooiselomzetting boven in het profiel beïnvloeden (Hommel e.a., 2007).

**Tabel 5.18** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over Humusvormgroepen. Per klasse is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvormgroep     | pH-Profieltypen per Humusvormgroep (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|--------------------|----------------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                    | Kw                                     | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LH Hydromull       | 41                                     | 12 | 6  | 7  | 3    | -    | 22   | 3    | 4   | 1    | 465    |
| LV Vaagmull        | -                                      | 3  | -  | -  | -    | -    | 21   | 17   | 28  | 31   | 29     |
| LZ Zandmull        | 7                                      | 8  | 1  | 2  | 6    | 1    | 36   | 18   | 13  | 9    | 90     |
| LW Wormmull        | 19                                     | 12 | 1  | 6  | 12   | 3    | 32   | 8    | 4   | 3    | 146    |
| LA Akkermull       | 15                                     | 5  | 1  | 8  | 6    | -    | 57   | 4    | 4   | -    | 204    |
| LDH Hydromullmoder | 35                                     | 18 | 7  | 5  | 2    | -    | 14   | 7    | 6   | 4    | 201    |
| LDX Xeromullmoder  | 2                                      | 4  | 1  | -  | 3    | 1    | 5    | 14   | 20  | 49   | 238    |
| DE Eerdmoder       | 50                                     | 10 | 3  | 9  | 2    | -    | 14   | 2    | 5   | 5    | 286    |
| DH Hydromoder      | 49                                     | 9  | 7  | 5  | 2    | -    | 5    | -    | 11  | 11   | 55     |
| DX Xeromoder       | 5                                      | -  | 5  | -  | -    | 5    | 14   | 18   | 5   | 50   | 22     |
| RDX Xeromormoder   | -                                      | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 5    | 31  | 64   | 242    |
| RV Veenmosmor      | -                                      | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| RM Mesimor         | 32                                     | 12 | 4  | 20 | -    | -    | 19   | 7    | 4   | 2    | 81     |
| RX Xeromor         | -                                      | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 67  | 33   | 6      |
| Verdeling:         | 26                                     | 9  | 3  | 5  | 3    | 1    | 20   | 6    | 11  | 16   | 2066   |

Voor een goede omzetting van organische stof (blad, naalden, takken, wortels) is een vochtige, neutraal-basische bodem optimaal, omdat daarin het bodemleven goed gedijt. Organische stof wordt snel afgebroken en door de bodem gemengd (bioturbatie) waarbij mull-humusvormen ontstaan. Deze hebben vaak een hogere pH-Veld in de wortelzone. In dergelijke profielen vindt de omzetting van organische stof volledig in de bodem plaats. Onder minder gunstige omstandigheden (droger, zuurder, of juist zeer nat) is er een minder actief bodemleven waardoor de omzetting van organische stof trager verloopt en zich verplaatst naar ondiepere (strooisel)lagen. Voedselrijkdom van de bodem, afbreekbaarheid van het strooisel en klimaatfactoren spelen daarbij een rol, maar vocht en zuurgraad zijn in elk geval erg belangrijk. De vochttoestand kan in twee richtingen beperkend zijn. Zowel bij droogte als bij waterverzadiging neemt de activiteit van bodemleven en daarmee omzetting van organisch materiaal af. In het eerste geval accumuleert strooisel in ectorganische lagen op het bodemprofiel (L-, F- en H-horizonten) en soms wortelmatten (M-horizonten), in het tweede geval vindt veenvorming plaats, wat in de humusprofielbeschrijving beschreven wordt als O-horizonten in verschillende mate van afbraak, of de vorming van wortelmatten (M-horizonten). Daarnaast speelt de zuurgraad een belangrijke rol. In zuurdere (vaak droge) bodems neemt niet alleen de activiteit van bodemleven af, maar treedt er ook een verschuiving op van afbraak door bodemfauna (en bacteriën) naar afbraak door schimmels. In natte bodems is de zuurgraad van betekenis voor de plantensoorten die er groeien (veenmos, zegge, riet etc.) en het type veen dat daaruit ontstaat. Ook de afbraak van het gevormde veen wordt weer gestuurd door de zuurgraad. In neutraal of basisch veen wordt veen afgebroken door anaerobe bacteriën die in plaats van zuurstof zwavel gebruiken voor hun energievoorziening (Van Delft e.a., 2005). Met de veranderingen in samenstelling en activiteit van bodemleven verschuift ook het zwaartepunt van de organische stofomzetting, van de Ah-horizont naar de F-horizont in profielen met een strooiselpakket en de M- en O-horizonten bij vorming van wortelmatten en veenvorming. Daarmee verschuift ook de voor plantengroei bepalende diepte waarop nutriënten beschikbaar komen. Hierdoor wordt het belang van de minerale bodem in het systeem bij de ontwikkeling van moder- en mor-humusvormen steeds minder ten opzichte van de organische (F-, H-, M- en O-) horizonten.

Voor meer informatie over de humusvormclassificatie verwijzen wij naar de *Veldgids humusvormen* (Van Delft e.a., 2006). Om een indruk te geven van het belang van vocht en zuurgraad voor de humusvormen hebben wij in Figuur 5.8 de humusvormen op het niveau van humusvormgroepen uitgezet tegen de bandbreedte van pH-Veld in de wortelzone (0 – 20 cm) en de GHG. GHG is niet de enige maat voor de vochttoestand, deze wordt ook bepaald door GLG en bodemfysische eigenschappen van de bodem (§ 4.2), maar is wel een praktische maat voor dit doel. De bandbreedte van pH-Veld en GHG zijn aangegeven op basis van percentielen (5%, 50% = mediaan en 95%). Hiermee geven wij aan binnen welk bereik 90% van de waarnemingen zich bevindt.



**Figuur 5.8** Ecologische positionering van de humusvormen op het niveau van humusvormgroepen. De horizontale balken geven per humusvormgroep de spreiding aan tussen 5de en 95ste percentiel voor de pH-Veld in de wortelzone. De verticale balken geven dezelfde informatie voor de GHG. De codes van de humusvormgroepen staan in de kruising van beide balken en geven de mediane waarden aan (50<sup>ste</sup> percentiel). De blauwe streepjeslijn bij GHG = 25 cm geeft ongeveer de begrenzing tussen semiterrestrische en terrestrische humusvormen, welke ook afhankelijk is van veenlagen en podzolering en daarom iets kan variëren. De codes van de humusvormgroepen worden verklaard in Tabel 5.16. (NB De codes voor DH en DE overlappen elkaar, waardoor DE niet te lezen is.)

Vanwege het grote aantal verschillende humusvormsubgroepen bespreken wij hieronder de resultaten op het niveau van Suborde (Orde, verdeeld in een semiterrestrisch en terrestrisch deel) en de humusvormgroepen en humusvormsubgroepen daarbinnen (zie Tabel 5.16). Het onderscheid tussen terrestrisch en semiterrestrisch wordt hier gemaakt op basis van de mate waarin (grond)water direct van invloed is op de omzetting van organisch materiaal. Onder semiterrestrische humusprofielen verstaan wij profielen met een veenlaag (O-horizont) in de bovengrond of gleyverschijnselen (GHG ondieper dan 25 cm, zonder dat daarbij een podzolprofiel ontwikkeld is (zie ook de blauwe streepjeslijn in Figuur 5.8). Behalve de informatie die wij hieronder presenteren, zijn de bandbreedtes en onderlinge verschillen voor de humusvormgroepen en humusvormsubgroepen in tabelvorm opgenomen in Bijlage 3.

### 5.2.5.1 Mull-humusvormen

In deze orde vinden wij humusvormen die gekenmerkt worden door het ontbreken van organische horizonten (F-, H-, O- of M-horizonten). Deze ontstaan in voor bodemleven gunstige omstandigheden met een goede omzetting van organische stof door o.a. schimmels, bacteriën en regenwormen (Van Delft e.a., 2006; Zanella e.a., 2018). Hierdoor vindt geen strooiselaccumulatie plaats en organische stof wordt door bioturbatie gemengd met het minerale deel van de bodem waardoor een Ah-horizont gevormd wordt (Figuur 5.8). Omzetting van organische stof vindt volledig in de minerale bodem plaats en daar komen dan ook de nutriënten beschikbaar.

### Semiterrestrische mulls (LH)

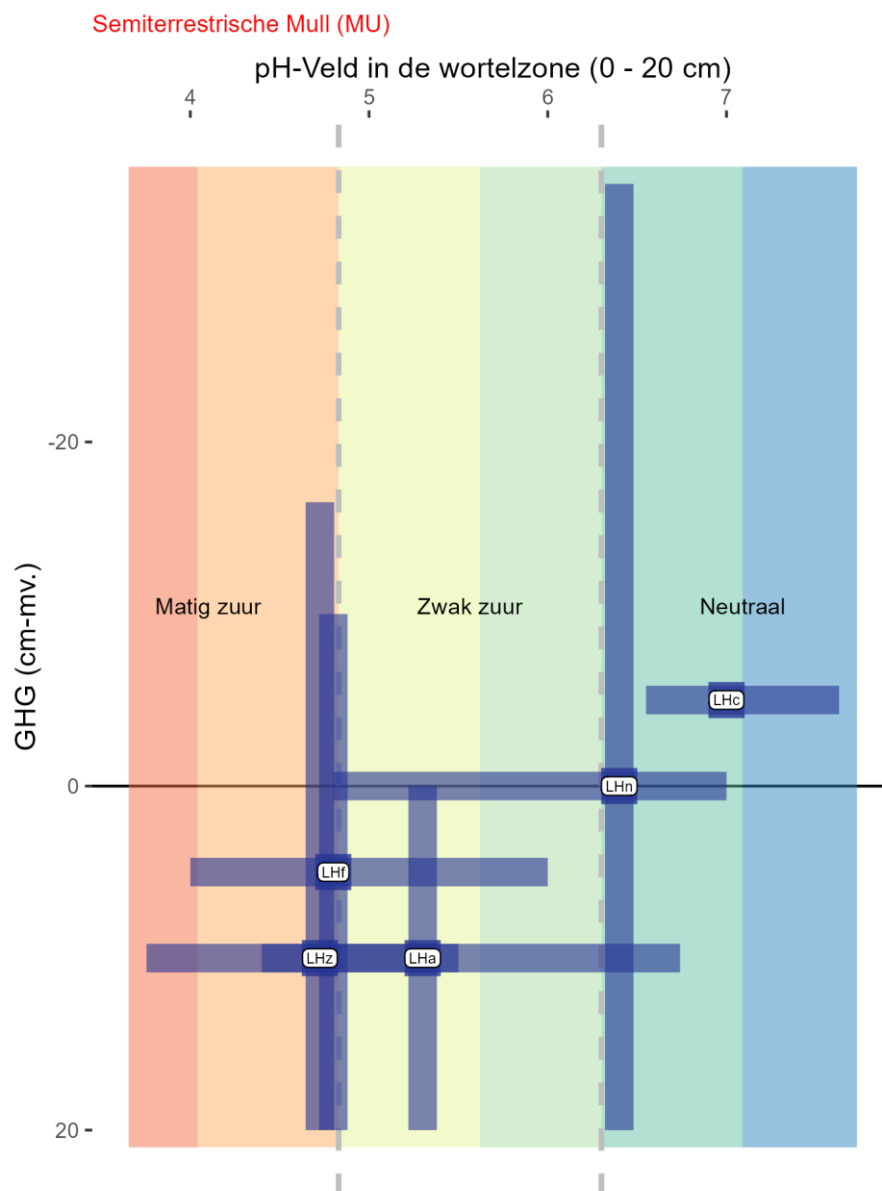
**Tabel 5.19** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mulls. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm            | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|----------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                      | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LHz - Zandhydromull  | 36                                | 11 | 2  | 10 | 2    | 2    | 21   | 5    | 7   | 5    | 61     |
| LHc - Vlakhydromull  | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| LHa - Akkerhydromull | 61                                | 2  | 7  | 6  | 4    | -    | 18   | 2    | -   | -    | 90     |
| LHf - Beekhydromull  | 34                                | 16 | 7  | 7  | 1    | -    | 25   | 3    | 5   | -    | 285    |
| LHn - Kleihydromull  | 58                                | 4  | -  | -  | 23   | -    | 15   | -    | -   | -    | 26     |

Dit zijn humusvormen die gekenmerkt worden door afbraak onder semiterrestrische, zwak zure tot neutrale omstandigheden. De pH-Veld in verschillende diepteklassen verschilt van de waarden in de meeste terrestrische humusvormgroepen die vaak zuurder zijn (Bijlage 3). Dat geldt niet voor enkele terrestrische mull-humusvormen die gekenmerkt worden door deels kalkhoudend, vaak lemig materiaal (lemig zand, leem of klei) en vaak ook een hoge pH-Veld hebben, zoals 'Tuinakkeromull' (LAt), 'Kalkzandomull' (LZk), 'Kalkwormomull' (LWk) en in mindere mate 'Ecto-wormomull' (LWe). In vergelijking met andere semiterrestrische humusvormgroepen 'Hydromullmoder' (LDH), 'Eerdmoder' (DE), 'Hydromoder' (DH) en 'Mesimor' (RM) zijn er geen significante verschillen gevonden of deze zijn niet relevant (< 0.5).

In Tabel 5.19 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mulls samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.9 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. Hoewel al deze humusvormen een ondiepe GHG hebben, komt deze nooit ver boven maaiveld en komen langdurige periodes met waterverzadiging, die aanleiding kunnen geven tot veenvorming, niet voor. LHc – 'Vlakhydromull' en LHn – 'Kleihydromull' hebben de hoogste pH-Veld in de wortelzone en verschillen dan ook duidelijk van de andere humusvormen in deze groep. Deze humusvormen worden dan ook onderscheiden op basis van kalkhoudend materiaal binnen 40 cm. Het zijn ook de humusvormen met de ondiepste GHG met een mediaan rond of boven maaiveld. Bij deze humusvormen is dan ook vooral een kwelprofiel (Kw) gevonden. De 'Beekhydromull' (LHf) en 'Zandhydromull' (LHz) die van elkaar onderscheiden worden op basis van lemigheid en beide kalkloos zijn, hebben in de wortelzone vergelijkbare pH-waarden (verschil is wel significant, maar niet relevant) en verschillen wel duidelijk van alle andere humusvormen in deze groep die alle basischer zijn. Bij LHz is de GHG wat dieper dan bij LHf. Als de GLG ook dieper is, zou dat door een kleinere kritieke Z-afstand in het niet-lemige zand kunnen betekenen dat bij LHz meer infiltratieprofielen voorkomen, maar de verdeling tussen grondwater gevoede profielen (Kw, Ro, Rd, Lo) enerzijds en infiltratieprofielen (InAa) anderzijds is voor beide humusvormen vergelijkbaar. Het grootste deel is grondwater gevoed, vaak met neerslaglenzen, maar infiltratieprofielen komen ook regelmatig voor. Bij de 'Akkerhydromull' (LHa) kan het ontbreken van (ect)organische horizonten, wat een voorwaarde is om als mull geïnclassificeerd te worden, het gevolg zijn van agrarisch gebruik (ploegen, scheuren van grasland, bemesten, bekalken), waardoor de zuurgraad niet overeen hoeft te komen met de natuurlijke zuurgraad in de bodem. De maximale pH-Veld in de wortelzone is hier hoger dan de kalkloze LHf en LHz en lager dan bij de kalkhoudende LHn en LHc. Aangezien LHa op kalkloze bodems voorkomt, kunnen wij aannemen dat dit een gevolg is van het agrarisch gebruik. De verdeling over grondwater gevoede- en infiltratieprofielen is min of meer vergelijkbaar met LHf en LHz, maar wel met vaker een kwelprofiel (Kw),

wat een gevolg kan zijn van bemestingsinvloed waardoor boven in het profiel een hogere pH-Veld gevonden wordt, ook als er neerslagwater infiltreert.



**Figuur 5.9** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mulls. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.19.

### Terrestrische mulls (LV, LZ, LW, LA)

In deze groep vinden wij terrestrische humusprofielen terug die om uiteenlopende redenen geen (of heel weinig) strooiselaccumulatie kennen. Bij LZ – ‘Zandmull’ en LW – ‘Wormmull’ worden de snelle omzetting en menging van organisch materiaal vooral bepaald door de eigenschappen van het moedermateriaal en een gunstige vochthuishouding. Binnen de groep terrestrische mulls is LV vaak duidelijk zuurder dan de andere humusvormen. Andere verschillen tussen terrestrische mulls zijn, als ze al significant zijn, niet relevant.

Het (vrijwel) ontbreken van een A-horizont bij LV wijst op het ontbreken van bodemvorming en is indicatief voor ‘jonge bodems’ ofwel ‘vaaggronden’. We treffen deze humusvorm dan ook aan in actief of recentelijk vastgelegd stuifzand waarin nog geen bodemvorming heeft plaatsgevonden. Daarnaast is het ontbreken van een A-horizont vaak het gevolg van ontgronding in ‘natuurontwikkelingsprojecten’. Om een teveel aan nutriënten in voormalige landbouwgronden snel omlaag te brengen, wordt dan vaak een deel van het profiel afgegraven. Afhankelijk van de ontgrondingsdiepte verdwijnen daarmee ook door bodemvorming

ontwikkelde horizonten en wordt een kunstmatige vaaggrond gecreëerd, ook in bodems die zuurder zijn dan wij zouden verwachten bij een mull-humusvorm. Ook deze vallen dan onder de humusvormgroep LV. Hierdoor is bij LV de bodem in alle diepteklassen relatief zuur voor een mull-humusvorm. De pH-veld is lager dan bij alle andere terrestrische mulls en verschilt niet significant van andere terrestrische humusvormgroepen LDX – 'Xeromullmoder', DX – 'Xeromoder', RDX – 'Xeromormoder' en RX – 'Xeromor', die ook allemaal op zure bodems gevonden worden (zie de volgende paragrafen).

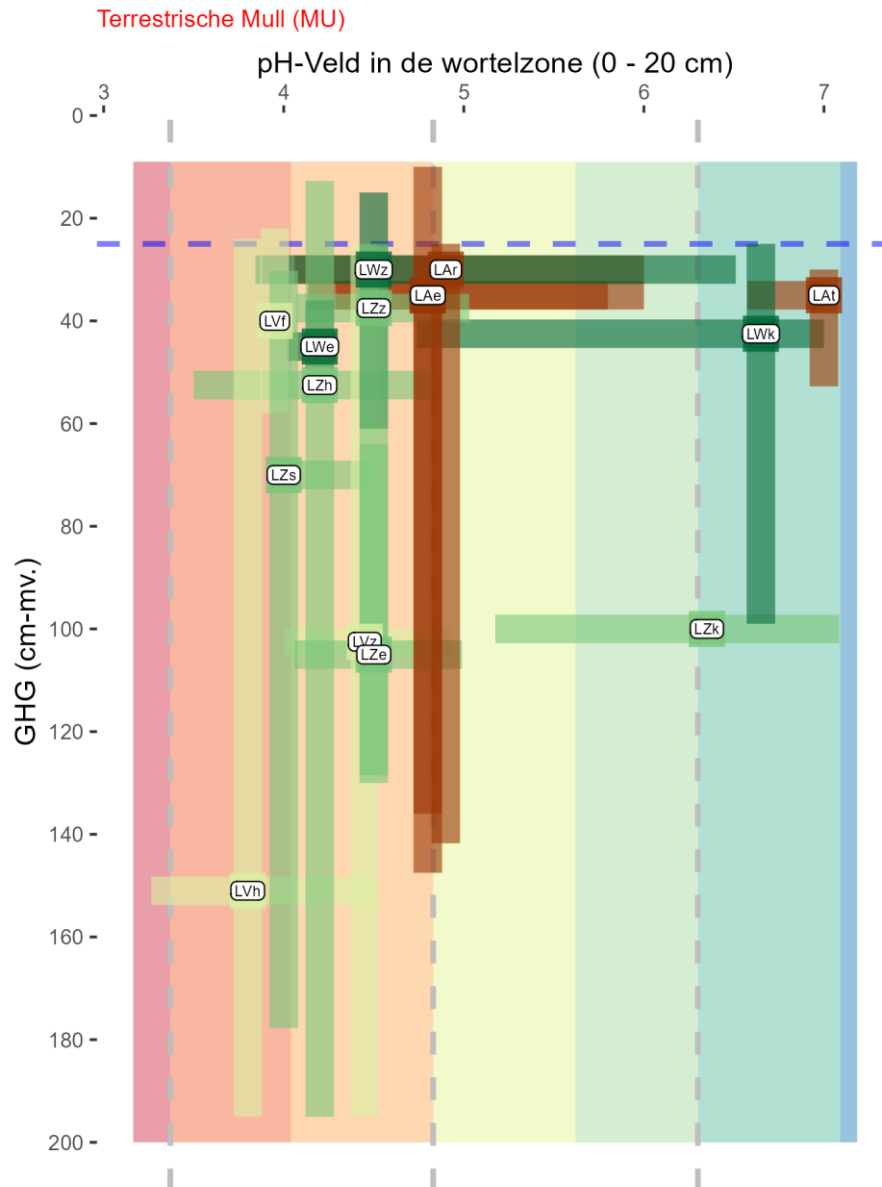
Bij LA is juist sprake van kunstmatige beïnvloeding van het humusprofiel door ploegen en/of scheuren van grasland, waardoor eventuele ectorganische horizonten of wortelmatten verdwijnen en opgenomen worden in een Ap- of Aa-horizont. Daarnaast wordt de zuurgraad vaak kunstmatig hooggehouden door bemesting en/of bekalking. De pH-Veld is dan ook hoger dan andere terrestrische humusvormgroepen LDX – 'Xeromullmoder', DX – 'Xeromoder', RDX – 'Xeromormoder' en RX – 'Xeromor', die allemaal op zuurdere bodems gevonden worden (zie de volgende paragrafen).

**Tabel 5.20** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mulls. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm             | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|-----------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                       | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LVh - Heidevaagmull   | -                                 | 5  | -  | -  | -    | -    | 10   | 19   | 24  | 43   | 21     |
| LVz - Zandvaagmull    | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 67   | 17   | 17  | -    | 6      |
| LVf - Beekvaagmull    | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 2      |
| LAh - Heideakkermull  | 4                                 | 1  | 1  | 10 | 6    | -    | 68   | 4    | 6   | -    | 81     |
| LAe - Enkakkermull    | 12                                | 7  | -  | -  | 5    | 2    | 66   | 2    | 5   | -    | 56     |
| LAr - Radeakkermull   | 32                                | 8  | 2  | 13 | -    | -    | 38   | 6    | 2   | -    | 63     |
| LAt - Tuinakkermull   | -                                 | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 4      |
| LZh - Heidezandmull   | 2                                 | 2  | -  | -  | 2    | -    | 25   | 28   | 22  | 18   | 40     |
| LZs - Schraalzandmull | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 2      |
| LZe - Ectozandmull    | -                                 | 14 | -  | -  | -    | -    | 57   | 29   | -   | -    | 7      |
| LZz - Zurezandmull    | 6                                 | 16 | 3  | 6  | -    | -    | 53   | 9    | 3   | 3    | 32     |
| LZd - Duinzandmull    | -                                 | -  | -  | -  | -    | 100  | -    | -    | -   | -    | 1      |
| LZk - Kalkzandmull    | 38                                | -  | -  | -  | 50   | -    | 12   | -    | -   | -    | 8      |
| LWs - Schraalwormmull | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1      |
| LWe - Ectowormmull    | -                                 | 67 | -  | -  | -    | -    | 33   | -    | -   | -    | 3      |
| LWz - Zurewormmull    | 18                                | 13 | 2  | 8  | 5    | 2    | 35   | 9    | 5   | 3    | 120    |
| LWk - Kalkwormmull    | 27                                | -  | -  | -  | 55   | 9    | 9    | -    | -   | -    | 22     |

In Tabel 5.20 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mulls samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.10 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. De humusvormen die tot de 'Vaagmull' (Lv) gerekend worden, komen in vergelijking met andere terrestrische mulls voor in zuurdere bodems. Onderling zijn de verschillen klein en meestal niet significant. Het zuurst en tevens droogst is de bodem bij LVh – 'Heidevaagmull', die gekenmerkt wordt door niet-lemig (< 20% leem) en kalkloos zand waarin podzolering heeft plaatsgevonden. Hier is het zeer waarschijnlijk dat in een latere fase van de successie en bodemvorming alsnog ectorganische en/of wortelhorizonten ontstaan. Het profiel ontwikkelt dan in de richting van een moder-humusvorm en eventueel verder naar mormoder of mor. De bodem is veel zuurder dan bij LA en LW, met uitzondering van de wortelzone bij LWe – 'Ectowormmull', waarin door verzuring in de bovengrond een ectorganische laag (< 2 cm) is ontstaan als eerste fase in de richting van een moder-humusvorm. Verschillen met eveneens in niet-lemig zand ontwikkelde LZ zijn beperkt of niet significant, behalve voor LZk – 'Kalkzandmull', waarin binnen 20 cm kalkrijk materiaal voorkomt, bijvoorbeeld in kust- of rivierduinen, of LZz – 'Zure zandmull'- waarin podzolering ontbreekt en eventueel vanaf 20 cm kalkhoudend materiaal voor kan komen.

De 'Zandvaagmull' (LVz) in niet-lemig zand, zonder podzolering en de 'Beekvaagmull' (LVf) in lemig zand, leem of klei verschillen minder van de andere terrestrische mulls dan LVh. Alleen LZk – 'Kalkzandmull', LWk – 'Kalkwormmull' en Lat – 'Tuinakermull', elk met kalkrijk materiaal binnen 20 cm hebben (zeer) duidelijk hogere waarden voor pH-Veld dan LVz en LVf waarbij kalkhoudend materiaal altijd dieper dan 20 cm en vaak ook dieper dan 40 cm begint of niet voorkomt. Vrijwel alle vaagmullen (LV) komen voor op infiltratieprofielen, die bij LVh meestal zuur zijn (InZ, InZz) en bij LVz Basenarm (InAa, InAo).



**Figuur 5.10** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mulls. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.20. De code voor LAh – 'Heideakkermull' is weggefallen achter Lae.

Bij de 'Zandmull' (LZ) zien we min of meer vergelijkbare patronen als bij de 'Vaagmull' (LV). Binnen deze groep wijkt pH-Veld alleen voor LZk – 'Kalkzandmull' af van de andere humusvormen. LZh – 'Heidezandmull' heeft wel een duidelijk lagere pH-Veld dan de verschillende humusvormen binnen LA, ook weer met uitzondering van LAh – 'Heideakkermull', waar dat alleen voor de (bemeste) bovengrond geldt, terwijl de zuurgraad in de diepere lagen, die vaak uit hetzelfde moedermateriaal bestaan als LZh, niet significant afwijkt. Net als bij LVh zijn de verschillen met LW het grootste voor LWk – 'Kalkwormmull'. De 'Schraalzandmull' (LZs), die gekenmerkt wordt door een dunne wortelmat (< 2 cm), 'Ectozandmull' (LZe) met een dunne strooisellaag (< 2 cm) en 'Zure zandmull' (LZz), komen alle drie voor in niet-lemig (< 20%

leem) zand dat kalkloos is tot minimaal 20 cm, verschillen afgezien van de strooisellaag of wortelmat weinig, ook niet in zuurgraad. Binnen LZ zijn de meeste pH-profielen geclassificeerd als basenarme infiltratieprofielen (InAa), eventueel ondiep verzuurd (InAo), maar bij LZz komen ook wel kwelprofielen voor (Kw, Rd, Lo). De LZk – 'Kalkzandmull' komt niet vaak voor, maar heeft dan meestal een basenrijk infiltratieprofiel (InBa) en in enkele gevallen een kwelprofiel (Kw). Aangezien het terrestrische humusvormen betreft waarbij de GHG (veel) dieper dan 25 cm voorkomt, zullen dit geen 'echte' kwelbodems zijn, maar is er mogelijk wel sprake van capillaire nalevering door een grote kritieke Z-afstand.

In lemig zand (> 20% leem), leem en klei komen wij de 'Wormmull' (LW) tegen. De onderverdeling is vergelijkbaar met die van de 'Zandmull' (LZ), maar door de aard van het doorgaans beter gebufferde moedermateriaal komen 'Schraalwormmull' (LWs) en 'Ectowormmull' (LWe) relatief weinig voor. Deze komen ook grotendeels overeen met LWz – 'Zure wormmull'. Ten opzichte van de andere terrestrische mulls zijn er vooral verschillen met de uitersten. PH-Veld van LWz is hoger dan LVh en de diepere lagen van LZh en lager dan Lat, LZk en LWk. LWk – 'Kalkwormmull' met kalkrijk materiaal ondieper dan 20 cm heeft een veel hogere pH-Veld dan vrijwel alle andere terrestrische mulls, behalve Lat en LZk, waarmee geen significante verschillen gevonden worden. De pH-profieltypen bij LW zijn ongeveer gelijk verdeeld tussen de basenarme infiltratieprofielen (InAa) en kwelprofielen, deels met neerslaglenzen (Kw, Ro, Rd, Lo). Bij LWk zien we ook vaak een basenrijk infiltratieprofiel (InBa). Het relatief hoge aandeel (mogelijk) grondwater gevoede pH-profielen is toe te schrijven aan een grote kritieke Z-afstand in het lemige moedermateriaal, waardoor deze terrestrische profielen toch als mogelijk grondwater gevoed ingedeeld worden, ook al is de GHG dieper dan 25 cm.

Net als bij de semiterrestrische mulls die we hierboven beschreven, nemen de verschillende vormen van 'Akkermull' (LA) qua zuurgraad een tussenpositie in tussen de terrestrische mulls in overwegend kalkloos moedermateriaal en die in kalkrijk moedermateriaal (LZk, LWk). Een uitzondering is de 'Tuinakker-mull' (LAT), die in de bovengrond kalkrijk is en daarmee een hogere pH-Veld heeft dan de meeste andere terrestrische mulls, met uitzondering van LZk en LWk. Voor LAe – 'Enkakker-mull', LAh – 'Heideakker-mull' en LAr – 'Radeakker-mull', die alle in kalkloos moedermateriaal ontstaan zijn, geldt dat de bodem alleen zuurder is dan de hiervoor genoemde LAT, LZk en LWk. De bodems zijn wel minder zuur dan de overige terrestrische mulls, maar de verschillen zijn dan alleen meer of minder significant en relevant ( $\geq 0.5$ ) in vergelijking met LVh, LZh en deels LZs. Bij LAh, met een podzolondergrond, zien wij vooral basenarme en zure infiltratieprofielen (InAa, InAo, InZ) en een wat kleiner aandeel dat als (lokale) kwelprofielen (Lo, Kw, Ro, Rd) beoordeeld kan worden. Voor de eveneens niet-lemige LAe verschuift de verhouding iets meer naar de kwelprofielen (Kw, Rd), maar InAa blijft dominant. De lemigheid van LAr maakt dat er wat vaker kwelprofielen voorkomen (Kw, Lo, Ro en Rd). Mogelijk betreft dit deels ook de zogenaamde 'Lage eerdgronden' in beekdalen in Noord-Brabant.

#### 5.2.5.2 Mullmoder-humusvormen

Bij humusprofielen die wij tot de mullmoders rekenen, vinden wij – net als bij de meeste mull-humusvormen – een Ah-horizont, maar om uiteenlopende redenen is de afbraak van organisch materiaal toch minder volledig. Mullmoders zijn te beschouwen als gedegradeerde mull-humusvormen waarbij de activiteit van regenwormen is afgenomen. Hierdoor ontstaan ectorganische horizonten (F- of H), wortelmatten (M-horizonten) of dunne veenlagen (O-horizonten), maar die zijn altijd minder dik dan de Ah-horizont. De aanwezigheid van een Ah-horizont betekent dat er een periode geweest is met meer biologische activiteit waarin bioturbatie kon plaatsvinden. Een afname van die activiteit zal dan vaak het gevolg zijn van veranderingen in de groeiplaats, zoals ontkalking en uitloging van basen door infiltrerend neerslagwater, gevolgd door verdere verzuring.

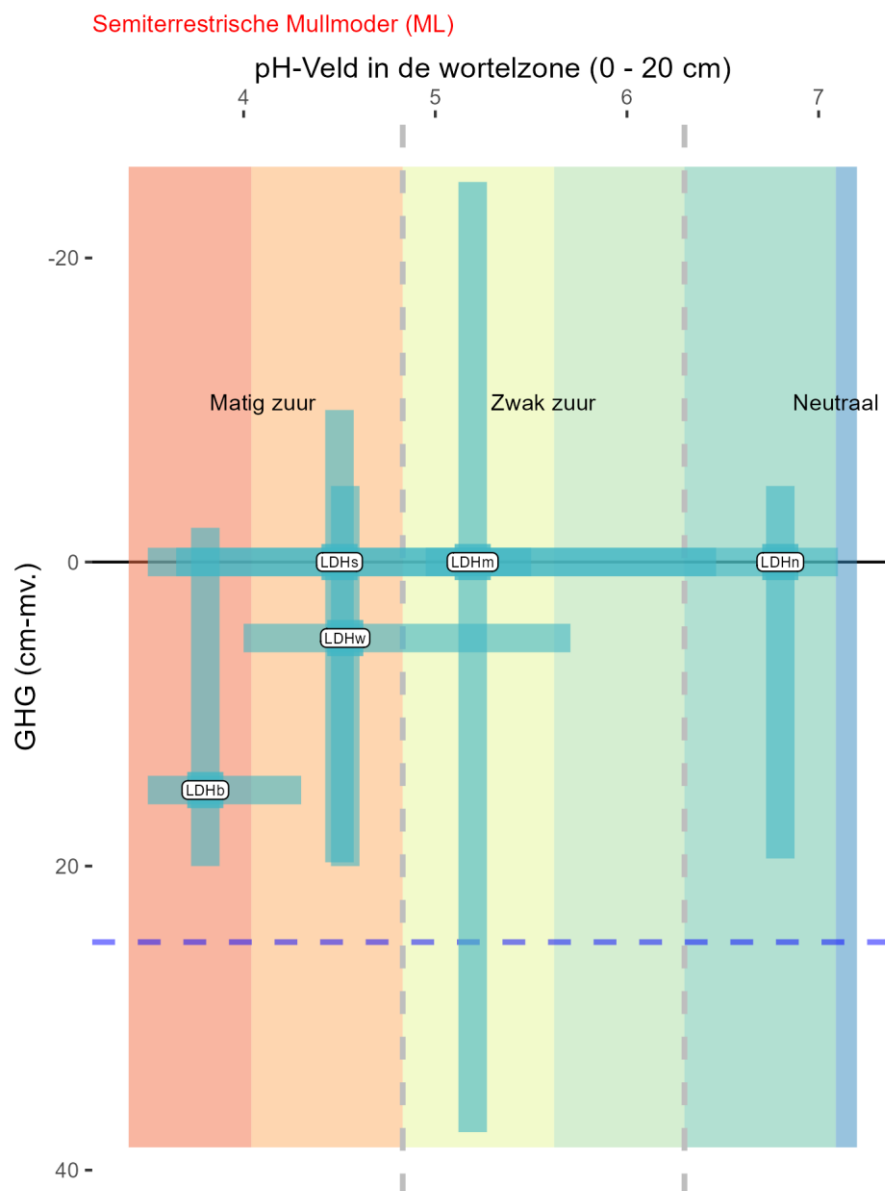
Omzetting van organisch materiaal vindt bij deze humusvormen nog steeds vooral in de minerale bodem plaats, maar door de vertraagde afbraak worden de organische horizonten ook belangrijker voor het functioneren van het bodem-humussysteem en nutriëntenbeschikbaarheid. Vanwege dit toenemende belang wordt ook het onderscheid naar de herkomst van het organisch materiaal belangrijker en maken wij onderscheid in humusvormsubgroepen met ectorganische horizonten (F-, H-) in bos, wortelmatten (M-) in korte vegetaties en dunne veenlagen (O-) in diverse natte natuurgebieden.

### Semiterrestrische mullmoders (LDH)

De vochttoestand, uitgedrukt in de GHG, is voor LDH vergelijkbaar met die van de semiterrestrische mull (LH). De wortelzone is iets zuurder dan bij LH, maar het verschil is te klein om relevant te zijn (Figuur 5.8 en Bijlage 3). Dat geldt ook voor de maximale pH-Veld dieper dan 20 cm, die in deze natte profielen indicatief is voor de zuurbuffer van het grondwater en/of het moedermateriaal en voor de gemiddelde pH-Veld tussen 20 cm en GLG die een aanwijzing is voor de mate waarin grondwaterinvloed hoger in het profiel doordringt. Omdat de GHG niet verschilt, kan dit kleine verschil in zuurgraad van de wortelzone de reden zijn voor een minder actief bodemleven en beginnende accumulatie van organisch materiaal. In vergelijking met andere semiterrestrische humusvormgroepen vinden wij soms significante verschillen met de bovengronden van de moders (DE en DH) en de lagen dieper dan 20 cm bij RM, maar die verschillen zijn steeds niet relevant ( $< 0.5$ ).

**Tabel 5.21** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mullmoders. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm                    | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                              | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LDHb - Boshydromullmoder     | -                                 | 30 | 20 | -  | 5    | -    | -    | -    | 25  | 20   | 20     |
| LDHs - Schraalhydromullmoder | 15                                | 38 | 10 | 5  | -    | -    | 15   | 8    | 5   | 5    | 40     |
| LDHm - Moerhydromullmoder    | 55                                | 6  | 5  | 2  | 2    | -    | 15   | 9    | 2   | 5    | 65     |
| LDHw - Wormhydromullmoder    | 31                                | 17 | 6  | 11 | -    | -    | 20   | 8    | 8   | -    | 65     |
| LDHn - Kleihydromullmoder    | 73                                | -  | -  | -  | 27   | -    | -    | -    | -   | -    | 11     |



**Figuur 5.11** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mullmoders. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.21.

In Tabel 5.21 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mullmoders samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.11 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. Binnen deze humusvormgroep is allereerst het onderscheid naar kalkdiepte bepalend. Bij de 'Kleihydromullmoder' (LDHn) komt ondieper dan 40 cm kalkrijk materiaal voor, wat tot uiting komt in de zuurgraad. Ten opzichte van alle hydromullmoders is pH-Veld hier in alle dieptes duidelijk hoger, terwijl de GHG niet veel lijkt af te wijken van LDHs, LDHm en LDHw. Accumulatie van organische stof kan hier zowel in de vorm van wortelmatten (M-horizonten: LDHs, LDHw) als veenvorming (O-horizonten: LDHm) voorkomen. De zuurgraad bij de kalkloze hydromullmoders verschilt onderling meestal niet significant of de verschillen zijn te gering om relevant te zijn. Alleen in de wortelzone (0-20 cm) komen wij hier verschillen tegen. Bij de 'Boshydromullmoder' (LDHb) is deze het laagst, in combinatie met een iets diepere GHG. Dit zijn profielen in bos, waar als gevolg van ontwatering neerslag kan infiltreren en de bovengrond verzuurt. Hierdoor wordt het strooisel minder snel omgezet en ontstaan ectorganische (F- en H-) horizonten. De 'Wormhydromullmoder' (LDHw) en 'Schraalhydromullmoder' (LDHs) ontstaan beide in korte vegetaties waarbij accumulatie van dode wortels in wortelmatten plaatsvindt. Het onderscheid tussen beide humusvormsubgroepen volgt uit de mate waarin dat gebeurt, waarbij LDHw gekenmerkt wordt door een

beginnende wortelmat in de vorm van een AMh-horizont, terwijl bij LDHs een volwaardige wortelmat (M-horizont) ontstaan is. De zuurgraad verschilt niet tussen beide, maar LHDw vinden wij in iets sterker ontwaterde situaties met een wat diepere GHG en minder lange periodes met water boven maaiveld. Hierbij is de omzetting van dode wortels niet volledig, maar zorgen regenwormen nog wel voor bioturbatie in een AMh-horizont. De omstandigheden bij LDHs zijn wat natter met langere periodes met water boven maaiveld, waardoor een puur organische wortelmat zonder bioturbatie ontstaat. Bij de 'Moerhydromullmoder' (LDHm) is de bovengrond minder zuur dan bij de andere kalkloze hydromullmoders, maar het verschil is alleen significant en relevant ten opzichte van LHDb en LHDs, het verschil met LDHw is wel significant, maar niet relevant ( $< 0.5$ ). De zuurgraad lijkt hier niet de grootste beperking voor omzetting van organisch materiaal, maar de GHG geeft wel een grote spreiding te zien met het 95<sup>ste</sup> percentiel tot 25 cm boven maaiveld. Hierdoor vindt veenvorming plaats.

De pH-profieltypen binnen de semiterrestrische mullmoders variëren volgens de hierboven beschreven verschillen (Tabel 5.21). Vanwege het kalkrijke en lemige moedermateriaal met een grote kritieke Z-afstand vinden wij bij LDHn vrijwel alleen kwelprofielen (Kw) en een enkel basenrijk infiltratieprofiel (InBa). Bij LDHb zien wij het effect van ontwatering terug in het ontbreken van echte kwelprofielen. Deze zijn vervangen door neerslaglenzen (Ro, Rd) of vooral zure infiltratieprofielen (InZ, InZz). Bij LDHw en LDHs komen ook wel kwelprofielen (Kw, Lo) voor, maar ongeveer even vaak neerslaglenzen (Ro, Rd) en basenarme en zure infiltratieprofielen (InAa, InAo, InZ, InZz). Vooral bij LDHs zien we meer neerslaglenzen, wat de verdergaande vorming van wortelmatten verklaart. De relatief hoge pH-Veld bij LDHm, in combinatie met ondiepe grondwaterstanden, maakt dat de kwelprofielen hier duidelijk in de meerderheid zijn.

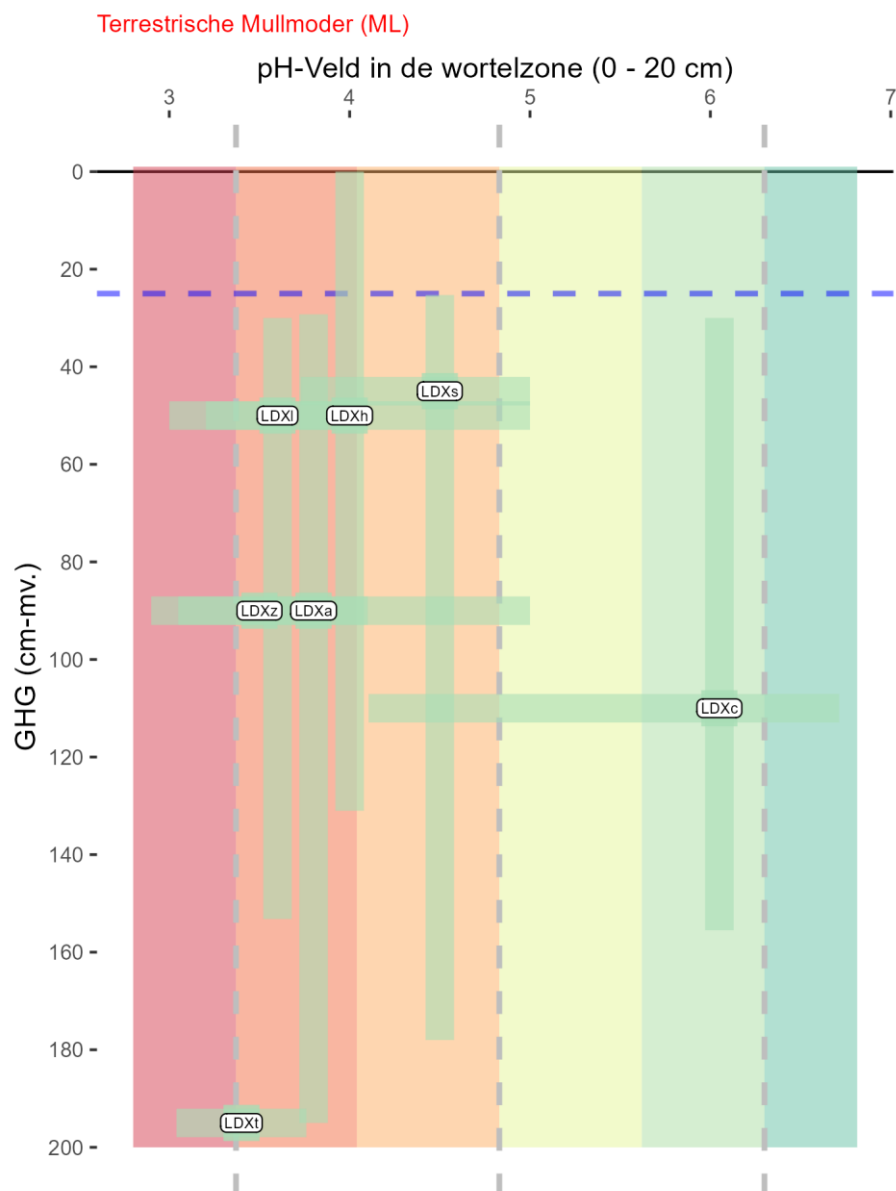
### Terrestrische mullmoders (LDX)

Net als bij de semiterrestrische mullmoders (LDH) vindt bij de terrestrische mullmoders ten opzichte van de terrestrische mulls een verschuiving plaats van omzetting van organische stof in de Ah-horizont naar een (vertraagde) omzetting in organische horizonten (ectorganisch F- en H- of wortelmatten M-horizont).

De bodem is bij LDX dan ook overal duidelijk zuurder dan bij de terrestrische mulls, met uitzondering van de 'Vaagmull' (LV). Ten opzichte van andere terrestrische humusvormgroepen zijn alleen de verschillen met RDX – 'Xeromormoder' significant, waarbij de pH-Veld voor LDX iets hoger is dan voor RDX, maar dat verschil is te klein om relevant te zijn ( $< 0.5$ ).

**Tabel 5.22** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mullmoders. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm                   | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|-----------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                             | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LDXh - Heidexeromullmoder   | -                                 | -  | -  | -  | 4    | -    | 15   | 11   | 26  | 44   | 27     |
| LDXs - Schraalxeromullmoder | 5                                 | 10 | 5  | -  | 5    | -    | 33   | 24   | 10  | 10   | 21     |
| LDXc - Vlakxeromullmoder    | 30                                | 10 | -  | -  | 50   | 10   | -    | -    | -   | -    | 10     |
| LDXz - Zandxeromullmoder    | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 12   | 24  | 64   | 122    |
| LDXI - Leemxeromullmoder    | -                                 | 11 | 3  | 3  | -    | 3    | -    | 22   | 14  | 44   | 36     |
| LDXa - Akkerxeromullmoder   | 5                                 | 10 | 5  | -  | -    | -    | 10   | 15   | 20  | 35   | 20     |
| LDXt - Turbomullmoder       | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 50  | 50   | 2      |



**Figuur 5.12** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mullmoders. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.21.

In Tabel 5.22 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mullmoders samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.12 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. De enige humusvormsubgroep binnen de terrestrische mullmoders die het duidelijkst afwijkt van alle andere binnen de groep, is de '*Vlakxeromullmoder*' (LDXc) met kalkrijk materiaal binnen 40 cm, waardoor de pH-Veld in alle dieptetrajecten fors hoger is.

In korte vegetaties, waarbij een M-horizont voorkomt, onderscheiden wij de '*Heidexeromullmoder*' (LDXh) in profielen met een podzolprofiel en '*Schraalxeromullmoder*' (LDXs) zonder podzolering, beide in kalkloos zand. De bodem bij LDXh is in de ondergrond (20 cm -GLG) wat zuurder dan bij LDXs, maar in de wortelzone zijn de verschillen niet relevant ( $< 0.5$ ).

Voor profielen in kalkloze bodems in bos maken wij vooral onderscheid naar het leemgehalte tussen LDXz – '*Zandxeromullmoder*' in niet-lemig zand ( $< 20\%$  leem) en LDXl – '*Leemxeromullmoder*' in leemig zand leem en klei. Dit verschil in ondergrond komt tot uiting in een hogere maximale pH-Veld voor LDXl dieper dan 20 cm (moedermateriaal) en de gemiddelde pH-Veld tussen 20 cm en GLG, maar niet in de wortelzone.

Voor de 'Akkerxeromullmoder' (LDXa) zien wij vrijwel geen significante en relevante verschillen in de zuurgraad ten opzichte van de andere kalkloze xeromullmoders. De verhoogde pH-Veld als gevolg van agrarisch gebruik die wij bij de 'Akkermull' (LA) zagen, is hier alleen waarneembaar in vergelijking met LDXz en LDXl. Door infiltratie van neerslagwater is de extra zuurbuffer na het staken van bemesting uitgespoeld, met als gevolg oppervlakkige verzuring en vorming van organische (F-, H- of M-) horizonten. Dat is een teken dat de bodem zich weer ontwikkelt in de richting van een 'natuurlijke' bodem. Bodems met een grotere zuurbuffer zullen langer als 'Akkermull' blijven functioneren, omdat zij minder snel verzuren.

Vanwege het terrestrische karakter van de humusvormen in deze groep vinden wij als pH-profiel vooral infiltratieprofielen. Het kalkrijke karakter van LDXc maakt dat het hier gaat om basenrijke infiltratieprofielen (InBa). Bij de humusvormen van kalkloze bodems zijn dat veelal basenarme infiltratieprofielen die ook vaak ondiep verzuurd zijn (InAa, InAo, InZ, InZz), wat dan ook een verklaring is van de achterblijvende omzetting van organisch materiaal. De verzuring onder korte vegetaties (LDXh, LDXs) is vaak minder ver doorgezet dan in bos (LDXz, LDXl, LDXt), waarbij in LDXz en LDXt ook veel (zeer) zure infiltratieprofielen (InZ, InZz) voorkomen.

### 5.2.5.3 Moder-humusvormen

Bij de humusvormen die wij tot de moders rekenen, ontbreekt een Ah-horizont of is deze in elk geval dunner dan de organische F-, H-, O- en M-horizonten. De omzetting van organisch materiaal vindt vrijwel uitsluitend plaats in deze lagen en de rol van de minerale bodem is veel kleiner. Deze focus op de organische horizonten vinden wij ook terug bij de mormoder- (§ 5.2.5.4) en mor-humusvormen (§ 5.2.5.5), maar het onderscheid tussen deze drie ordes maken wij op grond van de rol van verschillende organismen op de organische stofomzetting en veensoorten in de O-horizonten.

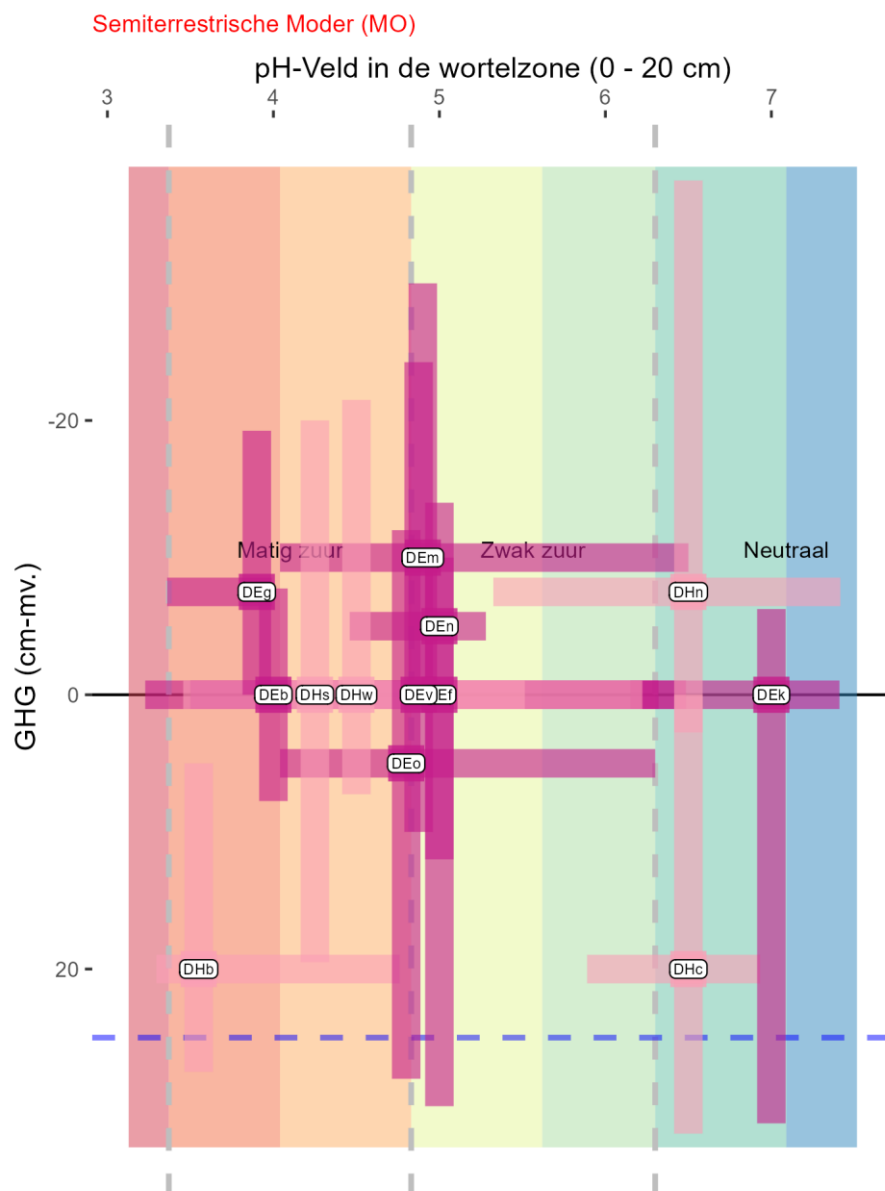
Voor moder-humusvormen onder bos geldt dat de afbraak van strooisel vooral door (meso)fauna plaatsvindt (Fz-, Ft-, Hz- of Ht-horizont dominant). De afbraak van wortels in eventuele wortelmatten is vergevorderd (Mh- of AMh). Hetzelfde geldt voor veen (Oh-, Og-, Od- of OAh-horizonten dominant).

### Semiterrestrische moders (DE, DH)

Bij de semiterrestrische moders onderscheiden wij 'Eerdmoders' (DE) die gekenmerkt worden door een veraarde venige bovengrond (Oh, Og, Od of OAh-horizonten) en 'Hydromoders' (DH) met wortelmatten (M-horizonten) of ectorganische F- en H-horizonten. In beide humusvormgroepen is de spreiding in de zuurgraad vrij groot, waardoor op dit niveau vrijwel geen verschillen gevonden worden met andere semiterrestrische humusvormgroepen (Figuur 5.7 en Bijlage 3).

**Tabel 5.23** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische moders. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm               | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|-------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                         | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| DEn - Veeneerdmoder     | 40                                | 20 | -  | 20 | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 5      |
| DEb - Boseerdmoder      | 11                                | 22 | -  | -  | -    | -    | 11   | 11   | 11  | 33   | 9      |
| DEf - Beekeerdmoder     | 64                                | 11 | 4  | 3  | -    | -    | 12   | 2    | 1   | 2    | 92     |
| DEm - Meereerdmoder     | 42                                | 8  | -  | 28 | -    | -    | 17   | 3    | 3   | -    | 36     |
| DEk - Kalkeerdmoder     | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 14     |
| DEv - Vaageerdmoder     | 51                                | 5  | 2  | 5  | -    | -    | 10   | 2    | 12  | 12   | 41     |
| DEg - Gliedeerdmoder    | -                                 | -  | 33 | -  | -    | -    | -    | -    | 33  | 33   | 3      |
| DEo - Moereerdmoder     | 37                                | 13 | 3  | 10 | 6    | -    | 21   | -    | 7   | 2    | 86     |
| DHb - Boshydromoder     | 17                                | -  | 17 | -  | -    | -    | -    | -    | 33  | 33   | 6      |
| DHs - Schraalhydromoder | 26                                | 16 | 5  | 11 | -    | -    | -    | -    | 21  | 21   | 19     |
| DHw - Wormhydromoder    | 47                                | 13 | 13 | 7  | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 15     |
| DHn - Kleihydromoder    | 90                                | -  | -  | -  | 10   | -    | -    | -    | -   | -    | 10     |
| DHc - Vlakhydromoder    | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 5      |



**Figuur 5.13** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische moders. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.23.

In Tabel 5.23 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische moders samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.13 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. Bij de 'Eerdmoders' (DE) komt de wortelzone (0-20 cm) ongeveer overeen met de venige toplaag, bij de 'Hydromoders' (DH) is dat de bovenste minerale laag. In de meeste gevallen zijn zuurgraad van de bodem en de GHG weinig onderscheidend (zie Bijlage 3). Andere factoren spelen dan een belangrijkere rol. De belangrijkste verschillen in zuurgraad vinden wij voor de humusvormsubgroepen met ondieper dan 40 cm kalkrijk materiaal, in vergelijking met de andere in kalkloos materiaal. DEk – 'Kalkeerdmoder' heeft veel hogere pH-Veld op alle dieptes ten opzichte van de kalkloze humusvormsubgroepen. Voor DHn – 'Kleihydromoder' in lemig zand (> 20% leem), leem en klei en voor DHc – 'Vlakhydromoder' in niet-lemig zand (< 20% leem) geldt dat in iets mindere mate, maar ook hier vinden wij hoge waarden van pH-Veld.

Afgezien van de verschillen met de kalkrijke humusvormen DEk, DHn en DHc, vallen enkele verschillen op binnen de groep kalkloze humusvormen. Bij DEb – 'Boseeerdmoder' waarbij boven op een O-horizont ook nog minstens 2 cm dikke ectorganische F- of H-horizont voorkomt en DHb – 'Boshydromoder' (zonder O-horizont), zien wij dat de wortelzone duidelijk zuurder is dan bij de meeste andere semiterrestrische

moders. Deze verschillen zijn vaak het grootst in de wortelzone, wat wijst op een oppervlakkige verzuring in ontwaterde broekbossen, vaak met rabatten. Ten opzichte van DEf – 'Beekeerdmoder', DEv – 'Vaageerdmoder', DEo – 'Moereerdmoder' en DHw – 'Wormhydromoder' zijn de diepere lagen ook zuurder.

DHs – 'Schraalhydromoder' wordt gekenmerkt door het voorkomen van een wortelmat (M-horizont) dikker dan 2 cm in een minerale bodem. Verschillen met andere kalkloze 'Hydromoders' (DH) zijn ten opzichte van DHb beperkt tot de wortelzone die zuurder is en DHw is minder zuur in het hele profiel.

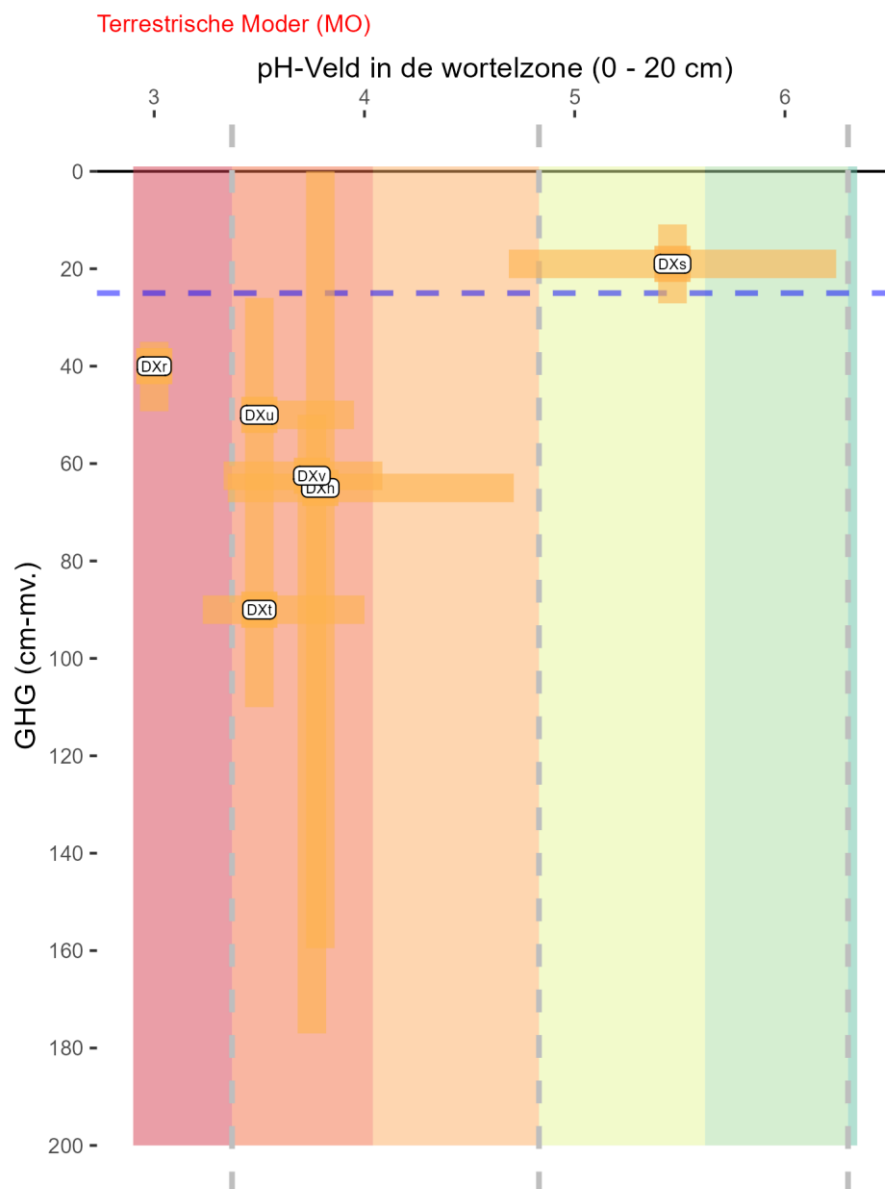
Bij de beoordeling van de pH-profieltypen (Tabel 5.23) worden de semiterrestrische moders in kalkrijk materiaal (DEk, DHn, DHc) ingedeeld bij de kwelprofielen (Kw). De door ontwatering beïnvloede DEb en DHb hebben overwegend een basenarm of zuur infiltratieprofiel (InAa, InAo, InZ, InZz). Alle overige semiterrestrische moders komen overwegend voor op een kwelprofiel (Kw, Ro, Lo) of basenarm of zuur infiltratieprofiel (InAa, InAo, InZ, InZz).

### Terrestrische moders (DX)

In deze humusvormgroep domineert de afbraak van strooisel door mesofauna (mijten, springstaarten etc.) en soms strooiselwormen. Dit is herkenbaar in de Fz- of Hz-horizonten waarin veel uitwerpselen (droppings) van fauna (moderbolletjes) herkenbaar zijn. Dit komt binnen de Nederlandse bossen relatief weinig voor. Voor de 'Xeromoder' (DX) vinden wij geen verschillen met LDX – 'Xeromullmoder' en RX – 'Xeromor', maar wel met RDX – 'Xeromormoder', die zuurder zijn in de lagen onder de wortelzone; in de wortelzone is het verschil niet significant. In vergelijking met de terrestrische mulls, behalve LV – 'Vaagmull', is de bovengrond overal wel duidelijk zuurder; in vergelijking met LW – 'Wormmull' en LA – 'Akkermull' geldt dat ook voor de onderliggende lagen.

**Tabel 5.24** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische moders. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm              | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                        | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| DXh - Heidexeromoder   | -                                 | -  | 8  | -  | -    | -    | 15   | 23   | -   | 54   | 13     |
| DXv - Vaagxeromoder    | -                                 | -  | -  | -  | -    | 33   | -    | 33   | -   | 33   | 3      |
| DXs - Schraalxeromoder | 50                                | -  | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| DXt - Holtxeromoder    | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 25  | 75   | 4      |



**Figuur 5.14** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische moders. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.24.

In Tabel 5.24 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische moders samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.14 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. De meeste waarnemingen komen voor binnen DXh – 'Heidexeromoder', die gekenmerkt wordt door wortelmatten met podzolering in de ondergrond bij korte vegetaties. De 'Schraalxeromoder' (DXs) heeft eveneens wortelmatten, maar geen podzolering, maar hier zijn maar twee punten van opgenomen in de dataset. DXs heeft een hogere pH-Veld in de wortelzone dan DXh, maar in de onderliggende lagen verschillen zij niet.

De andere xeromoders komen voor onder bos, waarbij het onderscheid vooral gebaseerd is op de relatieve dikte van de Fz- en diverse H-horizonten. Dat wordt bepaald door de ouderdom van de groeiplaats en in mindere mate door de bodemeigenschappen.

Vrijwel alle pH-profielen in deze groep zijn basenarme infiltratieprofielen, deels ondiep verzuurd (InAa, InAo). Bij DXh, DXv en DXt worden ook zure infiltratieprofielen (InZ, InZz) gevonden.

#### 5.2.5.4 Mormoder-humusvormen

Bij de humusvormen die wij tot de mormoders rekenen, ontbreekt een Ah-horizont of is deze in elk geval dunner dan de organische F-, H- en M-horizonten. De omzetting van organisch materiaal vindt vrijwel uitsluitend plaats in deze lagen en de rol van de minerale bodem is veel kleiner. Deze focus op de organische horizonten vinden wij ook terug bij de moder- (§ 5.2.5.3) en mor-humusvormen (§ 5.2.5.5), maar het onderscheid tussen deze drie ordes maken wij op grond van de rol van verschillende organismen op de organische stofomzetting.

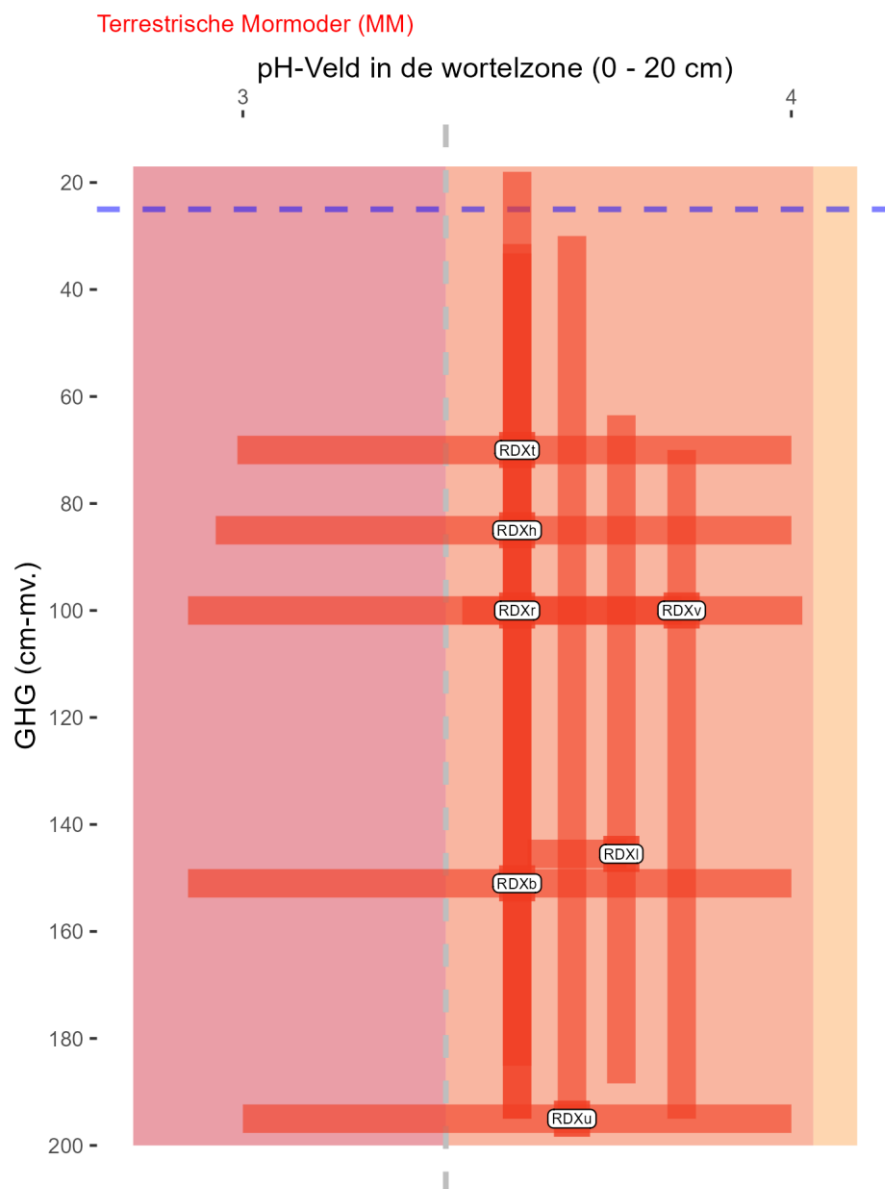
Voor mormoder-humusvormen geldt dat de afbraak van strooisel zowel door fauna als door schimmels plaatsvindt (Fa-, Hr- of Hh-horizont dominant). Fijn organisch materiaal is meestal amorf. Zowel faunadroppings (uitwerpselen van bodemfauna of moderbolletjes) als schimmeldraden zijn niet dominant. De afbraak van wortels in eventuele wortelmatten is minder vergevorderd dan bij de moder (Mm-). Door de kleinere rol van bodemfauna is de interactie met de minerale ondergrond ook minder dan bij de moder-humusvormen. Mormoder-humusvormen worden alleen onderscheiden binnen terrestrische standplaatsen.

#### Terrestrische mormoders (RDX)

De bodem in de 'Xeromormoder' (RDX) is in alle dieptetrajecten duidelijk zuurder dan bij de meeste terrestrische mulls (LA, LZ, LW). Alleen bij LV – 'Vaagmull' verschilt pH-Veld niet significant van RDX of het verschil is niet relevant. Ten opzichte van de terrestrische mullmoders (LDX) zijn de verschillen wel significant, maar niet relevant ( $< 0.5$ ). Bij de terrestrische moders (DX) is alleen de maximale pH-Veld van het moedermateriaal dieper dan 20 cm en de gemiddelde pH-Veld tussen 20 cm en GLG hoger dan bij DX, maar de verschillen zijn klein (0.53). De verschillen in de wortelzone zijn niet relevant. Ten opzichte van de terrestrische mors (RX) zijn de verschillen niet significant.

**Tabel 5.25** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mormoders. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm                | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|--------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                          | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| RDXh - Heidexeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 20  | 80   | 10     |
| RDXl - Lignoxeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 3      |
| RDXv - Vaagxeromormoder  | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 18   | 47  | 35   | 17     |
| RDXu - Humusxeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 6    | 38  | 56   | 68     |
| RDXb - Bosxeromormoder   | -                                 | 1  | -  | -  | -    | -    | -    | 5    | 29  | 65   | 85     |
| RDXt - Holtxeromormoder  | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 5    | 25  | 70   | 40     |
| RDXr - Ruwxeromormoder   | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 16  | 84   | 19     |



**Figuur 5.15** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mormoders. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.25.

In Tabel 5.25 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mormoders samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.15 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. Er zijn geen significante verschillen in de zuurgraad tussen humusvormsubgroepen binnen de humusvormgroep 'Xeromormoder' (RDX). Alle waarden voor pH-Veld vinden wij in een vrij smal traject van Zuur A tot Matig zuur B (pH-Veld 2.6 – 4.0).

De pH-profielen bij RDX bestaan vrijwel alleen uit basenarme of zure infiltratieprofielen, met een nadruk op de zure infiltratieprofielen (InZ, InZz), maar ook ondiep verzuurde basenarme infiltratieprofielen (InAo) komen voor. Afgezien van 'Heidexeromormoder' (RDXh) met een wortelmat in korte vegetaties en 'Lignoxeromormoder' (RDXl) met veel hout in de F- en/of H-horizont, worden de humusvormsubgroepen onderscheiden op basis van de relatieve dikte van Fa- en Hh-horizonten (Van Delft e.a., 2006). Dat wordt vooral bepaald door de ouderdom van de bosgroeiplaats en de afbreekbaarheid van het strooisel. Binnen deze groep neemt met toenemende ouderdom de relatieve dikte van Hh en de totale dikte van de ectorganische horizonten toe in de volgorde RDXv – 'Vaagxeromormoder' < RDXu – 'Humusxeromormoder' < RDXr – 'Ruwxeromormoder' < RDXb – 'Bosxeromormoder' < RDXt – 'Holtxeromormoder'. Volgens deze reeks zien wij ook een verschuiving van ondiep verzuurde basenarme infiltratieprofielen (InAo) naar zure

infiltratieprofielen (InZ) en zeer zure infiltratieprofielen (InZz). Hoewel we de verschillen niet statistisch kunnen aantonen, zien wij de voortgaande verzuring van de groeiplaats met de ouderdom wel terug in de verdeling van de pH-profieltypen.

#### 5.2.5.5 Mor-humusvormen

Bij de humusvormen die wij tot de mor-humusvormen rekenen, ontbreekt een Ah-horizont of is deze in elk geval dunner dan de organische F-, H-, M- en O-horizonten. De omzetting van organisch materiaal vindt vrijwel uitsluitend plaats in deze lagen en de rol van de minerale bodem is veel kleiner. Deze focus op de organische horizonten vinden wij ook terug bij de moder- (§ 5.2.5.3) en mormoder-humusvormen (§ 5.2.5.4), maar het onderscheid tussen deze drie ordes maken wij op grond van de rol van verschillende organismen op de organische stofomzetting en veensoorten in de O-horizonten.

Voor mor-humusvormen geldt dat de afbraak van strooisel in bos vooral door schimmels plaatsvindt (Fm-horizont dominant). De wortels in eventuele wortelmatten zijn vrijwel niet aangetast (Mf-horizont). Hetzelfde geldt voor veen dat grotendeels uit herkenbare plantenresten bestaat (Of-, Om- of OAm-horizonten dominant).

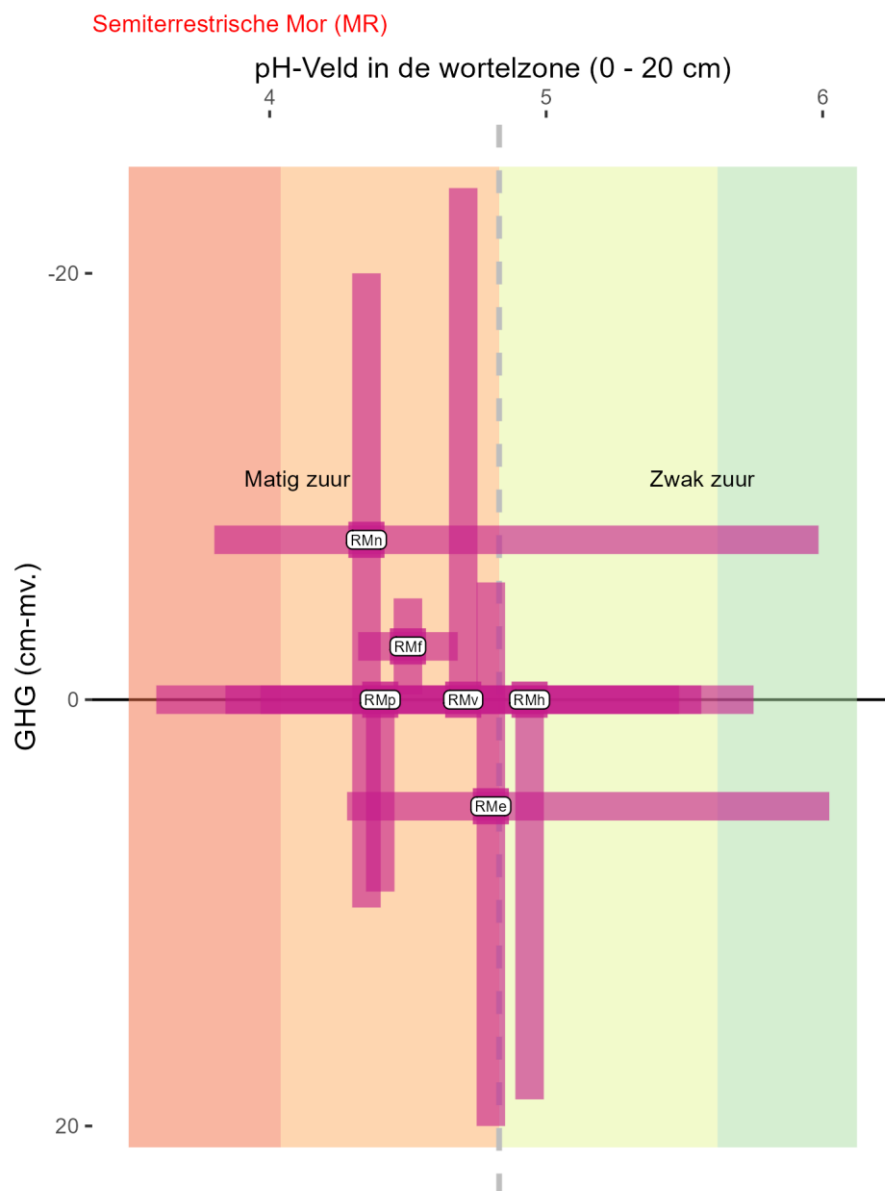
#### Semiterrestrische mors (RM, RV)

De semiterrestrische mors bestaan allemaal uit weinig tot niet veraard veen of wortelmatten. De beperkte veraarding kan veroorzaakt worden door de geringe afbreekbaarheid van de veensoort, in combinatie met de waterkwaliteit en de mate van verdroging. Bij de 'Veenmosmor' (RV) is veenmosveen dominant, wat een slecht afbreekbare veensoort is die bovendien in een zuur, voedselarm milieu groeit, hetgeen een snelle afbraak tegengaat. De dominante humushorizont is dan een Of in oligotroof veen. De 'Mesimor' (RM) komt voor bij veensoorten die vooral in mesotrofe wateren groeien, matig voedselrijk met een goede zuurbuffer, zoals zeggeveen en mesotroof broekveen. Onder zeer natte omstandigheden blijft de afbraak beperkt door gebrek aan zuurstof, waardoor de Om-horizonten dominant zijn, een enkele keer zelfs een Of-horizont in mesotroof veen (nauwelijks afgebroken zeggeveen). In grasland kan ook een wortelmat (Mf-horizont) onderscheiden worden. Door zuurstoftoetreding als gevolg van ontwatering kan veraarding van het veen plaatsvinden. De mate waarin dit plaatsvindt en het soort veraarding zijn dan bepalend voor de verschillende humusvormsubgroepen en vormen daarmee een overgang naar de 'Eerdmoder' (DEm zie § 5.2.5.3). In eutroof veen (rietveen, eutroof broekveen) onderscheiden wij meestal geen mor-humusvorm, omdat de afbraak van organisch materiaal hier veel sneller gaat en een 'Eerdmoder' (DEm) gevormd wordt.

Omdat de afbraak van organisch materiaal bij de semiterrestrische mors vooral geremd wordt door de hoge grondwaterstanden, is de zuurgraad minder onderscheidend in vergelijking tot andere semiterrestrische humusvormgroepen (zie Figuur 5.7 en Bijlage 3). De verschillen zijn vaak wel significant, maar niet relevant (< 0.5).

**Tabel 5.26** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mors. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm            | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|----------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                      | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| RVe - Eerdveenmosmor | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| RMh - Heidemesimor   | 20                                | -  | -  | 60 | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 5      |
| RMe - Eerdmesimor    | 36                                | 11 | 8  | 17 | -    | -    | 28   | -    | -   | -    | 36     |
| RMg - Gliedemesimor  | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| RMp - Rauwmesimor    | 33                                | -  | -  | 33 | -    | -    | -    | -    | -   | 33   | 3      |
| RMn - Veenmesimor    | 32                                | 9  | -  | 18 | -    | -    | 14   | 23   | 5   | -    | 22     |
| RMf - Beekmesimor    | -                                 | 50 | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| RMv - Vaagmesimor    | 33                                | 25 | -  | 17 | -    | -    | -    | 8    | 17  | -    | 12     |



**Figuur 5.16** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mors. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.26.

In Tabel 5.26 hebben wij de verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de semiterrestrische mors samengevat, in Bijlage 3 zijn ook de significante en relevante verschillen in de diepteklassen tussen de humusvormsubgroepen opgenomen. Figuur 5.16 geeft de ecologische positionering van deze humusvormen weer. Van de 'Veenmosmor' (RV) komt maar één waarneming voor in de dataset, dus deze komt niet terug in de statistische vergelijkingen. Het betreft een 'Eerdveenmosmor' (RVe) op een zeer zuur infiltratieprofiel (InZz), wat goed past bij het hoogveen waarin deze humusvorm tot ontwikkeling komt. De subgroepaanduiding *Eerd-* wijst op een oppervlakkige veraarding als gevolg van ontwatering.

Binnen de humusvormgroep 'Mesimor' (RM) vinden wij geen significante verschillen in de zuurgraad tussen de humusvormen. De mate van veraarding gaat wel min of meer gelijk op met de ontwatering (afgeleid van de GHG). Bij RMn – 'Veenmesimor' en RMf – 'Beekmesimor' is een eventuele Oh-horizont waarin het veen veraard is, dunner dan 10 cm, maar bij RMn die onder de natste omstandigheden voorkomt, is het organischestofgehalte in de Om-horizont hoger (> 70%) dan bij de iets minder natte RMf, waar door beginnende veraarding het organischestofgehalte lager is dan 70%. Bij RMe – 'Eerdmesimor' is door de nog iets diepere ontwatering de veraarding verder doorgezet en komt een Oh-horizont van 10-20 cm dikte voor. De veenlaag bij de 'Vaagmesimor' (RMv) is dunner dan 20 cm, waardoor het onderscheid in mate van veraarding niet goed te maken is. In Figuur 5.16 komt deze ongeveer tussen RMf en RMe uit. De andere

humusvormsubgroepen wijken iets af van dit patroon, omdat bij RMp – 'Rauwmesimor' boven op het mesotrofe (zegge)veen een 10-20 cm dikke laag oligotroof veenmosveen (Of-horizont) gevonden wordt en omdat bij RMh – 'Heidemesimor' de dominante organische horizont uit een wortelmat (Mf-horizont) bestaat.

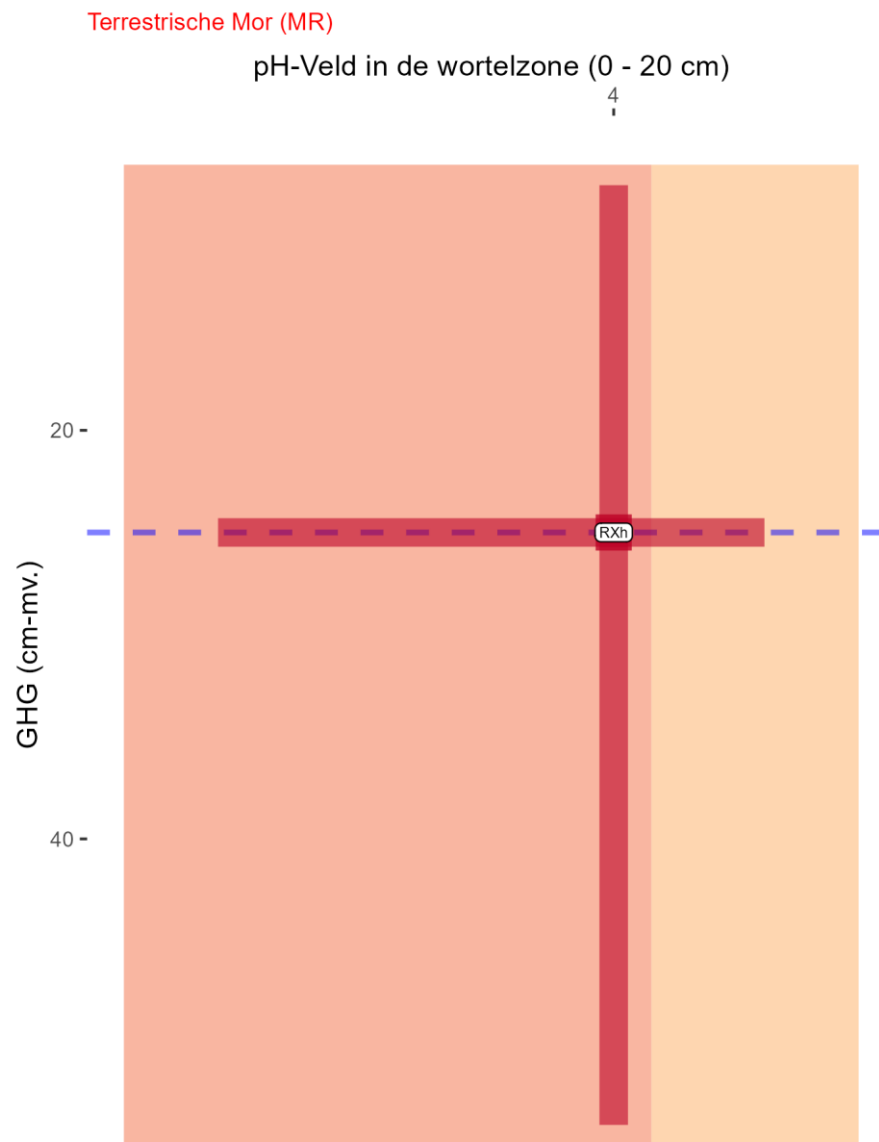
Hoewel de verschillen in zuurgraad binnen MR nergens significant zijn (Bijlage 3), is er in Tabel 5.26 een indicatie voor een gradiënt te zien die te herleiden is tot de dikte van het veenpakket. Bij RMv vinden wij vooral kwelprofielen (Kw, Ro, Lo). Door het relatief dunne veenpakket kan kwelwater beter doordringen dan bij de dikkere veenbodems in andere subgroepen en eventueel oppervlakkig afgevoerd worden, wat wellicht vorming van een dikker veenpakket ook weer tegengaat. Bij de andere subgroepen zien wij een verdeling waarbij de kwelprofielen ook in de meerderheid zijn, maar waar soms sprake is van een basenarm infiltratieprofiel (InAa, soms InAo).

### Terrestrische mors (RX)

Van deze humusvormgroep komen maar enkele waarnemingen voor in de dataset, waardoor het ook lastiger is hier conclusies over te trekken. Er zijn vijf humusvormen in korte vegetaties beschreven met een Mf-horizont waarin de afbraak achterblijft in een zure bovengrond. Erg droog zijn deze bodems niet (Figuur 5.17), maar met een mediane GHG rond 25 cm -mv zijn zij vanwege een podzolprofiel als terreestrisch beoordeeld. Daarnaast is er één profiel in bos met een Fm-horizont, bepaald door schimmels. Daarbij speelt kwaliteit van het strooisel en een zure bovengrond vaak een rol, maar vanwege het geringe aantal waarnemingen in onze dataset is daar niet veel over te zeggen. In vergelijking met andere terrestrische humusvormgroepen is de bodem hier zuurder dan bij de 'rijkere' mull-humusvormen 'Wormmull' (LW) en 'Akkermull' (LA). Door het beperkte aantal waarnemingen zijn er geen significante verschillen tussen humusvormsubgroepen onderling.

**Tabel 5.27** Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mors. Per humusvorm is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm          | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|--------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                    | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| RXh - Heidexeromor | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 80  | 20   | 5      |
| RXr - Ruwxeromor   | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |



**Figuur 5.17** Ecologische positionering van de humusvormsubgroepen binnen de terrestrische mors. Voor uitleg bij de figuur verwijzen wij naar Figuur 5.8. De verklaring van de codes staat in Tabel 5.27.

---

## 6 Toepasbaarheid van pH-profieltypen

In dit rapport hebben wij een poging gedaan om de onderzoeksvragen uit § 1.2 te beantwoorden. Dat is belangrijk om de toepasbaarheid van de methode voor het opnemen van pH-profielen in het veld en de interpretatie daarvan te beoordelen en te onderbouwen. In dit afsluitende hoofdstuk lopen wij die vragen nog even na:

1. *Wat is de indicatieve waarde van pH-profielen voor het inschatten van de hydrologische positie en status van de zuurbuffer in (potentiële) groeiplaatsen voor natuurlijke vegetaties?*

Dit is eigenlijk de overkoepelende vraag die de aanleiding was om dit onderzoek te starten. Het feit dat de methode al een aantal jaren toegepast wordt, geeft aan dat de auteurs hier wel vertrouwen in hadden, maar behoefte hadden om e.e.a. te onderbouwen en waar mogelijk aan te scherpen. Uit het onderzoek blijkt dat deze indicatieve waarde hoog is en dat de methode goed gebruikt kan worden om deze groeiplaatsen te karakteriseren. De volgende vragen houden daar verband mee.

2. *Hoe verhoudt de in het veld met indicatorstrookjes bepaalde pH zich tot laboratoriumbepalingen van bodem-pH (pH-KCl, pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-Sr en pH-NaCl) en is er daarbij een relatie met bijvoorbeeld organischestofgehalte of lutumgehalte?*

Door het vergelijken van een groot aantal veldmetingen met pH-metingen in het laboratorium volgens diverse extractiemethoden hebben wij in Hoofdstuk 3 een goed beeld weten te krijgen van de indicatieve waarde van de veldbepalingen in vergelijking met laboratoriummetingen. Zowel voor pH-KCl als voor pH-H<sub>2</sub>O hebben wij lineaire modellen af kunnen leiden om deze waarden in te schatten op basis van pH-Veld. De best verklarende modellen vonden wij voor pH-KCl, met een meervoudige lineaire regressie van pH-Veld met organischestof- en lutumgehalte en bij pH-H<sub>2</sub>O met organischestofgehalte als extra variabele.

Omdat in de praktijk diverse extractiemethoden gebruikt worden voor het meten van pH, hebben wij deze methoden onderling vergeleken. Omdat de met deze methoden gemeten pH-waarden onderling nogal kunnen verschillen, is het voor de interpretatie van de resultaten erg belangrijk om aan te geven volgens welke methode de metingen gedaan zijn en op welke methode eventuele criteria gebaseerd zijn. Voor zover in bodemonsters meerdere pH-metingen gedaan zijn volgens verschillende methoden konden wij goede relaties afleiden om bijvoorbeeld pH-KCl af te leiden uit pH-H<sub>2</sub>O of pH-CaCl<sub>2</sub>. Om die vergelijking mogelijk te maken, hebben wij in een aantal monsters uit ons archief extra metingen gedaan. Ook hier bleek een combinatie met organischestof- en lutumgehalte een significante verbetering van het model op te leveren.

3. *Wat kunnen wij zeggen over de relatie van de pH met basenverzadiging als indicatie voor de zuurbuffer in kalkloze bodems?*

De pH-waarde van een bodem is een zogenoemde '*intensiteitsparameter*' die aangeeft hoe zuur of basisch de bodem is. Hoe stabiel die zuurgraad is bij een bepaalde input van zuren of basen, hangt af van het zuurbufferend vermogen van de bodem. In kalkloze bodems is de calciumverzadiging (of basenverzadiging), waarin meer basische kationen betrokken worden, daarvoor een goede maat. Deze '*capaciteitsparameter*' geeft aan welk deel van het kationomwisselcomplex (CEC) bezet is met calciumionen of andere basische kationen. Wij hebben in § 3.5 significante relaties gevonden tussen pH-Veld en pH-KCl ten opzichte van zowel calciumverzadiging als basenverzadiging. Ook daarbij worden de sterkste relaties gevonden als organischestof- en lutumgehalte betrokken worden, wat goed te begrijpen is, omdat de CEC bepaald wordt door alle negatief geladen oppervlaktes en die vinden wij op organische stof en kleideeltjes.

4. *Wat is de verdeling van pH-profieltypen over diverse landschapsecologisch relevante kenmerken?*

Aangezien de zuurgraad van de bodem vaak een belangrijk criterium is voor de geschiktheid van een groeiplaats voor diverse plantensoorten, maar ook bepalend is voor diverse bodemchemische en -biologische processen, wordt het vaak gebruikt bij groeiplaatsbeoordelingen. In Hoofdstuk 3 hebben wij kunnen onderbouwen dat de veldmeting van de zuurgraad met indicatorstrookjes een betrouwbare inschatting geeft en goed te vertalen is naar criteria die geformuleerd zijn op basis van laboratoriummetingen, meestal pH-KCl of pH-H<sub>2</sub>O. Door de bestaande sleutel voor pH-profieltypen aan te passen aan de gevonden relaties en door een verbeterde inschatting van grondwaterinvloed, hebben wij in Hoofdstuk 4 deze sleutel kunnen

verbeteren. Maar om de eerste onderzoeksvraag over de indicatieve waarde van de pH-profielen goed te kunnen beantwoorden, hebben wij in § 5.2 voor een aantal landschapsecologisch relevante kenmerken de relatie met pH-profieltypen verkend. Zowel voor bodemgebruik, bodemeenheden (geaggregeerd in bodemklassen), grondwatertrappen (vereenvoudigd naar ontwateringstoestand), Fysisch-Geografische Eenheden van de Landschappelijke bodemkaart Nederland (op vier niveaus) als humusvormen (op het niveau van humusvormgroep en humusvormsubgroep) vinden wij significante en relevante verschillen tussen eenheden voor de zuurgraad in de drie dieptetrajecten die bepalend zijn voor de indeling in pH-profieltypen en de verschillen in grondwaterbeïnvloeding. Hiervoor hebben wij een paarsgewijze vergelijking uitgevoerd tussen alle groepen onderling om te toetsen welke paren significant van elkaar verschillen ( $p < 0.05$ ). Deze maat is echter ook gevoelig voor de grootte van de dataset, waardoor bij een groot aantal waarnemingen soms (zeer sterk) significante verschillen gevonden worden die eigenlijk geen praktische betekenis hebben omdat zij te klein zijn. Daarom hebben wij deze verschillen alleen opgenomen als zij behalve 'significant' ook 'relevant' zijn. Als maat daarvoor hebben wij gehanteerd dat het verschil tussen twee groepen  $\geq 0.5$  pH-eenheid moet zijn om relevant te zijn, dat komt ongeveer overeen met de klassebreedte voor de zuurgraadklassen die gehanteerd worden in ecologische beoordelingen en is met de veldmethode goed te onderscheiden.

Voor zover deze verschillen gevonden worden, passen zij goed in het beeld van de landschapsecologische positie van een groeiplaats. De gevonden verschillen en de spreiding van de pH-profieltypen over de eenheden van bijvoorbeeld de Landschappelijke Bodemkaart dragen bij aan een karakterisering van die eenheden wat betreft de zuurgraad en hydrologische positie binnen die eenheid. Ook als wij een groeiplaats willen beschrijven aan de hand van een combinatie van de onderzochte landschapsecologische kenmerken, blijkt het pH-profiel een goede indicatieve waarde te hebben voor de toestand van de groeiplaats. Zo vinden wij bijvoorbeeld in een eikenbos (bodemgebruik 'B') op een humuspodzolgrond (Bodemklasse 'H') met een diepe grondwaterstand (Ontwateringstoestand 'OT\_1') op een lemige stuwwal (Fysisch-geografische serie 'HzGSI') met een humusxeromormoder (humusvorm 'RDXu') meestal een zuur infiltratieprofiel (pH-profiel 'InZ'). Daarnaast past bij een nat schaalland (Bodemgebruik 'G') op een moerige grond (Bodemklasse 'W') met langdurig hoge grondwaterstanden (Ontwateringstoestand 'OT\_5' of 'OT\_6') in het brongebied van een beekdal (Fysisch-Geografische Serie 'HzBB') met een bekeerdmoder (humusvormsubgroep 'DEF') bijna altijd een kwelprofiel (pH-profieltype 'Kw').

De hiervoor geschetste voorbeelden passen in een 'ideaalplaatje' van de landschapsecologische gradiënten en zoneringen die vaak beschreven worden. In zoverre is het gebruik van het pH-profiel triviaal en voegt het misschien niet heel veel toe aan de kennis over de overige kenmerken. Maar in de praktijk komen juist ook veel afwijkingen van deze situaties voor, waarbij het pH-profieltype kan helpen om met een knelpuntenanalyse te begrijpen wat er aan de hand is en waar eventueel ingegrepen kan worden. Bij onverwachte, slechte groei van een eikenbos uit het eerste voorbeeld kan blijken dat als gevolg van stikstofdepositie en de daaruit voortkomende verzuring, de zuurbuffer dermate is uitgeput dat een zuur infiltratieprofiel (InZ) verder verzuurd is tot een zeer zuur infiltratieprofiel (InZz). De mate waarin deze verzuring is voortgeschreden, is ook bepalend voor de opties en kans van slagen van eventuele herstelmaatregelen. Ook in het eerdergenoemde beekdal geeft het pH-profieltype een sterke aanwijzing voor het functioneren van het systeem en eventuele ongewenste situaties. Het verdwijnen van basenminnende plantensoorten in het schraalland kan vaak verklaard worden uit het wegvallen van kwel, waardoor de invloed van neerslagwater toeneemt en de bodem verzuurt. Dat zien wij dan terug in het pH-profiel dat verschuift van een kwelprofiel (Kw) naar regenwaterlenzen (Ro, Rd) of zelfs infiltratieprofielen (InAa, InAo). Zo zijn er veel voorbeelden te geven waarin het pH-profiel, zowel bij grondwater gevoede als bij grondwateronafhankelijke systemen, een goede indicatie kan geven van het functioneren van de groeiplaats, maar ook van de omgeving. Dat geldt overigens ook voor de humusprofielen die een actuele indicatie geven van veranderingen in de groeiplaats (§ 5.2.5).

### **Algemene conclusie**

Het opnemen van pH-profielen biedt een praktische en snelle methode om meer inzicht te krijgen in het functioneren van een (potentiële) groeiplaats voor natuurlijke vegetatie, aanvullend bij de beschrijving van bodem, grondwaterstandverloop en humusprofiel. Dit is van belang voor terreinbeheerders, adviesbureaus en anderen die hierbij betrokken zijn om goede keuzes te maken bij inrichting en beheer van natuurterreinen. Het kan ook helpen bij het extrapoleren van ecohydrologische informatie die vaak alleen op een beperkt aantal meetpunten verzameld wordt, binnen kaartvlakken of transecten (zie § 4.5.3). Binnen het onderzoeksprogramma BRO wordt gewerkt aan het opnemen van pH-profielen als attribuut bij profielbeschrijvingen, waardoor deze gegevens ook breder beschikbaar komen. De informatie uit dit rapport kan dan helpen bij de interpretatie.

---

# Literatuur

- Akker, Jan van den, Hendriks, Rob & Van Delft, Bas, 2017. De veenbasis: Afbraakprocessen in relatie tot hydrologie. Driebergen, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE). OBN-rapport In redactie. p. <https://edepot.wur.nl/441129>
- Besselink, Daan, Dolf Logemann, Harmen van de Werfhorst, André Jansen en Bart Reeze, 2017. HANDBOEK ECOHYDROLOGISCHE SYSTEEMANALYSE BEEKDALLANDSCHAPPEN. Amersfoort, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. STOWA 2017-05. 246 p.
- Bijlsma, R.J., Van Delft, S. P. J. & Jong, J.J. de, 2020a. 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. WENR Rapport 3029. 114 p. <https://edepot.wur.nl/531632>
- Bijlsma, R.J., S.P.J. van Delft, R. Loeb en R. Bobbink, 2020b. Kansen voor oude droge heide in het heidelandschap (OBN 2017-88-DZ). Driebergen, VBNE. OBN-rapport. 180 p.
- Cate, J.A.M. ten, Van Holst, A.F., Kleijer, H. & Stolp, J., 1995a. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A. p. <https://library.wur.nl/WebQuery/edepot/380216>
- Cate, J.A.M. ten, Van Holst, A.F., Kleijer, H. & Stolp, J., 1995b. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19D. p. <https://edepot.wur.nl/380637>
- CBAV, 2021. Handboek Bodem en Bemesting 2021. Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt. <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/>
- CBLB, 2020a. Bepaling pH-KCl of pH-H<sub>2</sub>O in grondmonsters. Wageningen Soil Chemistry Laboratory (CBLB). Informatieblad.
- CBLB, 2020b. Bepaling elementen en pH in grond na extractie met 0.01M CaCl<sub>2</sub>. Wageningen Soil Chemistry Laboratory (CBLB). Informatieblad.
- Delft, S.P.J. van, R.H. Kemmers en A.G. Jongmans, 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1161.
- Delft, Bas van, De Waal, Rein, Kemmers, Rolf, Mekink, Peter & Sevink, Jan, 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra. 91 p. <https://edepot.wur.nl/121037>
- Delft, S.P.J. van en F. Brouwer, 2009. Natuurpotentie projectgebied Veldweg-Reeënweg in de Wieden; Bodemchemisch en -geografisch onderzoek. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport 1917.
- Delft, S. P. J. van, Hof, J. & Bolhuis, P.R., 2012. Natuurpotenties in Drentse Beekdalen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek in zeven raaien in het dal van Drentse Aa en Elperstroom. Wageningen, Alterra WageningenUR. Alterra-Rapport 2315. 144 p. <https://edepot.wur.nl/212054>
- Delft, S.P.J. van, R.W. de Waal, P.C. Jansen, R.J. Bijlsma en R. Wegman, 2017. Ecohydrologische systeemanalyse Liefstingsbroek. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WENR rapport 2790. 138 p.
- Delft, S.P.J. van, 2018. Natuurpotentie voor enkele percelen in Willinks Weust; Aanvullend ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek PAS/Natura 2000 Willinks Weust. Wageningen, WENR. WENR-Rapport 2913. 72 p.
- Delft, Bas van, Pieter Dijk en Fokke Brouwer, 2019. Natuurpotenties Mheenlanden; Potenties voor soortenrijke graslanden op basis van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WENR Rapport 2966. 80 p.
- Delft, Bas van, Martin Knotters en Kees Teuling, 2020. Analyse verdroging zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WENR Rapport 2967. 80 p.
- Delft, Bas van, 2021. Bodem- pH-, en humusprofielen OBN Vochtige bossen Gelderland. Wageningen, WENR. ProVIVis-rapport 51 p.
- Delft, S.P.J. van en G.J. Maas, 2023. De Landschappelijke Bodemkaart van Nederland; versie 2023. Wageningen, Wageningen Environmental Research. <https://bodemdata.nl/themakaarten>
- Dijk, Pieter & Van Delft, Bas, 2021. Bodem- pH-, en humusprofielen Leembossen; incl 8 bijlagen voor deelgebieden. Wageningen, WENR. ProVIVis-rapport 13 p.

- 
- Ecopedia, 2021. Ecopedia bouwen aan groenexpertise. <https://www.ecopedia.be/>.
- Genuchten, M.T. van, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil science society of America journal* **44**(5): 892-898.
- Gruijter, J.J. de en H.L. Boogaard, 2001. Fuzzy set voor zachte klassegrenzen. Toepassing op het landevaluatiesysteem Bodega. Rapport 346, Alterra, Wageningen.
- Gruijter, J.J. de, D.J.J. Walvoort en G. Bragato, 2011. Application of fuzzy logic to boolean models for digital soil assessment. *Geoderma*, vol 166, pag 15-33.
- Heinen, M., G. Bakker en J.H.M. Wösten, 2020. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks: Update 2018 (No. 2978). Wageningen Environmental Research, rapport 2978.
- Hommel, Patrick, Rein de Waal, Bart Muys, Jan den Ouden en Theo Spek, 2007. Terug naar het Lindewoud; Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer. Zeist, KNNV.
- Jalink, Mark, Bas van Delft en Inke Leunk, 2016. Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen-Marienberg. Nieuwegein/Wageningen, KWR Water Research Institute/Wageningen Environmental Research (Alterra). KWR 2016.100. 155 p.
- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1994. Hydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort aan de hand van de waterkwaliteit. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 352.
- Kabała, C., E. Muszyńska, B. Gałka, D. Łabuńska en P. Mańczyńska, 2016. Conversion of Soil pH 1:2.5 KCl and 1:2.5 H<sub>2</sub>O to 1:5 H<sub>2</sub>O: Conclusions for Soil Management, Environmental Monitoring, and International Soil Databases. *Pol. J. Environ. Stud.* **25**(2): 647-653.
- Kemmers, R.H., 1993. Ecohydrologie: concepten en methoden van een interdisciplinair vakgebied. Wageningen, DLO-Staring Centrum, technisch document.
- Kemmers, R. H. & de Waal, R. W., 1999. Ecologische typering van bodems: Deel 1 Raamwerk en humusvormtypologie. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 667-1. 70 p. <https://edepot.wur.nl/298541>
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft en J.W.J. van der Gaast, 2005. Kwel en Waternood; Ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelpatronen. Wageningen, Alterra, rapport 1034.
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar en H. Smeenge, 2011. Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, rapport 2140. 83 p.
- Kome, G.K., R.K. Enang, B.P.K. Yerima, M. Gilles en R. Lontsi, 2018. Models relating soil pH measurements in H<sub>2</sub>O, KCl and CaCl<sub>2</sub> for volcanic ash soils of Cameroon. *Geoderma Regional* **14**: 1-8.
- Mars, Hans de, Boy Possen, Bas van Delft, Eddy Weeda, Joop Schaminée en Michiel Wallis de Vries, 2017. Herstel van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen, het Kalkmoeras in het bijzonder. Driebergen, VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren. OBN rapport OBN2017/213-HE. 179 p.
- Ministerie van LNV, Directie Kennis, 2008. Leeswijzer Natura 2000 profielendocument. Ede, Directie Kennis Ministerie LNV. 48 p.
- Mulder, J.R., E.T.M. Overkamp, F. Brouwer F. en M. Knotters, 1992. Een ecohydrologische systeembeschrijving van het landinrichtingsgebied Ochten-Opheusden. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 166.
- Pals, Annemie, Hans de Mars, Elke Delbare, Bas van Delft en Maarten Jacobs, 2016. Ecohydrologische systeemanalyse van het Rotbroek en Gorenbroek; Ecohydrologisch functioneren en knelpunten - potenties en herstelmogelijkheden. Mechelen/Wageningen, HASKONING BELGIUM SA/NV / Alterra-Wageningen UR. Rapport 9y2139. 191 p.
- Rooij, Bertram de, Hessel Woolderink, Bas Breman, Arjan Budding, Myrjam de Graaf en Sabine van Rooij, 2023. <https://www.wur.nl/nl/show-longread/water-en-bodem-sturend-vraagt-om-een-brede-blik.htm#:~:text=Water%20en%20bodem%20sturend%20wil,meer%20druk%20op%20de%20biodiversiteit>.
- Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte en S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute. KWR 09.018.
- Runhaar, Han en Stefan Hennekens, 2014. Hydrologische Randvoorwaarden Natuur, Versie 3; Gebruikershandleiding. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA.
- Walsum, Paul van, Piet Groenendijk, Peter Jansen en Leo Renaud, 2008. Ecohydrological characterisation and impacts of measures and scenarios on groundwater quantity and quality for the Langbroekerwetering area. Contribution to deliverable D1.1, D4.1, D4.5, D5.4.

- 
- Wirdum, G. van, 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Maastricht, Datawyse.
- Verzandvoort, S.J.E., H.R.J. Vroon, J.G. Wesseling, G. Bakker, K. Oostindie, G.H. Stoffelsen, A.H. Heidema en G.B.M. Heuvelink, 2012. Naar een database van bodemhydraulische karakteristieken voor Nederland. Alterra, Wageningen-UR, rapport 2238.
- Vries, W. de, M.J. Weijters, J.J. de Jong, S.P.J. van Delft, J. Bloem, A. van den Burg, G.A. van Duinen, E. Verbaarschot en R. Bobbink, 2019. Verzuring van loofbossen op droge zandgronden en herstelmogelijkheden door steenmeeltoediening. Driebergen, VBNE. OBN-rapport OBN229-DZ. 141 p.
- Wang, Anqi, Decheng Li, Biao Huang en Yin Lu, 2019. A Brief Study on Using pH H<sub>2</sub>O to Predict pH KCl for Acid Soils. *Agricultural Sciences* **10**(2): 142-149.
- Weijters, M., A. van der Bij, R. Bobbink, R. van Diggelen, J. Harris, M. Pawlett, J. Frouz, A. Vliegthart en R. Vermeulen, 2015. Praktijkproef heideontwikkeling op voormalige landbouwgrond in het Noordenveld; Resultaten 2011-2014. Driebergen, VBNE. OBN Rapport.
- Weijters, M., R. Bobbink, E. Verbaarschot, B. van de Riet, J. Vogels, J. Bergsma en H. Siepel, 2018. Herstel van heide door middel van slow release mineralengift – resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. Driebergen, VBNE. OBN-rapport OBN222-DZ. 216 p.
- Zanella, Augusto, Berg, Björn, Ponge, Jean-François & Kemmers, Rolf H. (2018B). "Humusica 1, article 2: Essential bases—Functional considerations." *Applied Soil Ecology* 122: 22-41  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.07.010>.

# Bijlage 1 Codes geologie in boorbeschrijvingen

| Code                                                  | Omschrijving                                                           | Formatie                                                                          |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>100 Moerig materiaal</b>                           |                                                                        |                                                                                   |
| 110                                                   | zonder herkenbare plantenresten (bijv. veraard of sterk verweerd)      | Meestal Formatie v. Nieuwkoop; in beekdalen F. v. Boxtel, Laagpakket v. Singraven |
| 111                                                   | als 110, maar buiten de beekdalen                                      | Formatie v. Nieuwkoop                                                             |
| 112                                                   | als 110, maar in de beekdalen                                          | Formatie v. Boxtel, Laagpakket v. Singraven                                       |
| 120                                                   | bosveen, eutroof broekveen                                             | F. v. Nieuwkoop                                                                   |
| 130                                                   | zeggeveen, rietzeggeveen, mesotroof broekveen                          | Meestal F. v. Nieuwkoop; in beekdalen F. v. Boxtel, Lp. V. Singraven              |
| 131                                                   | als 130, maar buiten de beekdalen                                      | Formatie v. Nieuwkoop                                                             |
| 132                                                   | als 130, maar in de beekdalen                                          | Formatie v. Boxtel, Laagpakket v. Singraven                                       |
| 140                                                   | rietveen, zeggerietveen                                                | F. v. Nieuwkoop                                                                   |
| 150                                                   | veenmosveen                                                            | F. v. Nieuwkoop, Lp. Van Griendtsveen                                             |
| 151                                                   | bolster                                                                | F. v. Nieuwkoop, Lp. Van Griendtsveen                                             |
| 152                                                   | overig veenmosveen                                                     | F. v. Nieuwkoop, Lp. Van Griendtsveen                                             |
| 160                                                   | sedimentair veen (bijv. gliede, gyttja, bagger, meerbodem, detritus)   | Sedimentair veen                                                                  |
| 170                                                   | strooisellaag                                                          | Strooisellaag                                                                     |
| 171                                                   | als 170, maar van loofhout                                             | Strooisellaag                                                                     |
| 172                                                   | als 170, maar van naaldhout                                            | Strooisellaag                                                                     |
| 190                                                   | overige veensoorten (bijv. Scheuchzeriaveen)                           | Overig, ook gebruikt voor wortelmatten                                            |
| <b>200 Mariene afzettingen (holocene)</b>             |                                                                        |                                                                                   |
| 210                                                   | getij-afzetting; zout, brak                                            | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren                                  |
| 211                                                   | jong (Afzettingen van Duinkerke; incl. zand)                           | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren                                  |
| 212                                                   | oud (Afzettingen van Calais; incl. zand)                               | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer                                     |
| 220                                                   | getij-afzetting; zoet                                                  | F. v. Echteld                                                                     |
| 230                                                   | onderwaterafzetting (lagunair)                                         | Formatie van Naaldwijk                                                            |
| <b>300 Fluviale afzettingen</b>                       |                                                                        |                                                                                   |
| 310                                                   | zeer recente afzettingen in uiterwaarden                               | Formatie van Echteld of Formatie van Beegden                                      |
| 311                                                   | als 310, maar ten noorden van Nijmegen                                 | Formatie v. Echteld                                                               |
| 312                                                   | als 310, maar in Maasdal ten zuiden van Nijmegen                       | Formatie v. Beegden                                                               |
| 320                                                   | holocene afzetting van Rijn of Maas                                    | Formatie van Echteld of Formatie van Beegden                                      |
| 321                                                   | Rijn & Maas (ten noorden van Nijmegen)                                 | Formatie van Echteld                                                              |
| 322                                                   | Maas (ten zuiden van Nijmegen)                                         | Formatie van Beegden                                                              |
| 330                                                   | pleistocene afzetting van Rijn of Maas                                 | Formatie van Kreftenheye, Beegden, Urk, Sterksel of Waalre                        |
| 331                                                   | Laat-Pleistoceen (Formatie van Kreftenheye)                            | Formatie van Kreftenheye                                                          |
| 332                                                   | Midden- en Vroeg-Pleistoceen (niet gestuwd)                            | Formatie van Beegden, Sterksel, Waalre of Urk                                     |
| 333                                                   | als 332, maar ten zuiden van Nijmegen                                  | Formatie v. Beegden                                                               |
| 334                                                   | als 332, maar Centraal-Brabant                                         | Formatie v. Sterksel                                                              |
| 335                                                   | als 332, maar West-Brabant                                             | Formatie v. Waalre                                                                |
| 336                                                   | als 332, maar Noord-Nederland                                          | Formatie v. Urk                                                                   |
| 340                                                   | afzetting van overige rivieren (bijv. Vecht, Berkel, Roer) en beekklei | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Singraven                                     |
| 390                                                   | overige (bijv. Formatie van Appelscha)                                 | Pleistoceen ongedifferentieerd                                                    |
| <b>400 Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen</b> |                                                                        |                                                                                   |
| 410                                                   | dekzand                                                                | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden                                       |
| 411                                                   | jong                                                                   | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden                                       |
| 412                                                   | oud                                                                    | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden                                       |

| Code                                              | Omschrijving                                                              | Formatie                                                              |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 413                                               | fluvioperiglaciaal                                                        | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Singraven                         |
| 420                                               | löss                                                                      | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert                         |
| 421                                               | dek                                                                       | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert                         |
| 422                                               | in lokale depressies (bijv. Brabantse leem)                               | Formatie van Boxtel                                                   |
| 430                                               | kustduinzand                                                              | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl                        |
| 431                                               | jong                                                                      | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl                        |
| 432                                               | oud                                                                       | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl                        |
| 440                                               | rivierduinzand                                                            | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen                         |
| 450                                               | landduinzand (bijv. stuifzand)                                            | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Kootwijk                          |
| 490                                               | overige (bijv. eolisch premorenaal zand)                                  | Formatie van Boxtel                                                   |
| <b>500 Glaciale en fluvioglaciale afzettingen</b> |                                                                           |                                                                       |
| 510                                               | keileem                                                                   | Formatie van Drente, Laagpakket van Gieten                            |
| 520                                               | keizand                                                                   | Formatie van Drente, Laagpakket van Gieten (evt. Laag van Gasselte)   |
| 530                                               | smeltwaterafzetting                                                       | F. v. Drente, Lp. Van Schaarsbergen                                   |
| 531                                               | zand                                                                      | F. v. Drente, Lp. Van Schaarsbergen                                   |
| 532                                               | (warven)klei                                                              | F. v. Peelo                                                           |
| 533                                               | potklei                                                                   | Formatie van Peelo, Laagpakket van Nieuwolda                          |
| <b>600 Overige afzettingen</b>                    |                                                                           |                                                                       |
| 610                                               | hellingafzetting, incl. puinwaaierafzetting (aan de voet van droge dalen) | Lp. v. Schaarsbergen of F. v. Boxtel (grove puinwaaiers in Z-Limburg) |
| 611                                               | hellingafzetting, langs stuwwallen                                        | Lp. v. Schaarsbergen                                                  |
| 612                                               | hellingafzetting, Zuid-Limburg                                            | F. v. Boxtel                                                          |
| 620                                               | secundaire löss (bijv. colluvium)                                         | F. v. Boxtel                                                          |
| 630                                               | gestuwde afzetting                                                        | NN (voor formatie) + GST:WG                                           |
| 631                                               | Rijn, Maas                                                                | Formatie van Echteld, Kreftenheye, Beegden, Urk, Sterksel of Waalre   |
| 632                                               | oostelijke rivieren                                                       | Formaties van Appelscha of Peize                                      |
| 633                                               | tertiaire afzettingen                                                     | Tertiaire afzettingen                                                 |
| 690                                               | overige                                                                   |                                                                       |
| 691                                               | overige geogene afzettingen (bijv. kalksteen, tertiaire klei)             | Tertiair of ouder                                                     |
| 692                                               | antropogeen homogeen (bijv. mestdek, toemaakdek)                          | Antropogeen homogeen                                                  |
| 693                                               | antropogeen heterogeen (bijv. zand + veen)                                | Antropogeen heterogeen                                                |
| 699                                               | onbekend, ongedifferentieerd (bijv. gliede, mineraal)                     | Onbekend                                                              |

# Bijlage 2      pH-waarden bij geologie en bodemvorming

## Percentielen per geologisch pakket en kalkklasse

Verdeling in percentielen voor pH-waarden in boven- en ondergronden van verschillende geologische pakketten (GEO, zie Bijlage 1). Opgesplitst naar kalkklasse van de betreffende laag. Onder deze tabel staat de verdeling per geologisch pakket en kalkklasse weergegeven in histogrammen.

| GEO | Kalkklasse | Laag  | Percentiel | pH   | pH-KCl | pH-H2O |
|-----|------------|-------|------------|------|--------|--------|
| 110 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.5  | 3.5    | 3.94   |
| 110 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.9  | 4.81   | 5.46   |
| 110 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.5  | 6.15   | 6.95   |
| 110 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.5  | 4.41   | 4.97   |
| 110 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.3  | 5.1    | 5.72   |
| 110 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.5  | 6.29   | 7.13   |
| 111 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4    | 3.86   | 4.47   |
| 111 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.9  | 4.72   | 5.38   |
| 111 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.15 | 5.8    | 6.6    |
| 111 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.1  | 4.02   | 4.57   |
| 111 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.8  | 4.67   | 5.35   |
| 111 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 5.6  | 5.36   | 6.15   |
| 112 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.2  | 3.35   | 3.85   |
| 112 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.9  | 4.71   | 5.37   |
| 112 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.83 | 5.68   | 6.46   |
| 112 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.58 | 3.54   | 4.05   |
| 112 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.6  | 5.41   | 6.15   |
| 112 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.75 | 6.4    | 7.27   |
| 130 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.23 | 4.13   | 4.62   |
| 130 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 5.2  | 4.99   | 5.62   |
| 130 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.5  | 6.12   | 6.84   |
| 130 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.33 | 4.3    | 4.85   |
| 130 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.5  | 5.2    | 5.79   |
| 130 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.78 | 6.37   | 7.13   |
| 131 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4    | 3.92   | 4.39   |
| 131 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 5    | 4.79   | 5.35   |
| 131 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.84 | 5.53   | 6.18   |
| 131 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.12 | 3.97   | 4.53   |
| 131 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.2  | 4.91   | 5.52   |
| 131 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.4  | 6.02   | 6.74   |
| 132 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.1  | 3.96   | 4.4    |
| 132 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.6  | 4.44   | 4.95   |
| 132 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.56 | 5.42   | 6.19   |
| 132 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.1  | 3.93   | 4.34   |
| 132 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.3  | 5.06   | 5.67   |
| 132 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6    | 5.67   | 6.36   |
| 160 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.3  | 4.16   | 4.77   |
| 160 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 5    | 4.9    | 5.6    |
| 160 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.58 | 6.2    | 7.01   |
| 160 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.07 | 3.96   | 4.59   |
| 160 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.5  | 5.22   | 5.92   |
| 160 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.59 | 6.31   | 7.16   |
| 170 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 2.8  | 2.92   | 3.19   |
| 170 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3    | 3.17   | 3.57   |

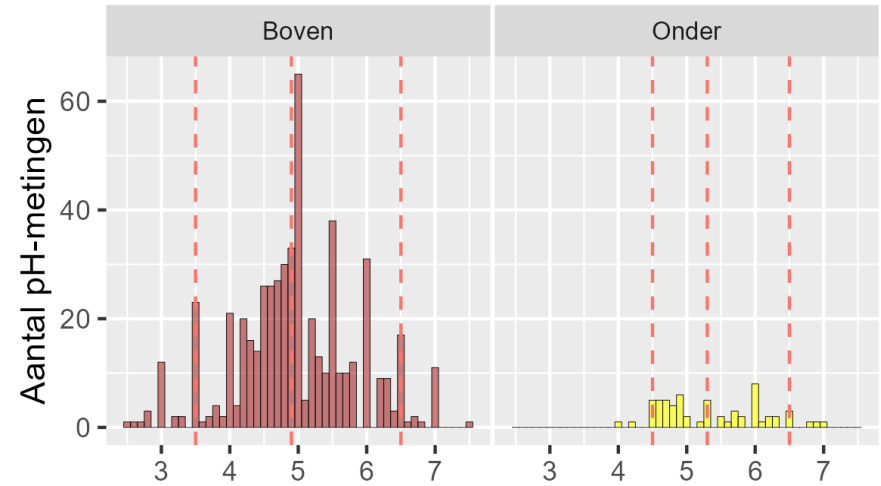
| GEO | Kalkklasse | Laag  | Percentiel | pH   | pH-KCl | pH-H2O |
|-----|------------|-------|------------|------|--------|--------|
| 170 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 3.5  | 3.71   | 4.27   |
| 171 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 2.8  | 2.79   | 3.08   |
| 171 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3    | 3.06   | 3.42   |
| 171 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 3.74 | 3.74   | 4.27   |
| 190 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 2.92   | 3.19   |
| 190 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.95 | 3.8    | 4.18   |
| 190 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.07 | 5.77   | 6.45   |
| 190 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.62 | 3.48   | 3.82   |
| 190 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.25 | 4.06   | 4.49   |
| 190 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 5.4  | 5.12   | 5.72   |
| 210 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.33 | 4.41   | 5.07   |
| 210 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.4  | 4.47   | 5.15   |
| 210 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.62 | 4.55   | 5.34   |
| 210 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.37 | 4.47   | 5.13   |
| 210 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.05 | 5.07   | 5.81   |
| 210 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.07 | 5.97   | 6.82   |
| 211 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.12 | 4.15   | 4.84   |
| 211 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.8  | 4.74   | 5.53   |
| 211 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6    | 5.87   | 6.73   |
| 211 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 211 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.9  | 4.85   | 5.64   |
| 211 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.52 | 6.35   | 7.26   |
| 211 | Kalkrijk   | Boven | 5%         | 6.5  | 6.19   | 7.22   |
| 211 | Kalkrijk   | Boven | 50%        | 6.7  | 6.49   | 7.43   |
| 211 | Kalkrijk   | Boven | 95%        | 7    | 6.78   | 7.74   |
| 211 | Kalkrijk   | Onder | 5%         | 6.3  | 6.14   | 7.05   |
| 211 | Kalkrijk   | Onder | 50%        | 6.95 | 6.64   | 7.66   |
| 211 | Kalkrijk   | Onder | 95%        | 7.53 | 7.24   | 8.27   |
| 320 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.03 | 4      | 4.71   |
| 320 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.35 | 4.28   | 5.02   |
| 320 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.61 | 5.37   | 6.25   |
| 321 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.2  | 4.19   | 4.9    |
| 321 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.8  | 4.69   | 5.49   |
| 321 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.4  | 6.15   | 7.11   |
| 321 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.5  | 4.58   | 5.26   |
| 321 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.45 | 5.22   | 6.18   |
| 321 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.75 | 6.58   | 7.49   |
| 330 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.26 | 3.47   | 4      |
| 330 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.7  | 3.86   | 4.44   |
| 330 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 3.98 | 4.12   | 4.74   |
| 330 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.14   | 4.77   |
| 330 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.05 | 4.19   | 4.82   |
| 330 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 4.18 | 4.3    | 4.94   |
| 340 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4    | 4.01   | 4.71   |

| GEO | Kalkklasse | Laag  | Percentiel | pH   | pH-KCl | pH-H2O |
|-----|------------|-------|------------|------|--------|--------|
| 340 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.7  | 4.66   | 5.41   |
| 340 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6    | 5.85   | 6.73   |
| 340 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 340 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5    | 5.02   | 5.76   |
| 340 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.5  | 6.27   | 7.24   |
| 410 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.5  | 3.69   | 4.25   |
| 410 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.5  | 4.57   | 5.25   |
| 410 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6    | 5.89   | 6.74   |
| 410 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 410 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.2  | 5.2    | 5.96   |
| 410 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.52 | 6.37   | 7.27   |
| 411 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 3.23   | 3.72   |
| 411 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4    | 4.12   | 4.73   |
| 411 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.1  | 5.11   | 5.85   |
| 411 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.8  | 3.97   | 4.57   |
| 411 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.3  | 4.42   | 5.06   |
| 411 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 5.5  | 5.47   | 6.25   |
| 412 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.06 | 3.31   | 3.82   |
| 412 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.2  | 4.3    | 4.95   |
| 412 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.6  | 5.53   | 6.33   |
| 412 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.13   | 4.77   |
| 412 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.5  | 4.57   | 5.25   |
| 412 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.5  | 6.34   | 7.24   |
| 413 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.2  | 3.42   | 3.95   |
| 413 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.5  | 4.56   | 5.24   |
| 413 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.88 | 5.75   | 6.57   |
| 413 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.14   | 4.77   |
| 413 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5    | 5.02   | 5.76   |
| 413 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.5  | 6.34   | 7.25   |
| 422 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.5  | 3.66   | 4.26   |
| 422 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 5    | 4.96   | 5.73   |
| 422 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.29 | 6.12   | 7.01   |
| 422 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.13   | 4.77   |
| 422 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.5  | 5.44   | 6.25   |
| 422 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 7    | 6.72   | 7.74   |
| 431 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.5  | 3.69   | 4.25   |
| 431 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.9  | 4.05   | 4.66   |
| 431 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.24 | 5.24   | 5.99   |
| 431 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.13   | 4.76   |
| 431 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.2  | 4.31   | 4.96   |
| 431 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 4.4  | 4.5    | 5.17   |
| 450 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 2.9  | 3.17   | 3.66   |
| 450 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.6  | 3.79   | 4.36   |
| 450 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5    | 5.02   | 5.75   |
| 450 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.5  | 3.7    | 4.26   |
| 450 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.1  | 4.23   | 4.86   |
| 450 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 5    | 5.02   | 5.76   |
| 510 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.58 | 3.7    | 4.33   |
| 510 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.4  | 4.41   | 5.11   |
| 510 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.62 | 5.52   | 6.36   |
| 510 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.9  | 4      | 4.67   |
| 510 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.3  | 4.36   | 5.06   |
| 510 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.31 | 6.14   | 7.06   |
| 520 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.3  | 3.52   | 4.07   |
| 520 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.19 | 4.29   | 4.95   |

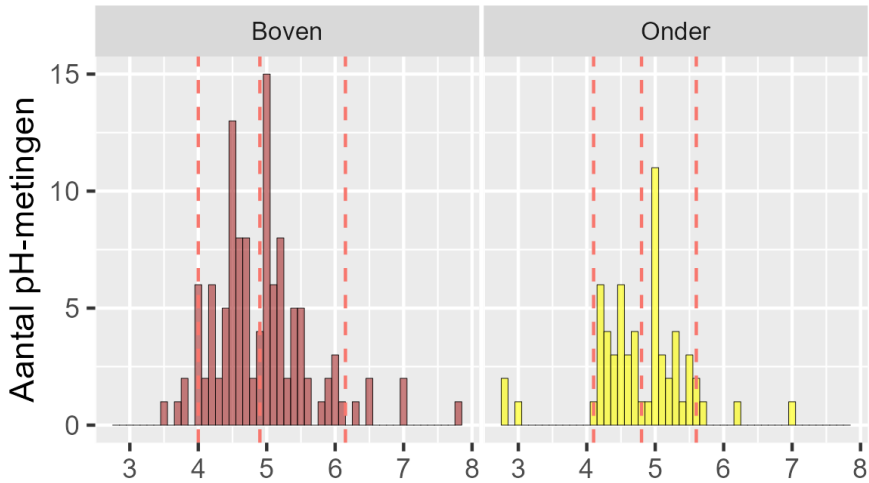
| GEO | Kalkklasse | Laag  | Percentiel | pH   | pH-KCl | pH-H2O |
|-----|------------|-------|------------|------|--------|--------|
| 520 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.1  | 5.09   | 5.84   |
| 520 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.12   | 4.77   |
| 520 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.65 | 4.7    | 5.41   |
| 520 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.29 | 6.15   | 7.03   |
| 530 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4    | 4.14   | 4.76   |
| 530 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.1  | 4.23   | 4.86   |
| 530 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.27 | 4.39   | 5.03   |
| 530 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 530 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 530 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 4.16 | 4.29   | 4.93   |
| 531 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 3.25   | 3.76   |
| 531 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.9  | 4.04   | 4.64   |
| 531 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.3  | 4.41   | 5.06   |
| 531 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.14   | 4.77   |
| 531 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.3  | 4.41   | 5.06   |
| 531 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.8  | 6.61   | 7.54   |
| 610 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 4.19 | 4.28   | 4.96   |
| 610 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.19 | 4.28   | 4.96   |
| 610 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.19 | 4.28   | 4.96   |
| 611 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 3.25   | 3.75   |
| 611 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4    | 4.13   | 4.76   |
| 611 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.05 | 5.02   | 5.77   |
| 611 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.92 | 4.07   | 4.68   |
| 611 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5.5  | 5.45   | 6.23   |
| 611 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6    | 5.89   | 6.74   |
| 630 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.27 | 3.49   | 4.02   |
| 630 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4    | 4.14   | 4.75   |
| 630 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.2  | 4.33   | 4.96   |
| 630 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.14   | 4.76   |
| 630 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4    | 4.15   | 4.77   |
| 630 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 4.5  | 4.59   | 5.26   |
| 631 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 3.22   | 3.72   |
| 631 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 3.7  | 3.88   | 4.47   |
| 631 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 4.2  | 4.31   | 4.96   |
| 631 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.37 | 3.59   | 4.13   |
| 631 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.1  | 4.24   | 4.87   |
| 631 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 4.5  | 4.58   | 5.26   |
| 691 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.84 | 3.96   | 4.58   |
| 691 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 5.1  | 5.07   | 5.84   |
| 691 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6.34 | 6.01   | 7.06   |
| 691 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4    | 4.03   | 4.76   |
| 691 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.5  | 4.58   | 5.26   |
| 691 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.8  | 6.54   | 7.54   |
| 692 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3.7  | 3.86   | 4.45   |
| 692 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.8  | 4.81   | 5.53   |
| 692 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 6    | 5.88   | 6.72   |
| 692 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 4.2  | 4.3    | 4.95   |
| 692 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 4.5  | 4.55   | 5.23   |
| 692 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 5.56 | 5.5    | 6.3    |
| 693 | Kalkloos   | Boven | 5%         | 3    | 3.24   | 3.76   |
| 693 | Kalkloos   | Boven | 50%        | 4.4  | 4.46   | 5.14   |
| 693 | Kalkloos   | Boven | 95%        | 5.6  | 5.46   | 6.28   |
| 693 | Kalkloos   | Onder | 5%         | 3.79 | 3.89   | 4.49   |
| 693 | Kalkloos   | Onder | 50%        | 5    | 5      | 5.74   |
| 693 | Kalkloos   | Onder | 95%        | 6.5  | 6.33   | 7.23   |

**Verdeling per geologisch pakket en kalkklasse**

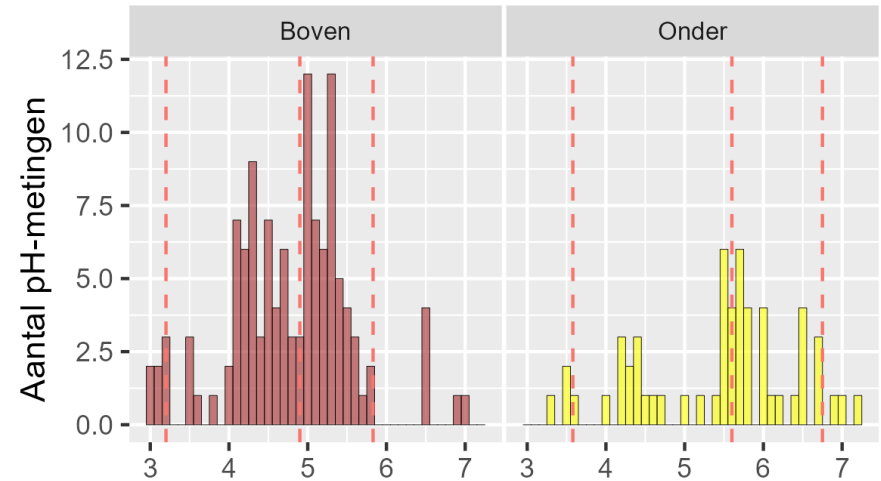
110 - Moerig materiaal; zonder herkenbare planteresten (bijv. veraard of sterk ver  
Kalkloos



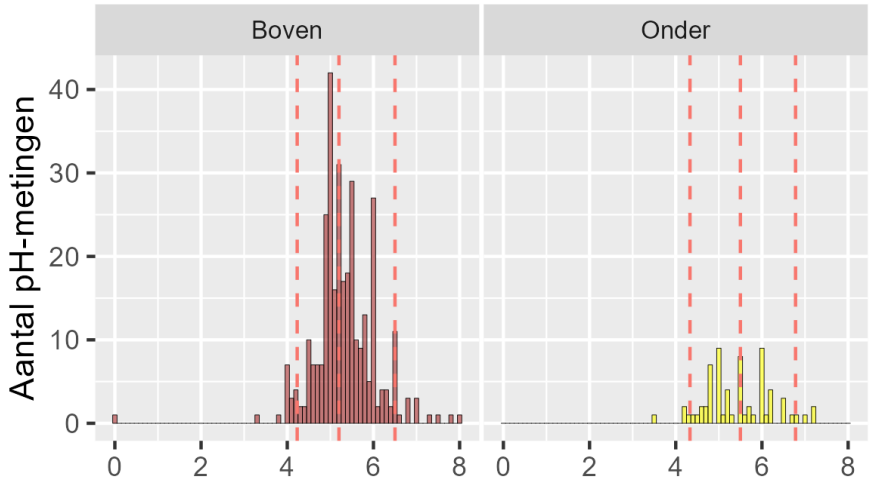
111 - Moerig materiaal; als 110, maar buiten de beekdalen  
Kalkloos



112 - Moerig materiaal; als 110, maar in de beekdalen  
Kalkloos

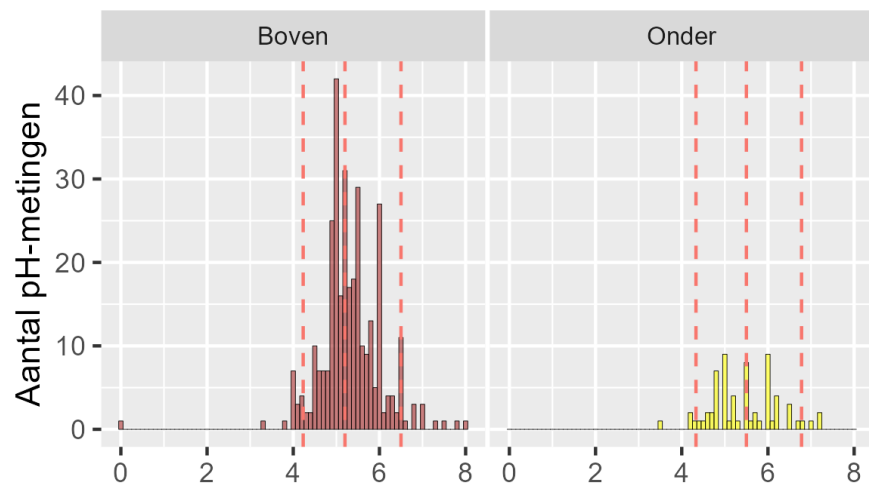


130 - Moerig materiaal; zeggeveen, rietzeggeveen, mesotroof broekveen  
Kalkloos



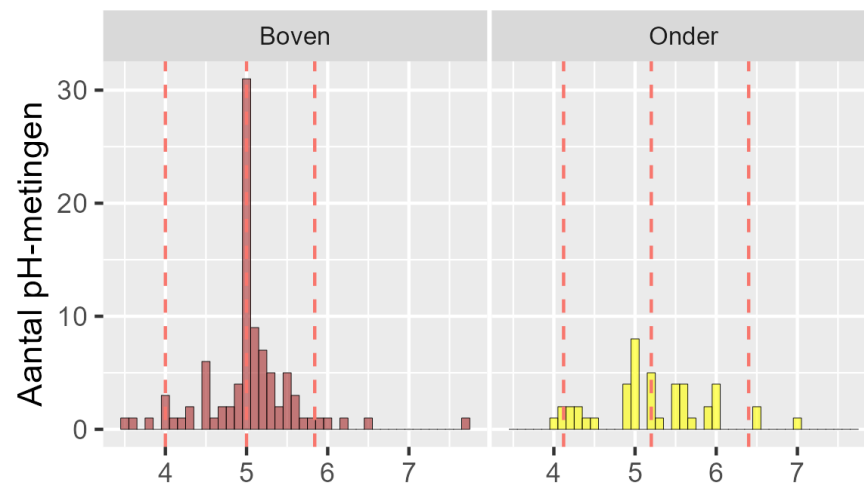
130 - Moerig materiaal; zeggeveen, rietzeggeveen, mesotroof broekveen

Kalkloos



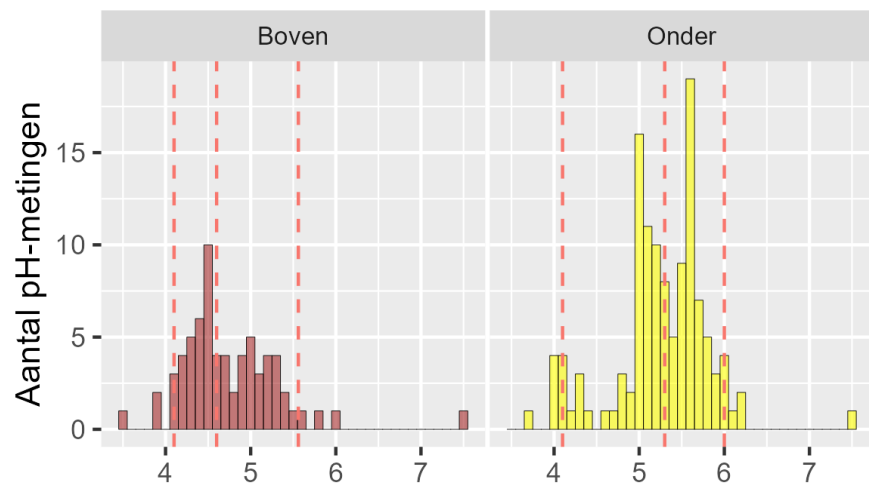
131 - Moerig materiaal; als 130, maar buiten de beekdalen

Kalkloos



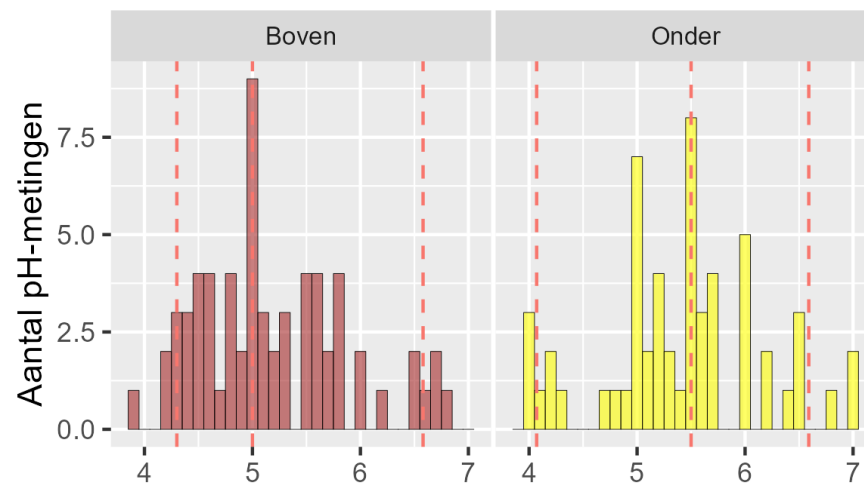
132 - Moerig materiaal; als 130, maar in de beekdalen

Kalkloos



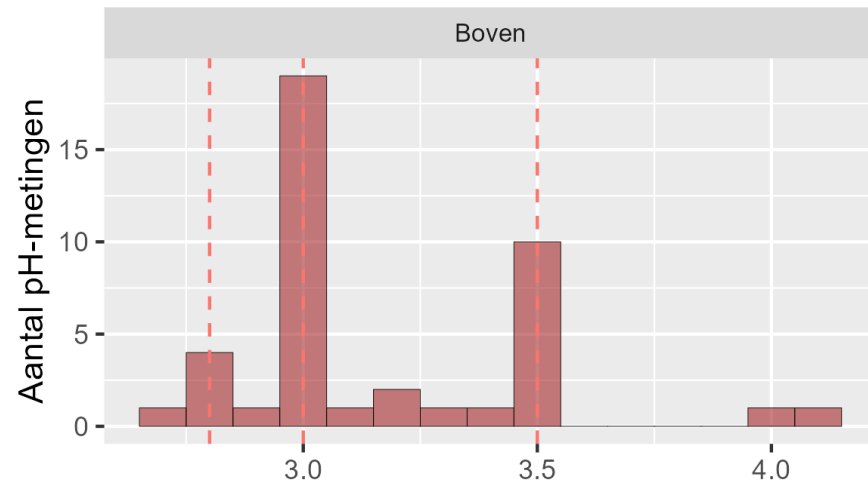
160 - Moerig materiaal; sedimentair veen (bijv. gliede, gyttja, bagger, meerboden)

Kalkloos



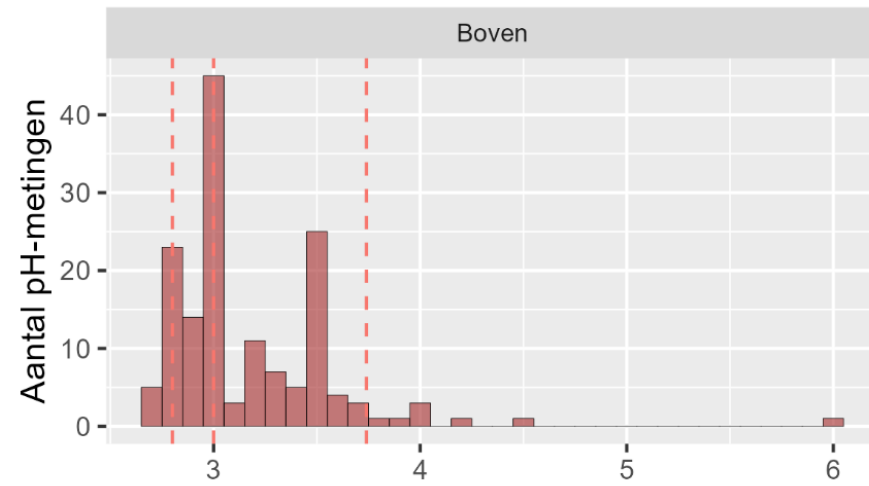
170 - Moerig materiaal; strooisellaag

Kalkloos



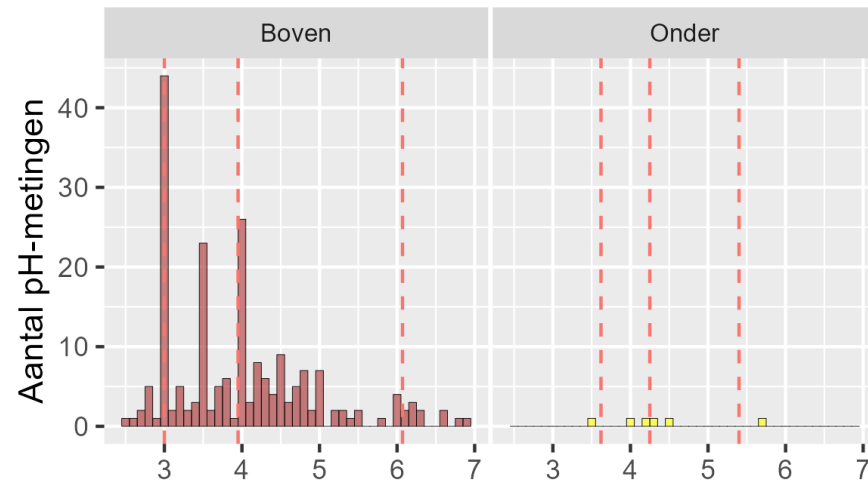
171 - Moerig materiaal; als 170, maar van loofhout

Kalkloos



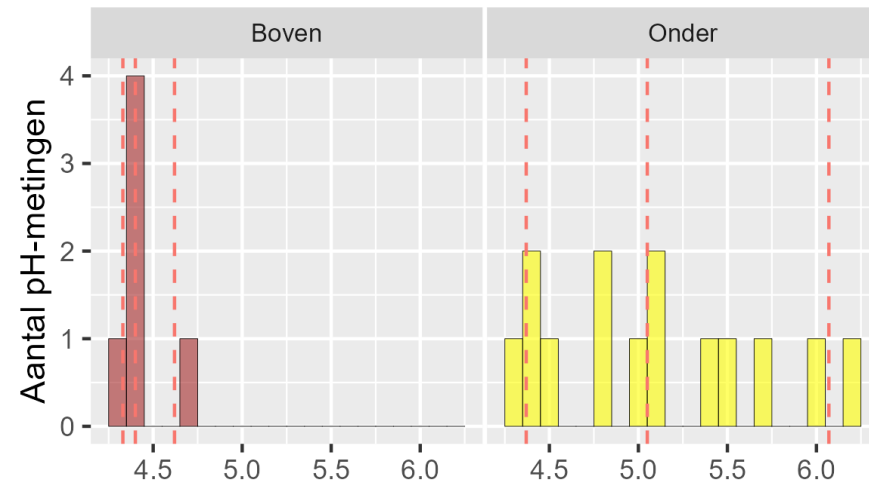
190 - Moerig materiaal; overige veensoorten (bijv. Scheuchzeriaveen)

Kalkloos

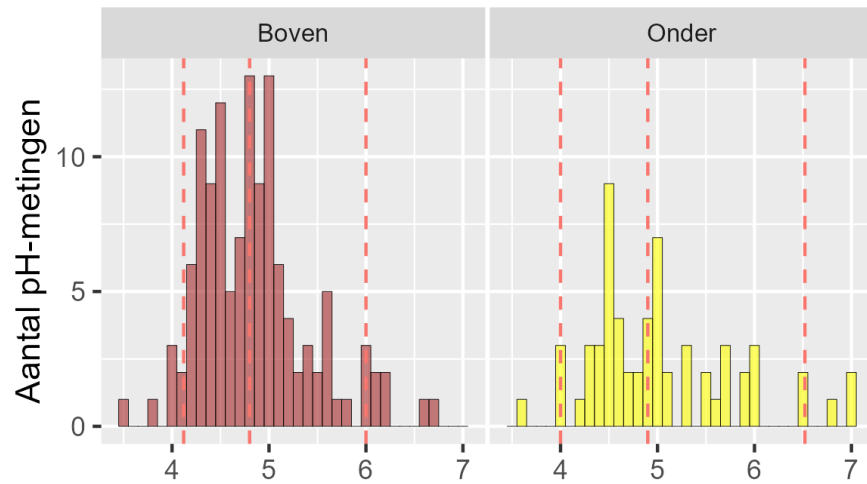


210 - Mariene afzettingen (holoceen); getij-afzetting; zout, brak

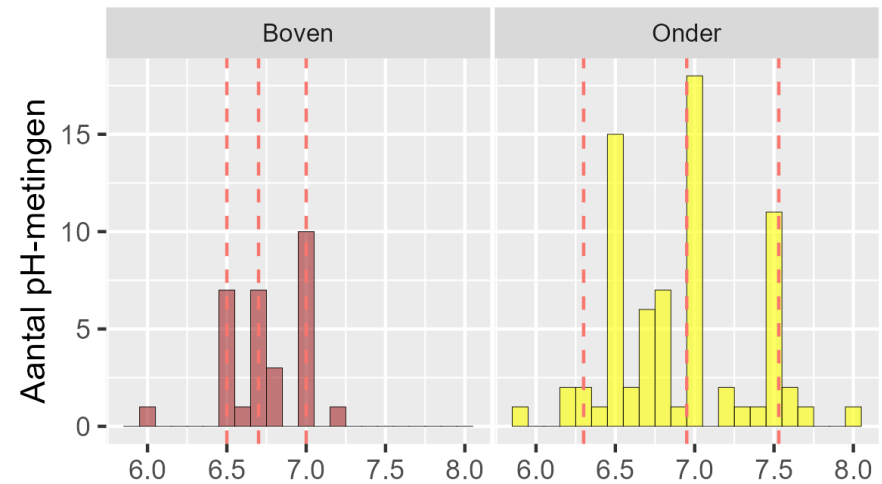
Kalkloos



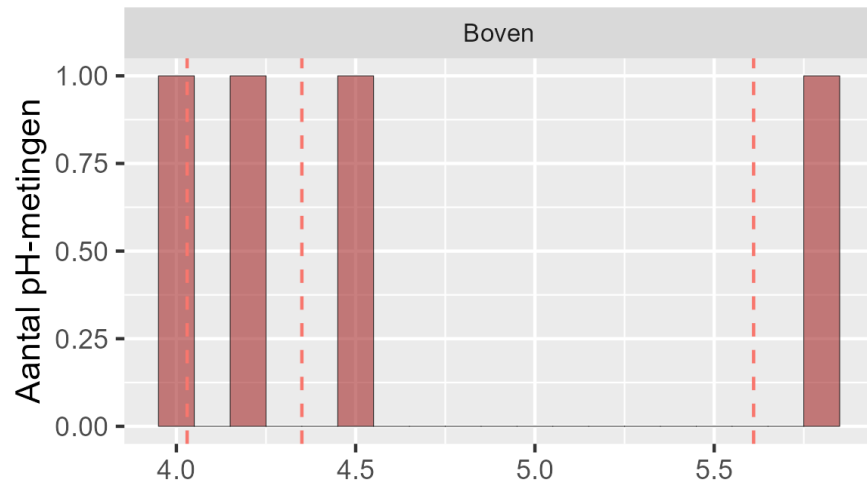
211 - Mariene afzettingen (holoceen); jong (Afzettingen van Duinkerke; incl. zand Kalkloos



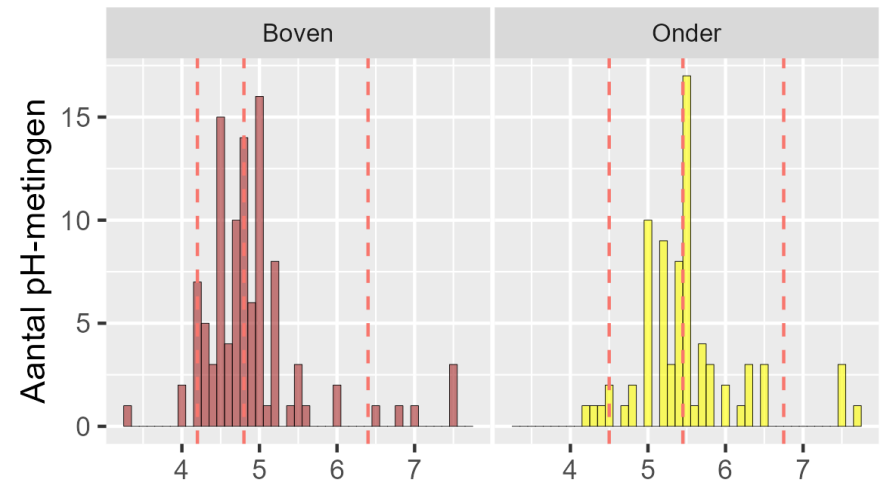
211 - Mariene afzettingen (holoceen); jong (Afzettingen van Duinkerke; incl. zand Kalkrijk



320 - Fluviale afzettingen; holocene afzetting van Rijn of Maas Kalkloos

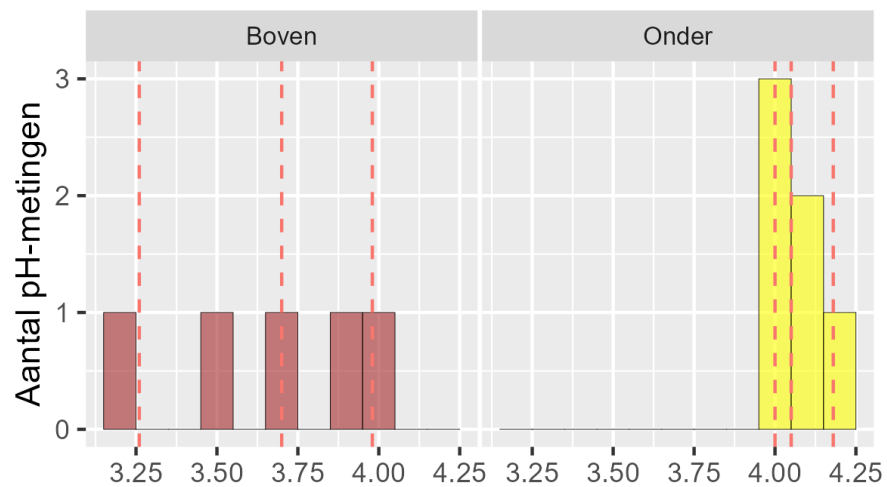


321 - Fluviale afzettingen; Rijn & Maas (ten noorden van Nijmegen) Kalkloos



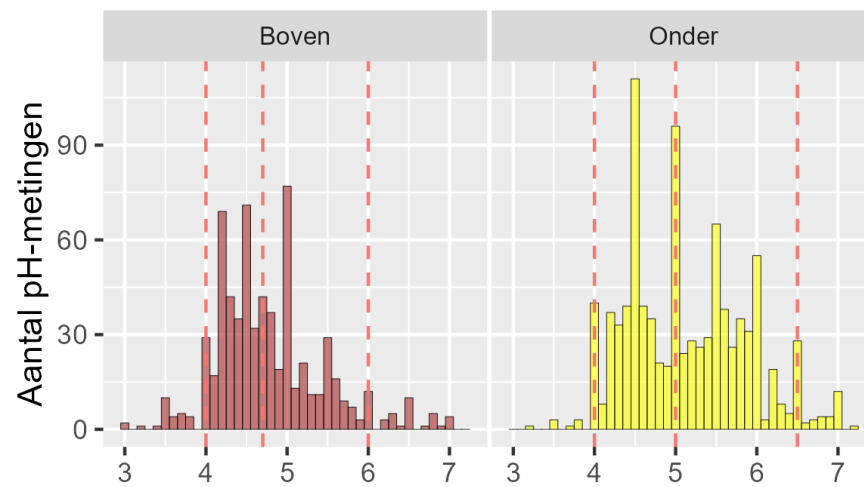
330 - Fluviale afzettingen; pleistocene afzetting van Rijn of Maas

Kalkloos



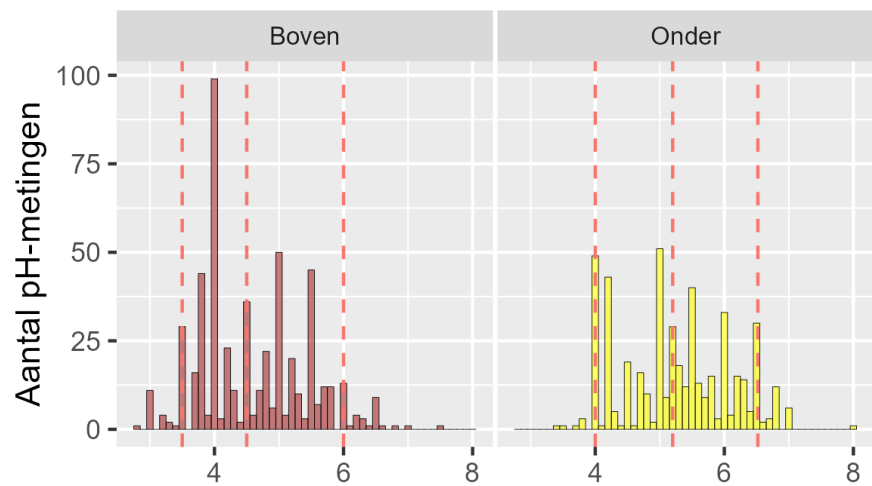
340 - Fluviale afzettingen; afzetting van overige rivieren (bijv. Vecht, Berkel, Ro

Kalkloos



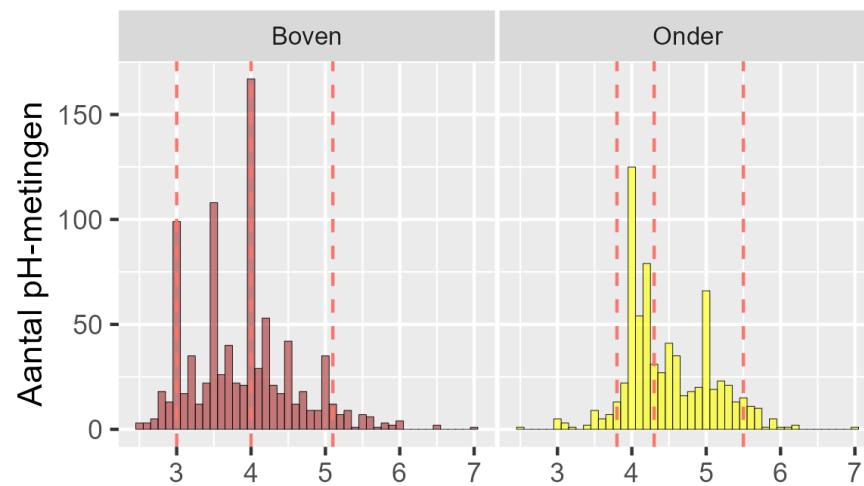
410 - Eolische en fluvioperiglaciaire afzettingen; dekzand

Kalkloos



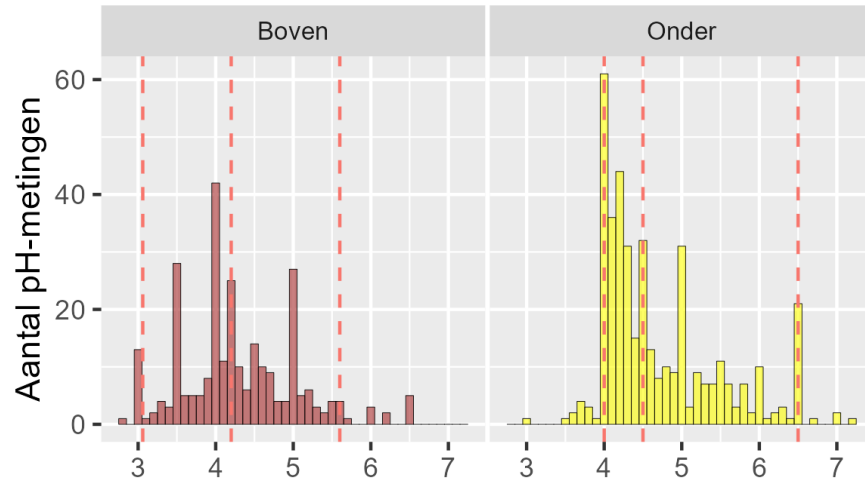
411 - Eolische en fluvioperiglaciaire afzettingen; jong

Kalkloos



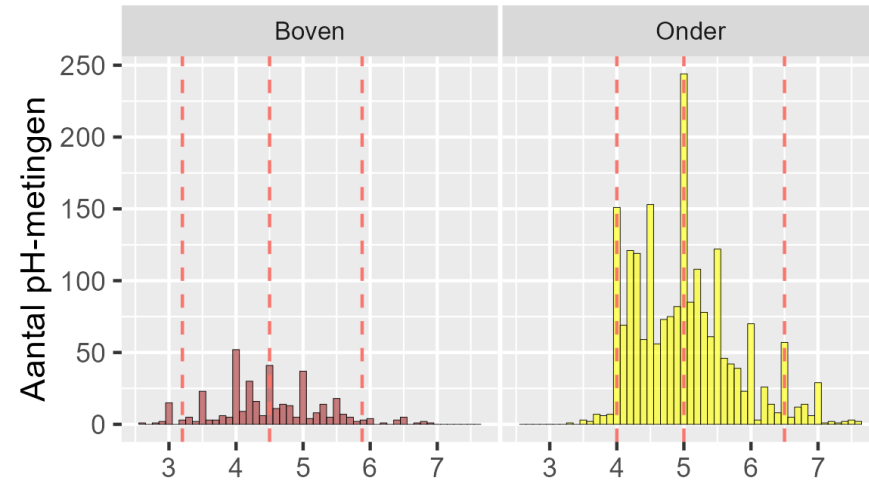
412 - Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen; oud

Kalkloos



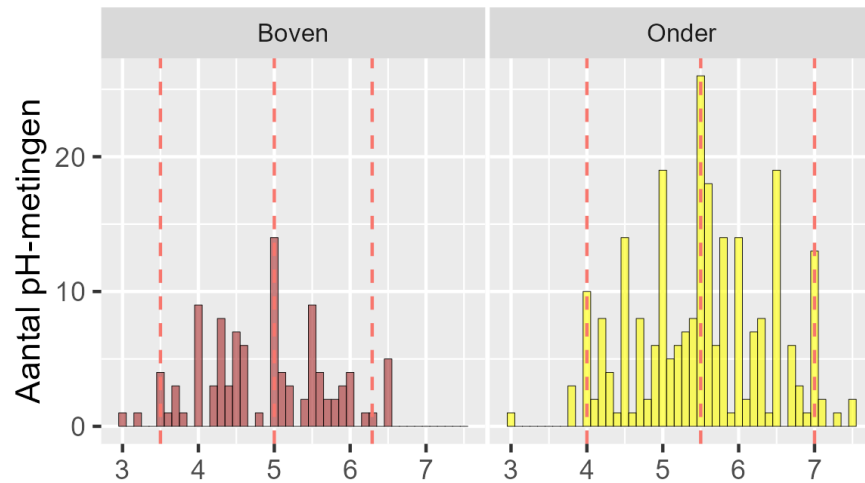
413 - Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen; fluvioperiglaciaal

Kalkloos



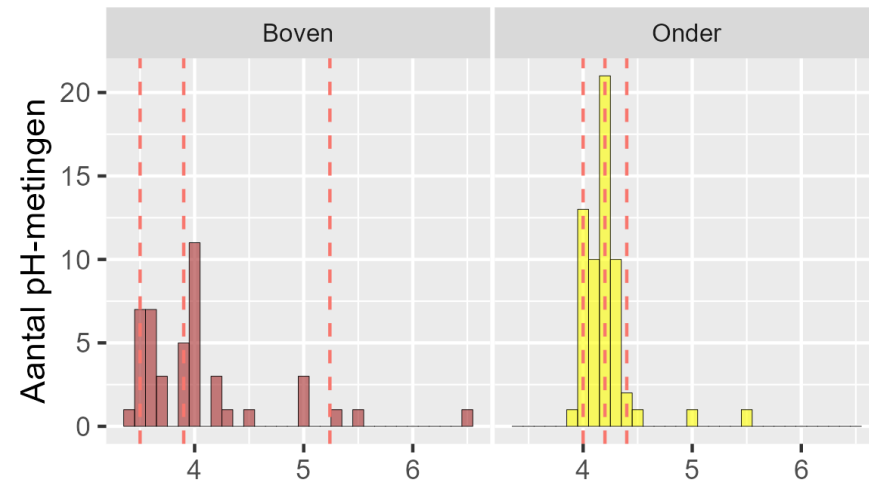
422 - Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen; in lokale depressies (bijv. Brabant)

Kalkloos



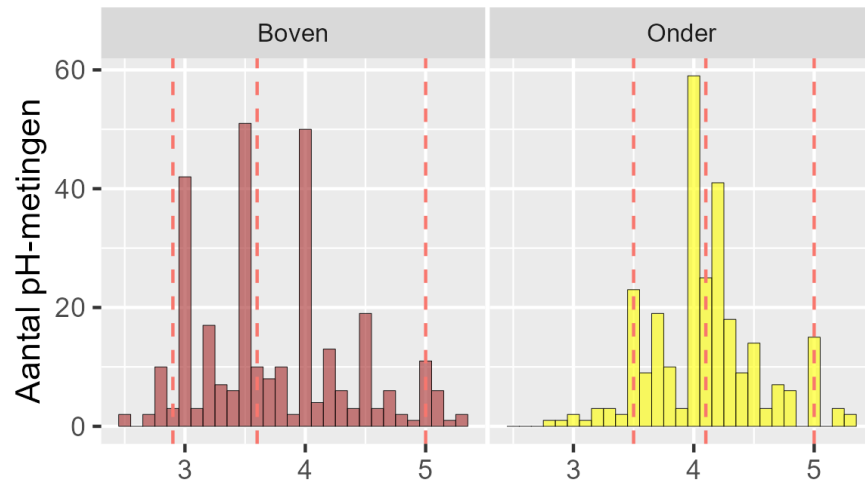
431 - Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen; jong

Kalkloos



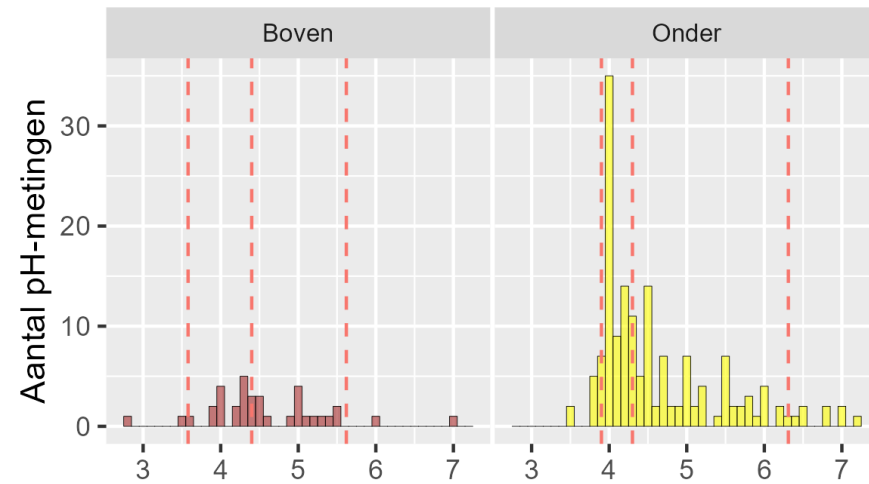
450 - Eolische en fluvioperiglaciale afzettingen; landduinzand (bijv. stuifzand)

Kalkloos



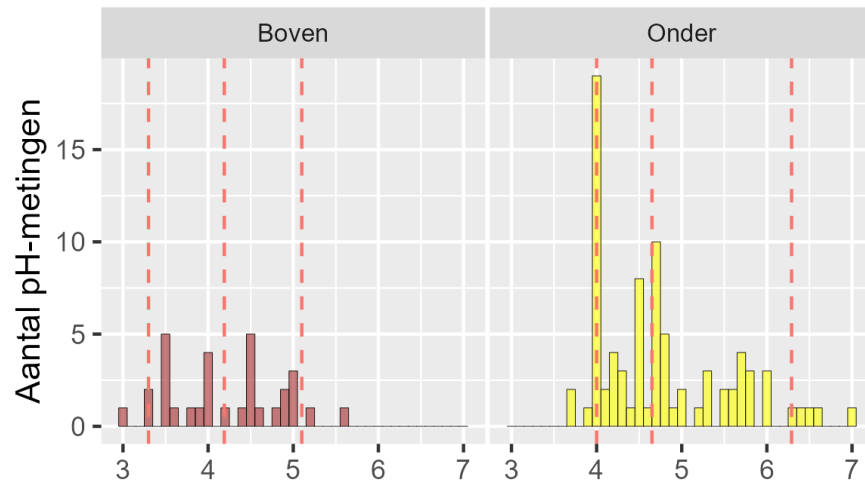
510 - Glaciale en fluvioglaciale afzettingen; keileem

Kalkloos



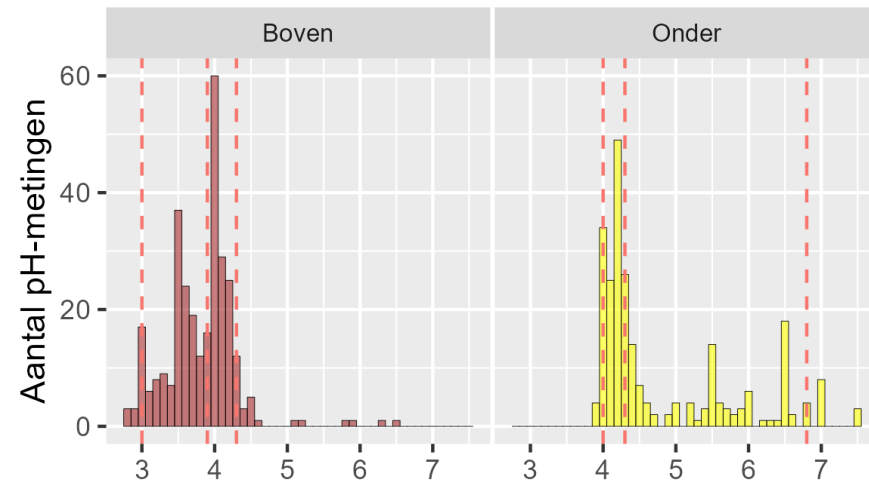
520 - Glaciale en fluvioglaciale afzettingen; keizand

Kalkloos



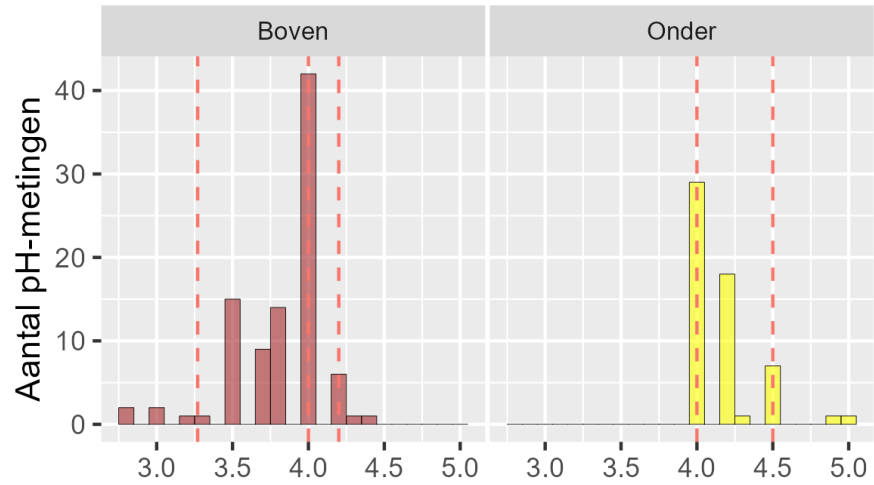
531 - Glaciale en fluvioglaciale afzettingen; zand

Kalkloos



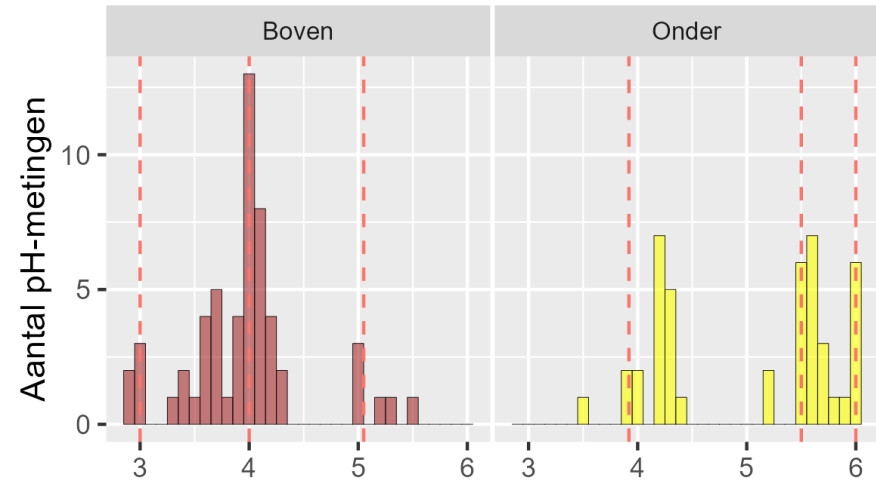
630 - Overige afzettingen; gestuwde afzetting

Kalkloos



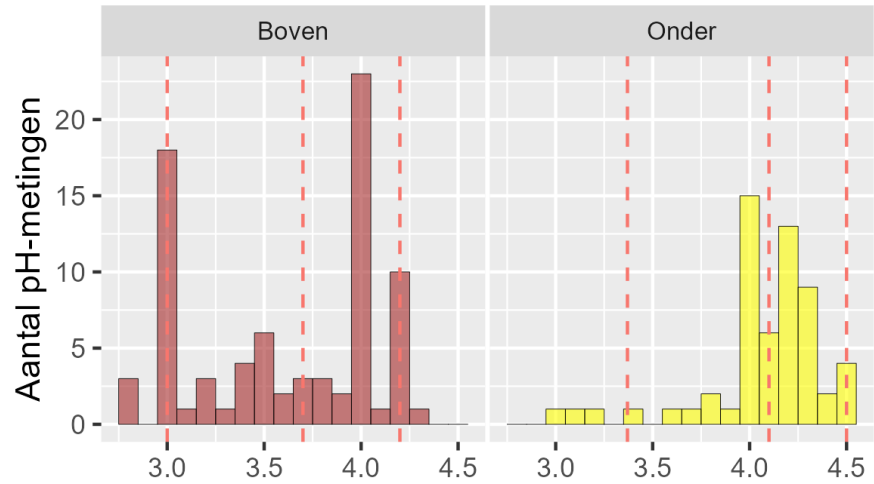
611 - Overige afzettingen; Hellingafzetting, langs stuwwallen

Kalkloos



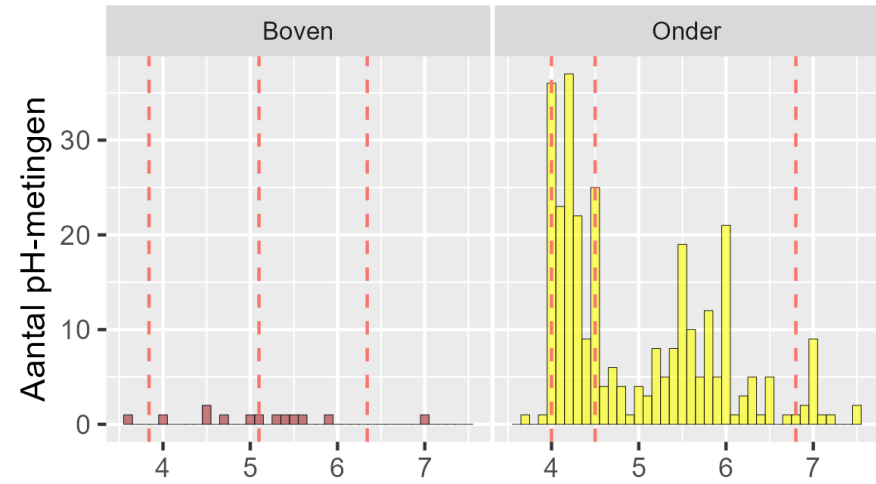
631 - Overige afzettingen; Rijn, Maas

Kalkloos

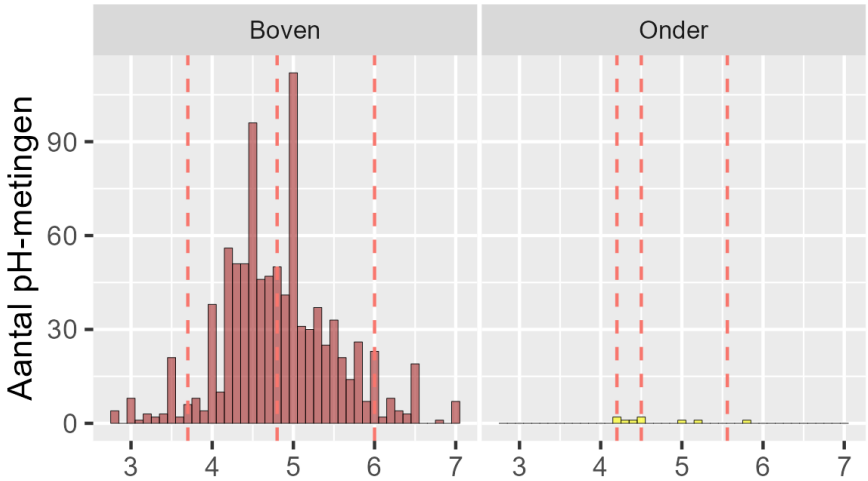


691 - Overige afzettingen; overige geogene afzettingen (bijv. kalksteen, tertiaire k

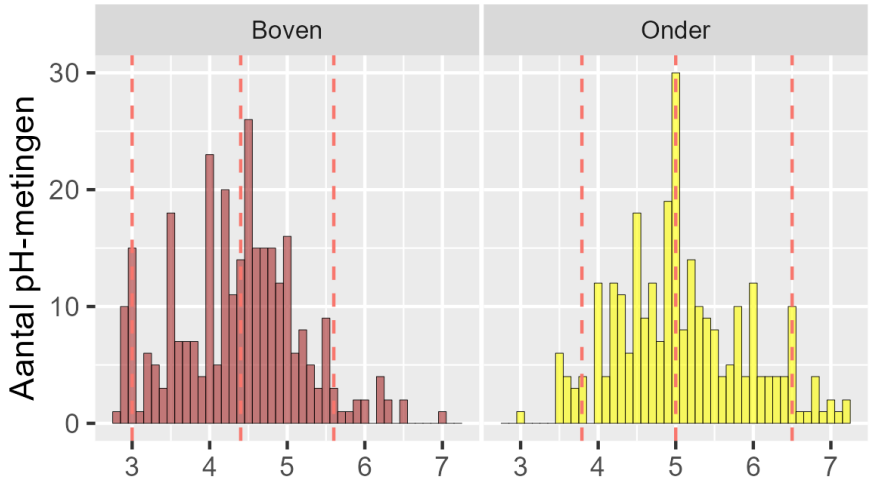
Kalkloos



692 - Overige afzettingen; antropogeen homogeen (bijv. mestdek, toemaakdek)  
Kalkloos



693 - Overige afzettingen; antropogeen heterogeen (bijv. zand + veen)  
Kalkloos



---

## Bijlage 3 Bandbreedte en verschil tussen groepen in pH-profielen

In de onderstaande tabellen worden voor de kenmerken die besproken worden in § 5.2 de bandbreedte en verschillen samengevat binnen de groepen (klassen of clusters) en dieptetrajecten (zie § 4.3). De kolommen in de tabellen zijn steeds opgedeeld in drie blokken die gescheiden worden door een dubbele lijn; om een snelle interpretatie mogelijk te maken, zijn de cellen steeds ingekleurd, afhankelijk van de waarden:

- Blok **Kenmerken**:

- De code van het **cluster**, ingekleurd volgens de legenda in de bijbehorende figuren en tabellen in het rapport. Deze komt zo veel mogelijk overeen met de kleuren die op kaarten voor dat kenmerk worden gebruikt (bijvoorbeeld Bodemkaart of Landschappelijke Bodemkaart);
- Het aantal profielen in de kolom **n**, ingekleurd naar het aantal (lichtgroen = weinig, donkergroen = veel);
- Onder **Laag**, de drie dieptetrajecten waarvoor verschillen beoordeeld zijn: Tot20 = de maximale pH-Veld in de wortelzone (0-20 cm), als indicatie voor de groeiplaats, V20GLG = de gemiddelde pH-Veld tussen 20 cm en GLG, als indicatie voor de mate waarin zuurbuffer vanuit het grondwater doordringt in de richting van de wortelzone en Van20 = de maximale pH-Veld dieper dan 20 cm, als maat voor de zuurbuffer van het moedermateriaal of door het grondwater.

- Blok **Bandbreedte pH-Veld**:

- Percentielen 5% (P05) 50% of mediaan (P50) en 95% (P95) en de gemiddelde waarden (Gem) in de lagen. Deze zijn ingekleurd volgens de zuurgraadklassen in Tabel 4.1.

- Blok **Verschillen**:

- In deze kolommen geven wij de paarsgewijze verschillen tussen de groepen voor zover deze significant ( $p < 0.05$ ) en relevant (verschil  $\geq 0.5$  pH-eenheid) zijn; ns = Niet significant ( $p \geq 0.05$ ); nr = Niet relevant (verschil  $< 0.5$ ); \_ = Hetzelfde cluster, dus geen vergelijking. De grootte van de verschillen is geïllustreerd door middel van kleur: eenheden die een veel lagere gemiddelde pH-Veld ( $\leq -2$ ) hebben, dus zuurder zijn, worden rood ingekleurd, eenheden die een veel hogere gemiddelde pH-Veld ( $\geq 2$ ) hebben, dus basischer zijn, worden blauw ingekleurd. Tussenliggende waarden zijn met oranje en lichtblauwe mengkleuren aangegeven.

## pH-profieltypen

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Tabel 4.2.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Kw          | Ro    | Rd    | Lo    | InBa | InBo  | InAa  | InAo  | InZ   | InZz  |
| Kw        | 525 | Tot20  | 4.80                | 5.50 | 7.00 | 5.64 | —           | -1.23 | -1.26 | -0.81 | 0.64 | -1.29 | -0.88 | -1.68 | -1.57 | -2.27 |
|           |     | V20GLG | 5.00                | 5.70 | 6.99 | 5.81 | —           | -0.52 | -1.24 | -0.86 | 0.70 | nr    | -0.96 | -1.17 | -1.70 | -1.87 |
|           |     | Van20  | 5.40                | 6.20 | 7.50 | 6.27 | —           | nr    | -0.58 | -1.20 | 0.57 | 0.95  | -1.05 | -1.10 | -1.96 | -2.07 |
| Ro        | 182 | Tot20  | 4.00                | 4.50 | 4.70 | 4.41 | 1.23        | —     | ns    | nr    | 1.87 | ns    | nr    | nr    | nr    | -1.04 |
|           |     | V20GLG | 4.85                | 5.18 | 6.21 | 5.29 | 0.52        | —     | -0.72 | nr    | 1.22 | 0.82  | nr    | -0.65 | -1.18 | -1.35 |
|           |     | Van20  | 5.30                | 5.90 | 7.20 | 6.06 | nr          | —     | nr    | -0.99 | 0.78 | 1.16  | -0.84 | -0.89 | -1.75 | -1.86 |
| Rd        | 71  | Tot20  | 3.58                | 4.25 | 5.30 | 4.38 | 1.26        | ns    | —     | nr    | 1.90 | ns    | nr    | nr    | nr    | -1.01 |
|           |     | V20GLG | 4.20                | 4.63 | 4.78 | 4.57 | 1.24        | 0.72  | —     | nr    | 1.94 | 1.54  | nr    | ns    | nr    | -0.63 |
|           |     | Van20  | 5.30                | 5.59 | 6.50 | 5.69 | 0.58        | nr    | —     | -0.62 | 1.15 | 1.53  | nr    | -0.52 | -1.38 | -1.49 |
| Lo        | 107 | Tot20  | 4.33                | 4.83 | 5.44 | 4.83 | 0.81        | nr    | nr    | —     | 1.45 | nr    | ns    | -0.87 | -0.76 | -1.46 |
|           |     | V20GLG | 4.81                | 4.95 | 5.15 | 4.95 | 0.86        | nr    | nr    | —     | 1.56 | 1.16  | nr    | nr    | -0.84 | -1.01 |
|           |     | Van20  | 4.90                | 5.00 | 5.20 | 5.07 | 1.20        | 0.99  | 0.62  | —     | 1.77 | 2.15  | nr    | ns    | -0.76 | -0.87 |
| InBa      | 68  | Tot20  | 5.00                | 6.50 | 7.19 | 6.28 | -0.64       | -1.87 | -1.90 | -1.45 | —    | -1.93 | -1.52 | -2.32 | -2.21 | -2.91 |
|           |     | V20GLG | 5.83                | 6.50 | 7.21 | 6.51 | -0.70       | -1.22 | -1.94 | -1.56 | —    | nr    | -1.66 | -1.87 | -2.40 | -2.57 |
|           |     | Van20  | 6.04                | 7.00 | 7.50 | 6.84 | -0.57       | -0.78 | -1.15 | -1.77 | —    | nr    | -1.62 | -1.67 | -2.53 | -2.64 |
| InBo      | 11  | Tot20  | 3.85                | 4.50 | 4.68 | 4.35 | 1.29        | ns    | ns    | nr    | 1.93 | —     | nr    | nr    | ns    | -0.98 |
|           |     | V20GLG | 5.82                | 6.09 | 6.54 | 6.11 | nr          | -0.82 | -1.54 | -1.16 | nr   | —     | -1.26 | -1.47 | -2.00 | -2.17 |
|           |     | Van20  | 6.90                | 7.00 | 7.60 | 7.22 | -0.95       | -1.16 | -1.53 | -2.15 | nr   | —     | -2.00 | -2.05 | -2.91 | -3.02 |
| InAa      | 413 | Tot20  | 4.30                | 4.60 | 5.60 | 4.76 | 0.88        | nr    | nr    | ns    | 1.52 | nr    | —     | -0.80 | -0.69 | -1.39 |
|           |     | V20GLG | 4.37                | 4.73 | 5.56 | 4.85 | 0.96        | nr    | nr    | nr    | 1.66 | 1.26  | —     | nr    | -0.74 | -0.91 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.00 | 6.30 | 5.22 | 1.05        | 0.84  | nr    | nr    | 1.62 | 2.00  | —     | ns    | -0.91 | -1.02 |
| InAo      | 134 | Tot20  | 3.37                | 4.00 | 4.20 | 3.96 | 1.68        | nr    | nr    | 0.87  | 2.32 | nr    | 0.80  | —     | ns    | -0.59 |
|           |     | V20GLG | 4.30                | 4.50 | 5.41 | 4.64 | 1.17        | 0.65  | ns    | nr    | 1.87 | 1.47  | nr    | —     | -0.53 | -0.70 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.00 | 6.70 | 5.17 | 1.10        | 0.89  | 0.52  | ns    | 1.67 | 2.05  | ns    | —     | -0.86 | -0.97 |
| InZ       | 214 | Tot20  | 3.80                | 4.00 | 4.59 | 4.07 | 1.57        | nr    | nr    | 0.76  | 2.21 | ns    | 0.69  | ns    | —     | -0.70 |
|           |     | V20GLG | 3.92                | 4.13 | 4.28 | 4.11 | 1.70        | 1.18  | nr    | 0.84  | 2.40 | 2.00  | 0.74  | 0.53  | —     | nr    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.90 | 4.31 | 1.96        | 1.75  | 1.38  | 0.76  | 2.53 | 2.91  | 0.91  | 0.86  | —     | nr    |
| InZz      | 341 | Tot20  | 2.90                | 3.50 | 3.70 | 3.37 | 2.27        | 1.04  | 1.01  | 1.46  | 2.91 | 0.98  | 1.39  | 0.59  | 0.70  | —     |
|           |     | V20GLG | 3.56                | 3.98 | 4.21 | 3.94 | 1.87        | 1.35  | 0.63  | 1.01  | 2.57 | 2.17  | 0.91  | 0.70  | nr    | —     |
|           |     | Van20  | 3.90                | 4.20 | 4.60 | 4.20 | 2.07        | 1.86  | 1.49  | 0.87  | 2.64 | 3.02  | 1.02  | 0.97  | nr    | —     |

## Bodemgebruik

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Tabel 5.3.

| Kenmerken |      |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |
|-----------|------|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|
| Cluster   | n    | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | A           | G    | B     | W     |
| A         | 116  | Tot20  | 4.48                | 5.05 | 6.80 | 5.30 | —           | nr   | -1.40 | -0.92 |
|           |      | V20GLG | 4.43                | 5.00 | 6.31 | 5.15 | —           | ns   | -0.68 | nr    |
|           |      | Van20  | 4.60                | 5.40 | 6.53 | 5.51 | —           | nr   | -0.61 | -0.51 |
| G         | 1057 | Tot20  | 4.17                | 4.90 | 6.60 | 5.03 | nr          | —    | -1.13 | -0.65 |
|           |      | V20GLG | 4.29                | 5.11 | 6.72 | 5.26 | ns          | —    | -0.79 | -0.57 |
|           |      | Van20  | 4.50                | 5.59 | 7.00 | 5.71 | nr          | —    | -0.81 | -0.71 |
| B         | 538  | Tot20  | 3.00                | 3.73 | 5.60 | 3.90 | 1.40        | 1.13 | —     | nr    |
|           |      | V20GLG | 3.67                | 4.12 | 6.34 | 4.47 | 0.68        | 0.79 | —     | nr    |
|           |      | Van20  | 4.00                | 4.30 | 7.00 | 4.90 | 0.61        | 0.81 | —     | ns    |
| W         | 355  | Tot20  | 3.28                | 4.00 | 6.50 | 4.38 | 0.92        | 0.65 | nr    | —     |
|           |      | V20GLG | 3.81                | 4.35 | 6.57 | 4.69 | nr          | 0.57 | nr    | —     |
|           |      | Van20  | 4.00                | 4.60 | 7.00 | 5.00 | 0.51        | 0.71 | ns    | —     |

**Bodemklasse**

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Tabel 5.4.

| Kenmerken |            |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------|------------|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Cluster   | n          | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | V           | W     | Y     | H     | EZ    | EK    | Z     | M    | R     | KR   | KX    | KT   | L     |
| <b>V</b>  | <b>289</b> | Tot20  | 4.07                | 5.00 | 6.50 | 5.13 | —           | nr    | -1.46 | -1.19 | nr    | ns    | nr    | 1.17 | ns    | 0.62 | ns    | 0.71 | ns    |
|           |            | V20GLG | 4.30                | 5.19 | 6.78 | 5.31 | —           | nr    | -1.20 | -1.04 | nr    | ns    | nr    | 0.94 | nr    | nr   | ns    | 0.79 | nr    |
|           |            | Van20  | 4.64                | 5.70 | 7.00 | 5.77 | —           | nr    | -1.47 | -1.24 | -0.52 | ns    | nr    | 0.86 | nr    | 0.58 | ns    | 0.83 | 0.58  |
| <b>W</b>  | <b>268</b> | Tot20  | 3.77                | 4.80 | 6.50 | 4.90 | nr          | —     | -1.23 | -0.96 | ns    | ns    | nr    | 1.40 | ns    | 0.85 | ns    | 0.94 | ns    |
|           |            | V20GLG | 4.01                | 5.11 | 6.50 | 5.17 | nr          | —     | -1.06 | -0.90 | nr    | ns    | nr    | 1.08 | nr    | 0.62 | ns    | 0.93 | 0.53  |
|           |            | Van20  | 4.30                | 5.50 | 7.00 | 5.59 | nr          | —     | -1.29 | -1.06 | nr    | ns    | nr    | 1.04 | 0.53  | 0.76 | nr    | 1.01 | 0.76  |
| <b>Y</b>  | <b>64</b>  | Tot20  | 3.00                | 3.60 | 4.16 | 3.67 | 1.46        | 1.23  | —     | nr    | 1.02  | 1.16  | 0.97  | 2.63 | 1.36  | 2.08 | 1.25  | 2.17 | 1.33  |
|           |            | V20GLG | 3.86                | 4.04 | 4.30 | 4.11 | 1.20        | 1.06  | —     | ns    | 0.80  | 1.00  | 0.86  | 2.14 | 1.36  | 1.68 | 1.24  | 1.99 | 1.59  |
|           |            | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.50 | 4.30 | 1.47        | 1.29  | —     | nr    | 0.95  | 1.20  | 1.13  | 2.33 | 1.82  | 2.05 | 1.74  | 2.30 | 2.05  |
| <b>H</b>  | <b>418</b> | Tot20  | 3.00                | 3.80 | 5.30 | 3.94 | 1.19        | 0.96  | nr    | —     | 0.75  | ns    | 0.70  | 2.36 | 1.09  | 1.81 | 0.98  | 1.90 | 1.06  |
|           |            | V20GLG | 3.64                | 4.14 | 5.30 | 4.27 | 1.04        | 0.90  | ns    | —     | 0.64  | 0.84  | 0.70  | 1.98 | 1.20  | 1.52 | 1.08  | 1.83 | 1.43  |
|           |            | Van20  | 4.00                | 4.30 | 5.70 | 4.53 | 1.24        | 1.06  | nr    | —     | 0.72  | 0.97  | 0.90  | 2.10 | 1.59  | 1.82 | 1.51  | 2.07 | 1.82  |
| <b>EZ</b> | <b>51</b>  | Tot20  | 3.53                | 4.60 | 6.15 | 4.69 | nr          | ns    | -1.02 | -0.75 | —     | ns    | ns    | 1.61 | nr    | 1.06 | ns    | 1.15 | ns    |
|           |            | V20GLG | 4.05                | 4.80 | 6.20 | 4.91 | nr          | nr    | -0.80 | -0.64 | —     | ns    | ns    | 1.34 | 0.56  | 0.88 | nr    | 1.19 | 0.79  |
|           |            | Van20  | 4.20                | 5.30 | 6.50 | 5.25 | 0.52        | nr    | -0.95 | -0.72 | —     | ns    | ns    | 1.38 | 0.87  | 1.10 | 0.79  | 1.35 | 1.10  |
| <b>EK</b> | <b>3</b>   | Tot20  | 4.41                | 4.50 | 5.49 | 4.83 | ns          | ns    | -1.16 | ns    | ns    | —     | ns    | 1.47 | ns    | ns   | ns    | ns   | ns    |
|           |            | V20GLG | 4.83                | 5.05 | 5.42 | 5.11 | ns          | ns    | -1.00 | -0.84 | ns    | —     | ns    | 1.14 | ns    | ns   | ns    | 0.99 | ns    |
|           |            | Van20  | 5.06                | 5.60 | 5.87 | 5.50 | ns          | ns    | -1.20 | -0.97 | ns    | —     | ns    | 1.13 | ns    | ns   | ns    | 1.10 | ns    |
| <b>Z</b>  | <b>742</b> | Tot20  | 3.40                | 4.50 | 6.50 | 4.64 | nr          | nr    | -0.97 | -0.70 | ns    | ns    | —     | 1.66 | nr    | 1.11 | ns    | 1.20 | nr    |
|           |            | V20GLG | 3.94                | 4.89 | 6.50 | 4.97 | nr          | nr    | -0.86 | -0.70 | ns    | ns    | —     | 1.28 | 0.50  | 0.82 | nr    | 1.13 | 0.73  |
|           |            | Van20  | 4.00                | 5.40 | 7.00 | 5.43 | nr          | nr    | -1.13 | -0.90 | ns    | ns    | —     | 1.20 | 0.69  | 0.92 | 0.61  | 1.17 | 0.92  |
| <b>M</b>  | <b>26</b>  | Tot20  | 4.33                | 6.60 | 7.42 | 6.30 | -1.17       | -1.40 | -2.63 | -2.36 | -1.61 | -1.47 | -1.66 | —    | -1.27 | ns   | -1.38 | ns   | -1.30 |
|           |            | V20GLG | 4.35                | 6.41 | 7.44 | 6.25 | -0.94       | -1.08 | -2.14 | -1.98 | -1.34 | -1.14 | -1.28 | —    | -0.78 | ns   | -0.90 | ns   | -0.55 |
|           |            | Van20  | 5.10                | 6.70 | 7.50 | 6.63 | -0.86       | -1.04 | -2.33 | -2.10 | -1.38 | -1.13 | -1.20 | —    | -0.51 | ns   | -0.59 | ns   | ns    |
| <b>R</b>  | <b>127</b> | Tot20  | 4.11                | 4.80 | 6.75 | 5.03 | ns          | ns    | -1.36 | -1.09 | nr    | ns    | nr    | 1.27 | —     | 0.72 | ns    | 0.81 | ns    |
|           |            | V20GLG | 4.42                | 5.32 | 6.81 | 5.47 | nr          | nr    | -1.36 | -1.20 | -0.56 | ns    | -0.50 | 0.78 | —     | ns   | ns    | 0.63 | ns    |
|           |            | Van20  | 5.00                | 6.00 | 7.50 | 6.12 | nr          | -0.53 | -1.82 | -1.59 | -0.87 | ns    | -0.69 | 0.51 | —     | ns   | ns    | ns   | ns    |
| <b>KR</b> | <b>13</b>  | Tot20  | 4.56                | 5.50 | 7.00 | 5.75 | -0.62       | -0.85 | -2.08 | -1.81 | -1.06 | ns    | -1.11 | ns   | -0.72 | —    | -0.83 | ns   | -0.75 |
|           |            | V20GLG | 4.25                | 6.11 | 6.88 | 5.79 | nr          | -0.62 | -1.68 | -1.52 | -0.88 | ns    | -0.82 | ns   | ns    | —    | ns    | ns   | ns    |
|           |            | Van20  | 4.62                | 6.50 | 7.50 | 6.35 | -0.58       | -0.76 | -2.05 | -1.82 | -1.10 | ns    | -0.92 | ns   | ns    | —    | ns    | ns   | ns    |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | V           | W     | Y     | H     | EZ    | EK    | Z     | M    | R     | KR   | KX    | KT   | L     |
| KX        | 16 | Tot20  | 3.64                | 4.70 | 6.58 | 4.92 | ns          | ns    | -1.25 | -0.98 | ns    | ns    | ns    | 1.38 | ns    | 0.83 | —     | 0.92 | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.01                | 5.59 | 6.69 | 5.35 | ns          | ns    | -1.24 | -1.08 | nr    | ns    | nr    | 0.90 | ns    | ns   | —     | 0.75 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.15                | 6.75 | 7.50 | 6.04 | ns          | nr    | -1.74 | -1.51 | -0.79 | ns    | -0.61 | 0.59 | ns    | ns   | —     | ns   | ns    |
| KT        | 9  | Tot20  | 3.90                | 6.50 | 7.46 | 5.84 | -0.71       | -0.94 | -2.17 | -1.90 | -1.15 | ns    | -1.20 | ns   | -0.81 | ns   | -0.92 | —    | -0.84 |
|           |    | V20GLG | 4.55                | 6.60 | 6.96 | 6.10 | -0.79       | -0.93 | -1.99 | -1.83 | -1.19 | -0.99 | -1.13 | ns   | -0.63 | ns   | -0.75 | —    | ns    |
|           |    | Van20  | 4.87                | 7.00 | 7.68 | 6.60 | -0.83       | -1.01 | -2.30 | -2.07 | -1.35 | -1.10 | -1.17 | ns   | ns    | ns   | ns    | —    | ns    |
| L         | 40 | Tot20  | 3.70                | 5.00 | 6.51 | 5.00 | ns          | ns    | -1.33 | -1.06 | ns    | ns    | nr    | 1.30 | ns    | 0.75 | ns    | 0.84 | —     |
|           |    | V20GLG | 4.64                | 5.63 | 6.87 | 5.70 | nr          | -0.53 | -1.59 | -1.43 | -0.79 | ns    | -0.73 | 0.55 | ns    | ns   | ns    | ns   | —     |
|           |    | Van20  | 5.38                | 6.50 | 7.50 | 6.35 | -0.58       | -0.76 | -2.05 | -1.82 | -1.10 | ns    | -0.92 | ns   | ns    | ns   | ns    | ns   | —     |

## Grondwatertrappen

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Ten Cate e.a. 1995a.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | wIa         | Ia   | wIIa  | IIa   | IIb  | IIc  | wIIIa | IIIa  | IIIb  | IVu   | wVao  | Vao   | wVad | Vad   | Vb   | Vbo   | Vbd   | VI    | VII   | VIII  |
| wIa       | 158 | Tot20  | 3.90                | 5.00 | 6.71 | 5.14 | —           | nr   | ns    | ns    | nr   | 0.96 | -0.84 | nr    | nr    | ns    | ns    | -0.61 | ns   | ns    | 0.52 | -0.61 | nr    | -0.97 | -1.26 | -1.36 |
|           |     | V20GLG | 4.04                | 5.18 | 6.76 | 5.26 | —           | nr   | ns    | ns    | 0.68 | ns   | -0.68 | nr    | ns    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.67 | -1.02 | -1.05 |
|           |     | Van20  | 4.49                | 5.60 | 7.00 | 5.66 | —           | ns   | ns    | nr    | 0.63 | ns   | -0.65 | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.68 | -1.18 | -1.24 |
| Ia        | 64  | Tot20  | 4.30                | 5.20 | 7.17 | 5.57 | nr          | —    | nr    | -0.58 | ns   | ns   | -1.27 | -0.77 | -0.81 | -0.58 | ns    | -1.04 | ns   | -0.81 | ns   | -1.04 | -0.92 | -1.40 | -1.69 | -1.79 |
|           |     | V20GLG | 4.46                | 5.24 | 7.00 | 5.53 | nr          | —    | ns    | nr    | nr   | ns   | -0.95 | nr    | nr    | ns    | -0.94 | -0.60 | ns   | ns    | ns   | -0.64 | -0.58 | -0.94 | -1.29 | -1.32 |
|           |     | Van20  | 4.72                | 5.70 | 7.50 | 5.89 | ns          | —    | ns    | ns    | nr   | ns   | -0.88 | nr    | nr    | ns    | -1.09 | -0.54 | ns   | ns    | ns   | -0.58 | ns    | -0.91 | -1.41 | -1.47 |
| wIIa      | 106 | Tot20  | 3.93                | 5.00 | 6.73 | 5.08 | ns          | nr   | —     | ns    | 0.53 | 1.02 | -0.78 | nr    | nr    | ns    | ns    | -0.55 | ns   | ns    | 0.58 | -0.55 | ns    | -0.91 | -1.20 | -1.30 |
|           |     | V20GLG | 4.05                | 5.29 | 6.86 | 5.32 | ns          | ns   | —     | ns    | 0.62 | ns   | -0.74 | nr    | nr    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.73 | -1.08 | -1.11 |
|           |     | Van20  | 4.35                | 5.75 | 7.43 | 5.79 | ns          | ns   | —     | ns    | 0.50 | ns   | -0.78 | ns    | nr    | ns    | -0.99 | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.81 | -1.31 | -1.37 |
| IIa       | 349 | Tot20  | 4.00                | 4.90 | 6.40 | 4.99 | ns          | 0.58 | ns    | —     | 0.62 | 1.11 | -0.69 | nr    | nr    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | 0.67 | nr    | ns    | -0.82 | -1.11 | -1.21 |
|           |     | V20GLG | 4.30                | 5.20 | 6.49 | 5.28 | ns          | nr   | ns    | —     | 0.66 | ns   | -0.70 | nr    | nr    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.69 | -1.04 | -1.07 |
|           |     | Van20  | 4.80                | 5.80 | 7.00 | 5.83 | nr          | ns   | ns    | —     | nr   | ns   | -0.82 | nr    | nr    | ns    | -1.03 | nr    | ns   | ns    | ns   | -0.52 | ns    | -0.85 | -1.35 | -1.41 |
| IIb       | 35  | Tot20  | 4.20                | 5.55 | 7.00 | 5.61 | nr          | ns   | -0.53 | -0.62 | —    | ns   | -1.31 | -0.81 | -0.85 | -0.62 | ns    | -1.08 | ns   | -0.85 | ns   | -1.08 | -0.96 | -1.44 | -1.73 | -1.83 |
|           |     | V20GLG | 4.63                | 6.07 | 7.00 | 5.94 | -0.68       | nr   | -0.62 | -0.66 | —    | ns   | -1.36 | -0.84 | -0.80 | -0.61 | -1.35 | -1.01 | ns   | -0.70 | ns   | -1.05 | -0.99 | -1.35 | -1.70 | -1.73 |
|           |     | Van20  | 5.00                | 6.50 | 7.02 | 6.29 | -0.63       | nr   | -0.50 | nr    | —    | ns   | -1.28 | -0.66 | -0.74 | ns    | -1.49 | -0.94 | ns   | -0.59 | ns   | -0.98 | -0.86 | -1.31 | -1.81 | -1.87 |
| IIc       | 4   | Tot20  | 5.00                | 6.30 | 6.93 | 6.10 | -0.96       | ns   | -1.02 | -1.11 | ns   | —    | -1.80 | -1.30 | -1.34 | -1.11 | -1.30 | -1.57 | ns   | -1.34 | ns   | -1.57 | -1.45 | -1.93 | -2.22 | -2.32 |
|           |     | V20GLG | 5.80                | 5.84 | 6.32 | 5.97 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | —    | -1.39 | -0.87 | -0.83 | ns    | -1.38 | -1.04 | ns   | ns    | ns   | -1.08 | -1.02 | -1.38 | -1.73 | -1.76 |
|           |     | Van20  | 5.94                | 6.29 | 6.74 | 6.32 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | —    | -1.31 | ns    | ns    | ns    | -1.52 | -0.97 | ns   | ns    | ns   | -1.01 | ns    | -1.34 | -1.84 | -1.90 |

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | wIa         | Ia   | wIIa  | IIa   | IIb  | IIC  | wIIIA | IIIA  | IIIB  | IVu   | wVao  | Vao   | wVad | Vad   | Vb   | Vbo   | Vbd   | VI    | VII   | VIII  |
| wIIIA     | 28  | Tot20  | 3.36                | 4.25 | 5.30 | 4.30 | 0.84        | 1.27 | 0.78  | 0.69  | 1.31 | 1.80 | —     | 0.50  | nr    | 0.69  | ns    | ns    | ns   | ns    | 1.36 | ns    | ns    | ns    | nr    | -0.52 |
|           |     | V20GLG | 3.65                | 4.47 | 5.79 | 4.58 | 0.68        | 0.95 | 0.74  | 0.70  | 1.36 | 1.39 | —     | 0.52  | 0.56  | 0.75  | ns    | nr    | ns   | 0.66  | 0.94 | nr    | ns    | ns    | nr    | nr    |
|           |     | Van20  | 3.86                | 5.00 | 6.83 | 5.01 | 0.65        | 0.88 | 0.78  | 0.82  | 1.28 | 1.31 | —     | 0.62  | 0.54  | 0.88  | ns    | ns    | ns   | 0.69  | 0.98 | ns    | ns    | ns    | -0.53 | -0.59 |
| IIIA      | 326 | Tot20  | 3.58                | 4.70 | 6.29 | 4.80 | nr          | 0.77 | nr    | nr    | 0.81 | 1.30 | -0.50 | —     | ns    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | 0.86 | nr    | ns    | -0.63 | -0.92 | -1.02 |
|           |     | V20GLG | 4.07                | 5.06 | 6.42 | 5.10 | nr          | nr   | nr    | nr    | 0.84 | 0.87 | -0.52 | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | nr   | nr    | ns    | -0.51 | -0.86 | -0.89 |
|           |     | Van20  | 4.30                | 5.60 | 7.00 | 5.63 | ns          | nr   | ns    | nr    | 0.66 | ns   | -0.62 | —     | ns    | ns    | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.65 | -1.15 | -1.21 |
| IIIB      | 155 | Tot20  | 3.60                | 4.70 | 6.13 | 4.76 | nr          | 0.81 | nr    | nr    | 0.85 | 1.34 | nr    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | 0.90 | nr    | ns    | -0.59 | -0.88 | -0.98 |
|           |     | V20GLG | 4.11                | 5.01 | 6.61 | 5.14 | ns          | nr   | nr    | nr    | 0.80 | 0.83 | -0.56 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | nr   | nr    | ns    | -0.55 | -0.90 | -0.93 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.30 | 7.00 | 5.55 | ns          | nr   | nr    | nr    | 0.74 | ns   | -0.54 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | nr   | nr    | ns    | -0.57 | -1.07 | -1.13 |
| IVu       | 23  | Tot20  | 3.78                | 4.55 | 6.98 | 4.99 | ns          | 0.58 | ns    | ns    | 0.62 | 1.11 | -0.69 | ns    | ns    | —     | ns    | nr    | ns   | ns    | 0.67 | nr    | ns    | -0.82 | -1.11 | -1.21 |
|           |     | V20GLG | 4.30                | 5.10 | 6.94 | 5.33 | ns          | ns   | ns    | ns    | 0.61 | ns   | -0.75 | ns    | ns    | —     | ns    | nr    | ns   | ns    | ns   | nr    | ns    | -0.74 | -1.09 | -1.12 |
|           |     | Van20  | 4.52                | 5.60 | 7.00 | 5.89 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | -0.88 | ns    | ns    | —     | -1.09 | -0.54 | ns   | ns    | ns   | -0.58 | ns    | -0.91 | -1.41 | -1.47 |
| wVao      | 3   | Tot20  | 3.68                | 5.30 | 5.56 | 4.80 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | 1.30 | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | -1.02 |
|           |     | V20GLG | 3.80                | 5.00 | 5.09 | 4.59 | ns          | 0.94 | ns    | ns    | 1.35 | 1.38 | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns   | ns    | 0.93 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 4.01                | 5.00 | 5.45 | 4.80 | ns          | 1.09 | 0.99  | 1.03  | 1.49 | 1.52 | ns    | ns    | ns    | 1.09  | —     | ns    | ns   | ns    | 1.19 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
| Vao       | 54  | Tot20  | 3.50                | 4.55 | 6.00 | 4.53 | 0.61        | 1.04 | 0.55  | nr    | 1.08 | 1.57 | ns    | nr    | ns    | nr    | ns    | —     | ns   | ns    | 1.13 | ns    | ns    | nr    | -0.65 | -0.75 |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 4.77 | 6.46 | 4.93 | nr          | 0.60 | nr    | nr    | 1.01 | 1.04 | nr    | ns    | ns    | nr    | ns    | —     | ns   | ns    | 0.59 | ns    | ns    | nr    | -0.69 | -0.72 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 5.00 | 7.18 | 5.35 | nr          | 0.54 | nr    | nr    | 0.94 | 0.97 | ns    | nr    | ns    | 0.54  | ns    | —     | ns   | ns    | 0.64 | ns    | ns    | nr    | -0.87 | -0.93 |
| wVad      | 2   | Tot20  | 5.03                | 5.25 | 5.48 | 5.25 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | -1.37 | -1.47 |
|           |     | V20GLG | 4.91                | 5.00 | 5.08 | 5.00 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 5.03                | 5.25 | 5.48 | 5.25 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
| Vad       | 14  | Tot20  | 3.97                | 4.70 | 5.50 | 4.76 | ns          | 0.81 | ns    | ns    | 0.85 | 1.34 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | —     | 0.90 | ns    | ns    | -0.59 | -0.88 | -0.98 |
|           |     | V20GLG | 4.15                | 4.96 | 6.67 | 5.24 | ns          | ns   | ns    | ns    | 0.70 | ns   | -0.66 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | —     | ns   | ns    | ns    | -0.65 | -1.00 | -1.03 |
|           |     | Van20  | 4.45                | 5.26 | 7.50 | 5.70 | ns          | ns   | ns    | ns    | 0.59 | ns   | -0.69 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | —     | ns   | ns    | ns    | -0.72 | -1.22 | -1.28 |
| Vb        | 16  | Tot20  | 4.85                | 5.50 | 6.63 | 5.66 | -0.52       | ns   | -0.58 | -0.67 | ns   | ns   | -1.36 | -0.86 | -0.90 | -0.67 | ns    | -1.13 | ns   | -0.90 | —    | -1.13 | -1.01 | -1.49 | -1.78 | -1.88 |
|           |     | V20GLG | 5.05                | 5.34 | 6.25 | 5.52 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | -0.94 | nr    | nr    | ns    | -0.93 | -0.59 | ns   | ns    | —    | -0.63 | -0.57 | -0.93 | -1.28 | -1.31 |
|           |     | Van20  | 5.20                | 5.90 | 6.85 | 5.99 | ns          | ns   | ns    | ns    | ns   | ns   | -0.98 | ns    | nr    | ns    | -1.19 | -0.64 | ns   | ns    | —    | -0.68 | ns    | -1.01 | -1.51 | -1.57 |
| Vbo       | 102 | Tot20  | 3.16                | 4.50 | 6.47 | 4.53 | 0.61        | 1.04 | 0.55  | nr    | 1.08 | 1.57 | ns    | nr    | nr    | nr    | ns    | ns    | ns   | ns    | 1.13 | —     | ns    | nr    | -0.65 | -0.75 |
|           |     | V20GLG | 3.76                | 4.81 | 6.33 | 4.89 | nr          | 0.64 | nr    | nr    | 1.05 | 1.08 | nr    | nr    | nr    | nr    | ns    | ns    | ns   | ns    | 0.63 | —     | ns    | nr    | -0.65 | -0.68 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 5.15 | 7.00 | 5.31 | nr          | 0.58 | nr    | 0.52  | 0.98 | 1.01 | ns    | nr    | nr    | 0.58  | ns    | ns    | ns   | ns    | 0.68 | —     | ns    | nr    | -0.83 | -0.89 |
| Vbd       | 14  | Tot20  | 3.16                | 4.80 | 6.02 | 4.65 | nr          | 0.92 | ns    | ns    | 0.96 | 1.45 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | 1.01 | ns    | —     | nr    | -0.77 | -0.87 |
|           |     | V20GLG | 3.58                | 4.79 | 6.63 | 4.95 | ns          | 0.58 | ns    | ns    | 0.99 | 1.02 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | 0.57 | ns    | —     | ns    | -0.71 | -0.74 |
|           |     | Van20  | 3.89                | 5.20 | 7.18 | 5.43 | ns          | ns   | ns    | ns    | 0.86 | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns   | ns    | —     | ns    | -0.95 | -1.01 |

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | wIa         | Ia   | wIIa | IIa  | IIb  | IIc  | wIIIa | IIIa | IIIb | IVu  | wVao | Vao  | wVad | Vad  | Vb   | Vbo  | Vbd  | VI   | VII   | VIII  |
| VI        | 230 | Tot20  | 3.00                | 4.00 | 6.50 | 4.17 | 0.97        | 1.40 | 0.91 | 0.82 | 1.44 | 1.93 | ns    | 0.63 | 0.59 | 0.82 | ns   | nr   | ns   | 0.59 | 1.49 | nr   | nr   | —    | nr    | nr    |
|           |     | V20GLG | 3.75                | 4.33 | 6.57 | 4.59 | 0.67        | 0.94 | 0.73 | 0.69 | 1.35 | 1.38 | ns    | 0.51 | 0.55 | 0.74 | ns   | nr   | ns   | 0.65 | 0.93 | nr   | ns   | —    | nr    | nr    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.60 | 7.00 | 4.98 | 0.68        | 0.91 | 0.81 | 0.85 | 1.31 | 1.34 | ns    | 0.65 | 0.57 | 0.91 | ns   | nr   | ns   | 0.72 | 1.01 | nr   | ns   | —    | -0.50 | -0.56 |
| VII       | 176 | Tot20  | 3.00                | 3.80 | 5.00 | 3.88 | 1.26        | 1.69 | 1.20 | 1.11 | 1.73 | 2.22 | nr    | 0.92 | 0.88 | 1.11 | ns   | 0.65 | 1.37 | 0.88 | 1.78 | 0.65 | 0.77 | nr   | —     | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.58                | 4.06 | 5.16 | 4.24 | 1.02        | 1.29 | 1.08 | 1.04 | 1.70 | 1.73 | nr    | 0.86 | 0.90 | 1.09 | ns   | 0.69 | ns   | 1.00 | 1.28 | 0.65 | 0.71 | nr   | —     | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.25 | 6.08 | 4.48 | 1.18        | 1.41 | 1.31 | 1.35 | 1.81 | 1.84 | 0.53  | 1.15 | 1.07 | 1.41 | ns   | 0.87 | ns   | 1.22 | 1.51 | 0.83 | 0.95 | 0.50 | —     | ns    |
| VIII      | 207 | Tot20  | 3.00                | 3.70 | 4.77 | 3.78 | 1.36        | 1.79 | 1.30 | 1.21 | 1.83 | 2.32 | 0.52  | 1.02 | 0.98 | 1.21 | 1.02 | 0.75 | 1.47 | 0.98 | 1.88 | 0.75 | 0.87 | nr   | ns    | —     |
|           |     | V20GLG | 3.75                | 4.11 | 5.60 | 4.21 | 1.05        | 1.32 | 1.11 | 1.07 | 1.73 | 1.76 | nr    | 0.89 | 0.93 | 1.12 | ns   | 0.72 | ns   | 1.03 | 1.31 | 0.68 | 0.74 | nr   | ns    | —     |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.20 | 6.27 | 4.42 | 1.24        | 1.47 | 1.37 | 1.41 | 1.87 | 1.90 | 0.59  | 1.21 | 1.13 | 1.47 | ns   | 0.93 | ns   | 1.28 | 1.57 | 0.89 | 1.01 | 0.56 | ns    | —     |

## Ontwateringstoestand

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Tabel 5.6.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |      |      |      |      |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | OT_1        | OT_2  | OT_3 | OT_4 | OT_5 | OT_6 |
| OT_1      | 279 | Tot20  | 3.00                | 3.70 | 5.02 | 3.86 | —           | nr    | 0.98 | 0.88 | 0.95 | 1.25 |
|           |     | V20GLG | 3.61                | 4.13 | 5.96 | 4.29 | —           | nr    | 0.88 | 0.78 | 0.78 | 0.96 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 6.73 | 4.53 | —           | 0.53  | 1.05 | 1.09 | 0.98 | 1.18 |
| OT_2      | 254 | Tot20  | 3.00                | 4.10 | 6.50 | 4.26 | nr          | —     | 0.58 | nr   | 0.55 | 0.85 |
|           |     | V20GLG | 3.75                | 4.46 | 6.54 | 4.68 | nr          | —     | nr   | nr   | nr   | 0.57 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.70 | 7.00 | 5.06 | -0.53       | —     | 0.52 | 0.56 | nr   | 0.65 |
| OT_3      | 298 | Tot20  | 3.50                | 4.70 | 6.67 | 4.84 | -0.98       | -0.58 | —    | ns   | ns   | nr   |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 5.03 | 6.82 | 5.17 | -0.88       | nr    | —    | ns   | ns   | ns   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.40 | 7.00 | 5.58 | -1.05       | -0.52 | —    | ns   | ns   | ns   |
| OT_4      | 256 | Tot20  | 3.60                | 4.70 | 6.00 | 4.74 | -0.88       | nr    | ns   | —    | ns   | nr   |
|           |     | V20GLG | 4.05                | 5.03 | 6.44 | 5.07 | -0.78       | nr    | ns   | —    | ns   | nr   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.55 | 7.00 | 5.62 | -1.09       | -0.56 | ns   | —    | ns   | ns   |
| OT_5      | 764 | Tot20  | 3.50                | 4.70 | 6.50 | 4.81 | -0.95       | -0.55 | ns   | ns   | —    | nr   |
|           |     | V20GLG | 3.96                | 5.01 | 6.50 | 5.07 | -0.78       | nr    | ns   | ns   | —    | nr   |
|           |     | Van20  | 4.10                | 5.50 | 7.00 | 5.51 | -0.98       | nr    | ns   | ns   | —    | nr   |
| OT_6      | 215 | Tot20  | 3.87                | 5.00 | 6.83 | 5.11 | -1.25       | -0.85 | nr   | nr   | nr   | —    |
|           |     | V20GLG | 4.01                | 5.19 | 6.93 | 5.25 | -0.96       | -0.57 | ns   | nr   | nr   | —    |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.60 | 7.24 | 5.71 | -1.18       | -0.65 | ns   | ns   | nr   | —    |

## Fysisch-Geografische Regio's

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Figuur 5.5 en Tabel 5.8.

| Kenmerken      |      |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen    |                |                |                |                |                |
|----------------|------|--------|---------------------|------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Cluster        | n    | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | H <sub>z</sub> | L <sub>v</sub> | R <sub>i</sub> | Z <sub>k</sub> | D <sub>u</sub> | H <sub>I</sub> |
| H <sub>z</sub> | 1198 | Tot20  | 3.00                | 4.20 | 6.00 | 4.36 | —              | 0.66           | 0.72           | 0.75           | 0.68           | 1.47           |
|                |      | V20GLG | 3.75                | 4.59 | 6.38 | 4.75 | —              | nr             | 0.61           | 0.68           | 0.71           | 1.02           |
|                |      | Van20  | 4.00                | 5.00 | 7.00 | 5.18 | —              | nr             | 0.60           | 0.65           | 0.74           | 0.98           |
| L <sub>v</sub> | 211  | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.50 | 5.02 | -0.66          | —              | ns             | ns             | ns             | 0.81           |
|                |      | V20GLG | 4.36                | 5.06 | 6.82 | 5.24 | nr             | —              | ns             | nr             | ns             | 0.53           |
|                |      | Van20  | 4.95                | 5.50 | 7.00 | 5.67 | nr             | —              | ns             | ns             | ns             | nr             |
| R <sub>i</sub> | 122  | Tot20  | 3.75                | 4.90 | 7.00 | 5.08 | -0.72          | ns             | —              | ns             | ns             | 0.75           |
|                |      | V20GLG | 4.16                | 5.26 | 7.00 | 5.36 | -0.61          | ns             | —              | ns             | ns             | nr             |
|                |      | Van20  | 4.40                | 5.70 | 7.00 | 5.78 | -0.60          | ns             | —              | ns             | ns             | ns             |
| Z <sub>k</sub> | 128  | Tot20  | 4.20                | 4.83 | 7.00 | 5.11 | -0.75          | ns             | ns             | —              | ns             | 0.72           |
|                |      | V20GLG | 4.44                | 5.23 | 7.00 | 5.43 | -0.68          | nr             | ns             | —              | ns             | nr             |
|                |      | Van20  | 4.77                | 5.70 | 7.33 | 5.83 | -0.65          | ns             | ns             | —              | ns             | ns             |
| D <sub>u</sub> | 50   | Tot20  | 3.55                | 4.65 | 7.00 | 5.04 | -0.68          | ns             | ns             | ns             | —              | 0.79           |
|                |      | V20GLG | 4.10                | 5.44 | 6.97 | 5.46 | -0.71          | ns             | ns             | ns             | —              | ns             |
|                |      | Van20  | 4.20                | 6.25 | 7.50 | 5.92 | -0.74          | ns             | ns             | ns             | —              | ns             |
| H <sub>I</sub> | 27   | Tot20  | 3.50                | 6.35 | 7.14 | 5.83 | -1.47          | -0.81          | -0.75          | -0.72          | -0.79          | —              |
|                |      | V20GLG | 3.85                | 6.25 | 7.00 | 5.77 | -1.02          | -0.53          | nr             | nr             | ns             | —              |
|                |      | Van20  | 4.20                | 6.50 | 7.07 | 6.16 | -0.98          | nr             | ns             | ns             | ns             | —              |

## Fysisch-Geografische Secties

In de eerste tabel worden de codes en namen gegeven van de Fysisch-Geografische Secties, met het aantal boringen binnen die eenheid en de procentuele verdeling over de pH-profieltypen. De tabel met bandbreedte en significante verschillen hebben wij opgeknipt in twee delen.

Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Clusters FG-Sectie. Per Cluster FG-Sectie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| FG_Sectie  | pH-Profieltypen per FG_Sectie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      |      | Aantal |
|------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|------|--------|
|            | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |      |        |
| HzG        | 8                                 | 6  | 2  | 1  | 2    | -    | 8    | 6    | 24  | 42   | 224  |        |
| HzT        | 19                                | 11 | 2  | 2  | 15   | -    | 17   | 2    | 9   | 23   | 47   |        |
| HzS        | -                                 | -  | -  | 1  | -    | -    | 13   | 9    | 32  | 44   | 97   |        |
| HzD        | 10                                | 8  | 3  | 5  | 1    | -    | 15   | 10   | 15  | 33   | 378  |        |
| HzH        | -                                 | -  | 25 | 25 | -    | -    | -    | -    | 25  | 25   | 4    |        |
| HzB        | 41                                | 15 | 4  | 5  | 1    | -    | 16   | 5    | 4   | 6    | 401  |        |
| HzO        | 17                                | -  | 2  | 9  | 4    | -    | 32   | 6    | 11  | 19   | 47   |        |
| LvW        | 33                                | 21 | 7  | 8  | 1    | -    | 25   | 3    | 1   | -    | 72   |        |
| LvM        | 51                                | 4  | 3  | 6  | 4    | -    | 25   | 3    | 1   | 3    | 69   |        |
| LvR        | 39                                | 11 | 6  | 16 | 3    | -    | 21   | 4    | -   | -    | 70   |        |
| RiB        | 15                                | -  | -  | -  | 19   | 11   | 44   | 4    | 4   | 4    | 27   |        |
| RiU        | 12                                | -  | -  | -  | 88   | -    | -    | -    | -   | -    | 16   |        |
| RiP        | 31                                | -  | -  | 8  | 15   | -    | 8    | 8    | 15  | 15   | 13   |        |
| RiZ        | 30                                | 6  | 11 | 11 | -    | -    | 18   | 11   | 8   | 6    | 66   |        |
| ZkB        | 34                                | 15 | 3  | 6  | 7    | 1    | 30   | 2    | -   | 1    | 125  |        |
| ZkG        | -                                 | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 3    |        |
| DuB        | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1    |        |
| DuX        | 20                                | -  | -  | -  | 20   | 20   | -    | 40   | -   | -    | 5    |        |
| DuG        | -                                 | 7  | -  | -  | -    | -    | 7    | 13   | 33  | 40   | 15   |        |
| DuL        | 69                                | -  | -  | -  | 3    | 3    | 14   | 7    | 3   | -    | 29   |        |
| HIT        | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1    |        |
| HIH        | 65                                | 6  | -  | 12 | -    | -    | -    | -    | -   | 18   | 17   |        |
| HID        | 78                                | -  | -  | -  | -    | -    | 11   | -    | 11  | -    | 9    |        |
| Verdeling: | 25                                | 9  | 3  | 5  | 4    | 1    | 17   | 6    | 11  | 19   | 1736 |        |

Deel 1 Bandbreedte en verschillen voor FG-Secties binnen Hogere zandgronden (Hz) en Laagveengebieden (Lv).

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |       |      |       |      |      |      |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | HzG         | HzT  | HzS   | HzD   | HzH   | HzB  | HzO   | LvW  | LvM  | LvR  |
| HzG       | 224 | Tot20  | 3.00                | 3.80 | 5.50 | 3.98 | —           | 0.93 | ns    | ns    | ns    | 0.88 | 0.64  | 0.84 | 1.23 | 1.06 |
|           |     | V20GLG | 3.79                | 4.14 | 5.91 | 4.42 | —           | 0.80 | nr    | ns    | ns    | 0.81 | nr    | 0.61 | 0.93 | 0.94 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 7.00 | 4.78 | —           | 0.90 | nr    | nr    | ns    | 1.02 | nr    | 0.76 | 0.91 | 1.00 |
| HzT       | 47  | Tot20  | 3.50                | 4.70 | 7.00 | 4.91 | -0.93       | —    | -1.06 | -0.82 | -0.84 | ns   | ns    | ns   | ns   | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.98                | 5.08 | 6.85 | 5.22 | -0.80       | —    | -1.05 | -0.68 | -1.01 | ns   | nr    | ns   | ns   | ns   |
|           |     | Van20  | 4.00                | 5.50 | 7.50 | 5.68 | -0.90       | —    | -1.36 | -0.75 | -1.01 | ns   | -0.52 | ns   | ns   | ns   |
| HzS       | 97  | Tot20  | 3.00                | 3.80 | 4.70 | 3.85 | ns          | 1.06 | —     | nr    | ns    | 1.01 | 0.77  | 0.97 | 1.36 | 1.19 |
|           |     | V20GLG | 3.61                | 4.08 | 5.00 | 4.17 | nr          | 1.05 | —     | nr    | ns    | 1.06 | 0.64  | 0.86 | 1.18 | 1.19 |
|           |     | Van20  | 3.77                | 4.20 | 5.00 | 4.32 | nr          | 1.36 | —     | 0.61  | ns    | 1.48 | 0.84  | 1.22 | 1.37 | 1.46 |
| HzD       | 378 | Tot20  | 3.00                | 4.00 | 5.50 | 4.09 | ns          | 0.82 | nr    | —     | ns    | 0.77 | 0.53  | 0.73 | 1.12 | 0.95 |
|           |     | V20GLG | 3.67                | 4.34 | 6.18 | 4.54 | ns          | 0.68 | nr    | —     | ns    | 0.69 | nr    | nr   | 0.81 | 0.82 |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.60 | 7.00 | 4.93 | nr          | 0.75 | -0.61 | —     | ns    | 0.87 | ns    | 0.61 | 0.76 | 0.85 |
| HzH       | 4   | Tot20  | 3.81                | 3.95 | 4.51 | 4.07 | ns          | 0.84 | ns    | ns    | —     | ns   | ns    | ns   | 1.14 | 0.97 |
|           |     | V20GLG | 3.82                | 4.19 | 4.64 | 4.21 | ns          | 1.01 | ns    | ns    | —     | 1.02 | ns    | 0.82 | 1.14 | 1.15 |
|           |     | Van20  | 4.03                | 4.69 | 5.28 | 4.67 | ns          | 1.01 | ns    | ns    | —     | 1.13 | ns    | 0.87 | 1.02 | 1.11 |
| HzB       | 401 | Tot20  | 3.55                | 4.80 | 6.30 | 4.86 | -0.88       | ns   | -1.01 | -0.77 | ns    | —    | ns    | ns   | nr   | ns   |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 5.20 | 6.50 | 5.23 | -0.81       | ns   | -1.06 | -0.69 | -1.02 | —    | nr    | nr   | ns   | ns   |
|           |     | Van20  | 4.30                | 5.80 | 7.00 | 5.80 | -1.02       | ns   | -1.48 | -0.87 | -1.13 | —    | -0.64 | nr   | ns   | ns   |
| HzO       | 47  | Tot20  | 3.15                | 4.59 | 6.00 | 4.62 | -0.64       | ns   | -0.77 | -0.53 | ns    | ns   | —     | ns   | 0.59 | nr   |
|           |     | V20GLG | 3.88                | 4.75 | 6.36 | 4.81 | nr          | nr   | -0.64 | nr    | ns    | nr   | —     | ns   | 0.54 | 0.55 |
|           |     | Van20  | 4.13                | 5.00 | 6.91 | 5.16 | nr          | 0.52 | -0.84 | ns    | ns    | 0.64 | —     | nr   | 0.53 | 0.62 |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |     |       |       |       |     |       |     |     |     |  |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|--|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | H2G         | H2T | H2S   | H2D   | H2H   | H2B | H2O   | LvW | LvM | LvR |  |
| LvW       | 72 | Tot20  | 4.20                | 4.70 | 5.80 | 4.82 | -0.84       | ns  | -0.97 | -0.73 | ns    | ns  | ns    | —   | nr  | ns  |  |
|           |    | V20GLG | 4.34                | 5.01 | 5.90 | 5.03 | -0.61       | ns  | -0.86 | nr    | -0.82 | nr  | ns    | —   | nr  | nr  |  |
|           |    | Van20  | 5.00                | 5.40 | 6.29 | 5.54 | -0.76       | ns  | -1.22 | -0.61 | -0.87 | nr  | nr    | —   | ns  | ns  |  |
| LvM       | 69 | Tot20  | 4.04                | 5.00 | 6.87 | 5.21 | -1.23       | ns  | -1.36 | -1.12 | -1.14 | nr  | -0.59 | nr  | —   | ns  |  |
|           |    | V20GLG | 4.18                | 5.28 | 6.93 | 5.35 | -0.93       | ns  | -1.18 | -0.81 | -1.14 | ns  | -0.54 | nr  | —   | ns  |  |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.60 | 7.00 | 5.69 | -0.91       | ns  | -1.37 | -0.76 | -1.02 | ns  | -0.53 | ns  | —   | ns  |  |
| LvR       | 70 | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.85 | 5.04 | -1.06       | ns  | -1.19 | -0.95 | -0.97 | ns  | nr    | ns  | ns  | —   |  |
|           |    | V20GLG | 4.58                | 5.06 | 6.96 | 5.36 | -0.94       | ns  | -1.19 | -0.82 | -1.15 | ns  | -0.55 | nr  | ns  | —   |  |
|           |    | Van20  | 5.00                | 5.55 | 7.00 | 5.78 | -1.00       | ns  | -1.46 | -0.85 | -1.11 | ns  | -0.62 | ns  | ns  | —   |  |

Deel 2 Bandbreedte en verschillen voor FG-Secties binnen Rivierengebied (Ri), Zeekleigebied (Zk), Duin- en kustzandgebieden (Du) en Heuvelland (Hl).

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | RiB         | RiU  | RiP   | RiZ   | ZkB   | ZkG  | DuX   | DuG   | DuL   | HIH   | HID   |
| RiB       | 27  | Tot20  | 4.08                | 5.00 | 6.41 | 5.06 | —           | 1.53 | ns    | ns    | ns    | 2.17 | ns    | -1.20 | 0.60  | 0.76  | 1.04  |
|           |     | V20GLG | 4.38                | 5.48 | 6.65 | 5.62 | —           | 1.13 | -0.54 | -0.65 | ns    | 1.44 | ns    | -1.31 | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 5.06                | 6.00 | 7.35 | 6.17 | —           | 0.77 | -0.62 | -0.78 | nr    | ns   | ns    | -1.30 | ns    | ns    | ns    |
| RiU       | 16  | Tot20  | 5.87                | 6.50 | 7.05 | 6.59 | -1.53       | —    | -1.64 | -1.85 | -1.53 | ns   | -1.69 | -2.73 | -0.93 | -0.77 | ns    |
|           |     | V20GLG | 6.26                | 6.76 | 7.06 | 6.75 | -1.13       | —    | -1.67 | -1.78 | -1.36 | ns   | ns    | -2.44 | -0.80 | -1.01 | -0.72 |
|           |     | Van20  | 6.47                | 7.00 | 7.50 | 6.94 | -0.77       | —    | -1.39 | -1.55 | -1.14 | ns   | ns    | -2.07 | -0.59 | -0.78 | ns    |
| RiP       | 13  | Tot20  | 3.57                | 4.96 | 6.88 | 4.95 | ns          | 1.64 | —     | ns    | ns    | 2.28 | ns    | -1.09 | 0.71  | 0.87  | 1.15  |
|           |     | V20GLG | 4.02                | 5.00 | 6.68 | 5.08 | 0.54        | 1.67 | —     | ns    | ns    | 1.98 | 0.94  | -0.77 | 0.87  | 0.66  | 0.95  |
|           |     | Van20  | 4.18                | 5.00 | 7.40 | 5.55 | 0.62        | 1.39 | —     | ns    | ns    | 1.62 | 1.05  | -0.68 | 0.80  | ns    | 0.83  |
| RiZ       | 66  | Tot20  | 3.76                | 4.53 | 6.30 | 4.74 | ns          | 1.85 | ns    | —     | nr    | 2.49 | ns    | -0.88 | 0.92  | 1.08  | 1.36  |
|           |     | V20GLG | 4.15                | 4.86 | 6.49 | 4.97 | 0.65        | 1.78 | ns    | —     | nr    | 2.09 | 1.05  | -0.66 | 0.98  | 0.77  | 1.06  |
|           |     | Van20  | 4.33                | 5.45 | 6.58 | 5.39 | 0.78        | 1.55 | ns    | —     | nr    | 1.78 | 1.21  | -0.52 | 0.96  | 0.77  | 0.99  |
| ZkB       | 125 | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.98 | 5.06 | ns          | 1.53 | ns    | nr    | —     | 2.17 | ns    | -1.20 | 0.60  | 0.76  | 1.04  |
|           |     | V20GLG | 4.44                | 5.21 | 6.74 | 5.39 | ns          | 1.36 | ns    | nr    | —     | 1.67 | ns    | -1.08 | 0.56  | ns    | 0.64  |
|           |     | Van20  | 4.74                | 5.60 | 7.20 | 5.80 | nr          | 1.14 | ns    | nr    | —     | 1.37 | 0.80  | -0.93 | 0.55  | ns    | ns    |
| ZkG       | 3   | Tot20  | 7.02                | 7.19 | 7.47 | 7.23 | -2.17       | ns   | -2.28 | -2.49 | -2.17 | —    | -2.33 | -3.37 | -1.57 | -1.41 | -1.13 |
|           |     | V20GLG | 7.00                | 7.00 | 7.16 | 7.06 | -1.44       | ns   | -1.98 | -2.09 | -1.67 | —    | -1.04 | -2.75 | -1.11 | -1.32 | -1.03 |
|           |     | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.45 | 7.17 | ns          | ns   | -1.62 | -1.78 | -1.37 | —    | ns    | -2.30 | ns    | ns    | ns    |
| DuX       | 5   | Tot20  | 4.12                | 4.20 | 6.60 | 4.90 | ns          | 1.69 | ns    | ns    | ns    | 2.33 | —     | -1.04 | ns    | 0.92  | 1.20  |
|           |     | V20GLG | 5.22                | 6.00 | 6.91 | 6.02 | ns          | ns   | -0.94 | -1.05 | ns    | 1.04 | —     | -1.71 | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 5.60                | 7.00 | 7.40 | 6.60 | ns          | ns   | -1.05 | -1.21 | -0.80 | ns   | —     | -1.73 | ns    | ns    | ns    |
| DuG       | 15  | Tot20  | 3.50                | 4.00 | 4.33 | 3.86 | 1.20        | 2.73 | 1.09  | 0.88  | 1.20  | 3.37 | 1.04  | —     | 1.80  | 1.96  | 2.24  |
|           |     | V20GLG | 4.03                | 4.18 | 4.96 | 4.31 | 1.31        | 2.44 | 0.77  | 0.66  | 1.08  | 2.75 | 1.71  | —     | 1.64  | 1.43  | 1.72  |
|           |     | Van20  | 4.20                | 4.30 | 6.65 | 4.87 | 1.30        | 2.07 | 0.68  | 0.52  | 0.93  | 2.30 | 1.73  | —     | 1.48  | 1.29  | 1.51  |
| DuL       | 29  | Tot20  | 4.04                | 6.00 | 7.00 | 5.66 | -0.60       | 0.93 | -0.71 | -0.92 | -0.60 | 1.57 | ns    | -1.80 | —     | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.55                | 6.00 | 7.15 | 5.95 | ns          | 0.80 | -0.87 | -0.98 | -0.56 | 1.11 | ns    | -1.64 | —     | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 4.88                | 6.70 | 7.50 | 6.35 | ns          | 0.59 | -0.80 | -0.96 | -0.55 | ns   | ns    | -1.48 | —     | ns    | ns    |
| HIH       | 17  | Tot20  | 3.48                | 6.60 | 7.26 | 5.82 | -0.76       | 0.77 | -0.87 | -1.08 | -0.76 | 1.41 | -0.92 | -1.96 | ns    | —     | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.77                | 6.25 | 7.00 | 5.74 | ns          | 1.01 | -0.66 | -0.77 | ns    | 1.32 | ns    | -1.43 | ns    | —     | ns    |
|           |     | Van20  | 4.10                | 6.60 | 7.32 | 6.16 | ns          | 0.78 | ns    | -0.77 | ns    | ns   | ns    | -1.29 | ns    | —     | ns    |
| HID       | 9   | Tot20  | 4.64                | 6.35 | 6.90 | 6.10 | -1.04       | ns   | -1.15 | -1.36 | -1.04 | 1.13 | -1.20 | -2.24 | ns    | ns    | —     |
|           |     | V20GLG | 4.74                | 6.38 | 6.68 | 6.03 | ns          | 0.72 | -0.95 | -1.06 | -0.64 | 1.03 | ns    | -1.72 | ns    | ns    | —     |
|           |     | Van20  | 4.96                | 6.50 | 7.00 | 6.38 | ns          | ns   | -0.83 | -0.99 | ns    | ns   | ns    | -1.51 | ns    | ns    | —     |

## Fysisch-Geografische Series

In de eerste tabel worden de codes en namen gegeven van de Fysisch-Geografische Series, met het aantal boringen binnen die eenheid en de procentuele verdeling van de pH-profieltypen waar deze toe gerekend worden. De tabel met bandbreedte en significante verschillen hebben wij opgeknipt in twee delen.

*Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Clusters FG-Serie. Per Cluster FG-Serie is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.*

| FG_Serie | pH-Profieltypen per FG_Serie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|----------|----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|          | Kw                               | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| HzGSI    | 1                                | 6  | 1  | 1  | 2    | -    | 7    | 7    | 20  | 53   | 83     |
| HzGSa    | 9                                | -  | 1  | -  | 3    | -    | 13   | 6    | 28  | 40   | 68     |
| HzGPI    | 32                               | 16 | -  | 3  | 3    | 3    | 10   | 3    | 10  | 19   | 31     |
| HzGPa    | -                                | 3  | 3  | -  | -    | -    | -    | 8    | 36  | 50   | 36     |
| HzGK     | -                                | 33 | 17 | -  | -    | -    | 17   | -    | 33  | -    | 6      |
| HzTL     | 11                               | 22 | -  | -  | -    | -    | 44   | -    | -   | 22   | 9      |
| HzTA     | 20                               | 10 | 5  | 5  | 10   | -    | 10   | 5    | 5   | 30   | 20     |
| HzTG     | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 50  | 50   | 6      |
| HzTK     | 67                               | 33 | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| HzSD     | -                                | -  | -  | 2  | -    | -    | 2    | 2    | 36  | 58   | 53     |
| HzSL     | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | 29   | 19   | 26  | 26   | 42     |
| HzSX     | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| HzSLa    | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 1      |
| HzDA     | 3                                | 2  | -  | 2  | 3    | -    | 12   | 9    | 21  | 48   | 66     |
| HzDL     | 18                               | 28 | 3  | 3  | -    | 2    | 3    | 18   | 5   | 18   | 60     |
| HzDV     | 9                                | 5  | 5  | 5  | -    | -    | 18   | 8    | 16  | 34   | 238    |
| HzDG     | 25                               | 17 | -  | 17 | -    | -    | 17   | 25   | -   | -    | 12     |
| HzHO     | -                                | -  | 25 | 25 | -    | -    | -    | -    | 25  | 25   | 4      |
| HzBB     | 49                               | 12 | 6  | 6  | 3    | -    | 15   | 4    | 3   | 3    | 159    |
| HzBN     | 39                               | 18 | 5  | 7  | 1    | -    | 11   | 5    | 5   | 9    | 150    |
| HzBV     | 34                               | 21 | 2  | -  | -    | -    | 31   | 6    | 3   | 3    | 62     |
| HzBD     | 30                               | 3  | -  | 3  | 3    | 3    | 17   | 10   | 13  | 17   | 30     |
| HzOZ     | 12                               | -  | 3  | 9  | 3    | -    | 34   | 9    | 9   | 19   | 32     |
| HzOB     | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | 33   | -    | 17  | 50   | 6      |
| HzOL     | 44                               | -  | -  | 11 | 11   | -    | 22   | -    | 11  | -    | 9      |
| LvWK     | 33                               | 21 | 7  | 8  | 1    | -    | 25   | 3    | 1   | -    | 72     |
| LvMP     | 51                               | 4  | 3  | 6  | 4    | -    | 25   | 3    | 1   | 3    | 69     |
| LvRD     | 50                               | 12 | 25 | -  | -    | -    | 12   | -    | -   | -    | 8      |
| LvRO     | 37                               | 11 | 3  | 18 | 3    | -    | 23   | 5    | -   | -    | 62     |
| RiBR     | 11                               | -  | -  | -  | 22   | 33   | -    | 11   | 11  | 11   | 9      |
| RiBV     | 18                               | -  | -  | -  | 12   | -    | 71   | -    | -   | -    | 17     |
| RiBG     | -                                | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 1      |
| RiUR     | -                                | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| RiUV     | 17                               | -  | -  | -  | 83   | -    | -    | -    | -   | -    | 6      |
| RiUG     | 14                               | -  | -  | -  | 86   | -    | -    | -    | -   | -    | 7      |
| RiPR     | -                                | -  | -  | -  | 25   | -    | 25   | -    | 25  | 25   | 4      |
| RiPV     | -                                | -  | -  | -  | 33   | -    | -    | -    | 33  | 33   | 3      |
| RiPG     | 67                               | -  | -  | 17 | -    | -    | -    | 17   | -   | -    | 6      |
| RiZD     | -                                | -  | -  | 33 | -    | -    | 33   | -    | 33  | -    | 3      |
| RiZN     | 13                               | 6  | 16 | 3  | -    | -    | 29   | 16   | 6   | 10   | 31     |
| RiZV     | 45                               | 9  | 9  | 14 | -    | -    | 5    | 9    | 5   | 5    | 22     |
| RiZW     | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1      |
| RiZL     | 67                               | -  | -  | 22 | -    | -    | -    | -    | 11  | -    | 9      |
| ZkBR     | 11                               | -  | -  | 11 | -    | -    | 67   | 11   | -   | -    | 9      |
| ZkBV     | 33                               | 18 | 3  | 6  | 6    | 1    | 31   | 2    | -   | -    | 102    |

| FG_Serie   | pH-Profieltypen per FG_Serie (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------|----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|            | Kw                               | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| ZkBG       | 57                               | 7  | 7  | -  | 21   | -    | -    | -    | -   | 7    | 14     |
| ZkGB       | -                                | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| DuBK       | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1      |
| DuXK       | 20                               | -  | -  | -  | 20   | 20   | -    | 40   | -   | -    | 5      |
| DuGK       | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 15   | 38  | 46   | 13     |
| DuGO       | -                                | 50 | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| DuLS       | 69                               | -  | -  | -  | 3    | 3    | 14   | 7    | 3   | -    | 29     |
| HITZ       | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| HIHL       | 79                               | 7  | -  | 14 | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 14     |
| HIHZ       | -                                | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 3      |
| HIDB       | 100                              | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 2      |
| HIDD       | 71                               | -  | -  | -  | -    | -    | 14   | -    | 14  | -    | 7      |
| HzT        | 22                               | -  | -  | -  | 56   | -    | 22   | -    | -   | -    | 9      |
| HzD        | -                                | -  | -  | -  | 50   | -    | -    | -    | -   | 50   | 2      |
| Verdeling: | 25                               | 9  | 3  | 5  | 4    | 1    | 17   | 6    | 11  | 19   | 1736   |

Deel 1 Bandbreedte en verschillen voor FG-Series binnen Hogere zandgronden (Hz).

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | HzGSI       | HzGSa | HzGPI | HzGPa | HzGK  | HzTL  | HzTA  | HzTG  | HzTK | HzSD  | HzSL  | HzDA  | HzDL  | HzDV  | HzDG  | HzHO  | HzBB  | HzBN  | HzBV  | HzBD  | HzOZ  | HzOB  | HzOL  |  |  |  |  |  |
| HzGSI     | 83 | Tot20  | 3.11                | 3.65 | 4.98 | 3.83 | —           | ns    | 0.88  | ns    | 0.65  | 0.70  | 0.93  | ns    | 1.67 | ns    | ns    | ns    | nr    | nr    | 0.81  | ns    | 1.28  | 0.88  | 0.93  | 0.68  | 0.73  | ns    | 1.29  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.81                | 4.11 | 5.44 | 4.26 | —           | ns    | 1.01  | ns    | ns    | 0.79  | 0.78  | ns    | 2.42 | nr    | ns    | ns    | 0.80  | nr    | 0.86  | ns    | 1.13  | 0.92  | 0.89  | 0.62  | nr    | ns    | 1.22  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.30 | 6.47 | 4.60 | —           | ns    | 1.32  | ns    | 0.67  | 1.07  | 0.79  | ns    | 2.73 | nr    | ns    | ns    | 1.32  | ns    | 0.82  | ns    | 1.34  | 1.18  | 1.11  | 0.75  | 0.51  | ns    | 1.17  |  |  |  |  |  |
| HzGSa     | 68 | Tot20  | 2.90                | 3.80 | 5.47 | 3.94 | ns          | —     | 0.77  | ns    | ns    | 0.59  | 0.82  | ns    | 1.56 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.70  | ns    | 1.17  | 0.77  | 0.82  | 0.57  | 0.62  | ns    | 1.18  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.71                | 4.14 | 5.56 | 4.37 | ns          | —     | 0.90  | ns    | ns    | 0.68  | 0.67  | ns    | 2.31 | nr    | ns    | ns    | 0.69  | ns    | 0.75  | ns    | 1.02  | 0.81  | 0.78  | 0.51  | nr    | ns    | 1.11  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.30 | 5.93 | 4.64 | ns          | —     | 1.28  | ns    | ns    | 1.03  | 0.75  | ns    | 2.69 | nr    | ns    | ns    | 1.28  | ns    | 0.78  | ns    | 1.30  | 1.14  | 1.07  | 0.71  | nr    | ns    | 1.13  |  |  |  |  |  |
| HzGPI     | 31 | Tot20  | 3.35                | 4.60 | 6.50 | 4.71 | -0.88       | -0.77 | —     | -1.01 | ns    | ns    | ns    | -0.96 | ns   | -1.02 | -0.67 | -0.86 | -0.58 | -0.60 | ns    | ns    | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.91                | 5.61 | 6.81 | 5.27 | -1.01       | -0.90 | —     | -1.14 | -0.77 | ns    | ns    | -1.19 | 1.41 | -1.27 | -0.89 | -1.00 | ns    | -0.83 | ns    | -1.06 | ns    | ns    | ns    | nr    | -0.55 | -0.98 | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.20                | 6.50 | 7.50 | 5.92 | -1.32       | -1.28 | —     | -1.53 | ns    | ns    | -0.53 | -1.57 | 1.41 | -1.77 | -1.39 | -1.34 | ns    | -1.17 | ns    | -1.25 | ns    | ns    | ns    | -0.57 | -0.81 | -1.35 | ns    |  |  |  |  |  |
| HzGPa     | 36 | Tot20  | 3.23                | 3.70 | 4.08 | 3.70 | ns          | ns    | 1.01  | —     | 0.78  | 0.83  | 1.06  | ns    | 1.80 | ns    | nr    | ns    | nr    | nr    | 0.94  | ns    | 1.41  | 1.01  | 1.06  | 0.81  | 0.86  | ns    | 1.42  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.88                | 4.11 | 4.49 | 4.13 | ns          | ns    | 1.14  | —     | ns    | 0.92  | 0.91  | ns    | 2.55 | ns    | ns    | ns    | 0.93  | nr    | 0.99  | ns    | 1.26  | 1.05  | 1.02  | 0.75  | 0.59  | ns    | 1.35  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.30 | 5.15 | 4.39 | ns          | ns    | 1.53  | —     | 0.88  | 1.28  | 1.00  | ns    | 2.94 | ns    | ns    | ns    | 1.53  | nr    | 1.03  | ns    | 1.55  | 1.39  | 1.32  | 0.96  | 0.72  | ns    | 1.38  |  |  |  |  |  |
| HzGK      | 6  | Tot20  | 4.05                | 4.35 | 5.25 | 4.48 | -0.65       | ns    | ns    | -0.78 | —     | ns    | ns    | ns    | ns   | -0.79 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.63  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 4.16                | 4.43 | 4.91 | 4.50 | ns          | ns    | 0.77  | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 2.18 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.89  | 0.68  | 0.65  | ns    | ns    | ns    | 0.98  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.40 | 5.95 | 5.27 | -0.67       | ns    | ns    | -0.88 | —     | ns    | ns    | -0.92 | 2.06 | -1.12 | -0.74 | -0.69 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.67  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |  |  |  |  |  |
| HzTL      | 9  | Tot20  | 3.58                | 4.70 | 5.18 | 4.53 | -0.70       | -0.59 | ns    | -0.83 | ns    | —     | ns    | ns    | ns   | -0.84 | ns    | -0.68 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.58  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 4.05                | 5.09 | 6.03 | 5.05 | -0.79       | -0.68 | ns    | -0.92 | ns    | —     | ns    | -0.97 | 1.63 | -1.05 | -0.67 | -0.78 | ns    | -0.61 | ns    | -0.84 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.76 | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.20                | 5.50 | 7.16 | 5.67 | -1.07       | -1.03 | ns    | -1.28 | ns    | —     | ns    | -1.32 | 1.66 | -1.52 | -1.14 | -1.09 | ns    | -0.92 | ns    | -1.00 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | -1.10 | ns    |  |  |  |  |  |
| HzTA      | 20 | Tot20  | 3.47                | 4.60 | 6.81 | 4.76 | -0.93       | -0.82 | ns    | -1.06 | ns    | ns    | —     | -1.01 | ns   | -1.07 | -0.72 | -0.91 | -0.63 | -0.65 | ns    | ns    | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.95                | 4.68 | 6.75 | 5.04 | -0.78       | -0.67 | ns    | -0.91 | ns    | ns    | —     | -0.96 | 1.64 | -1.04 | -0.66 | -0.77 | ns    | -0.60 | ns    | -0.83 | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.75 | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.00                | 5.10 | 7.03 | 5.39 | -0.79       | -0.75 | 0.53  | -1.00 | ns    | ns    | —     | -1.04 | 1.94 | -1.24 | -0.86 | -0.81 | 0.53  | -0.64 | ns    | ns    | 0.55  | nr    | ns    | ns    | ns    | -0.82 | ns    |  |  |  |  |  |
| HzTG      | 6  | Tot20  | 3.50                | 3.75 | 4.00 | 3.75 | ns          | ns    | 0.96  | ns    | ns    | ns    | 1.01  | —     | 1.75 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.89  | ns    | 1.36  | 0.96  | 1.01  | 0.76  | 0.81  | ns    | 1.37  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 4.00                | 4.06 | 4.20 | 4.08 | ns          | ns    | 1.19  | ns    | ns    | 0.97  | 0.96  | —     | 2.60 | ns    | ns    | ns    | 0.98  | ns    | 1.04  | ns    | 1.31  | 1.10  | 1.07  | 0.80  | 0.64  | ns    | 1.40  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.05                | 4.30 | 4.73 | 4.35 | ns          | ns    | 1.57  | ns    | 0.92  | 1.32  | 1.04  | —     | 2.98 | ns    | ns    | ns    | 1.57  | ns    | 1.07  | ns    | 1.59  | 1.43  | 1.36  | 1.00  | 0.76  | ns    | 1.42  |  |  |  |  |  |
| HzTK      | 3  | Tot20  | 4.57                | 5.20 | 6.64 | 5.50 | -1.67       | -1.56 | ns    | -1.80 | ns    | ns    | ns    | -1.75 | —    | -1.81 | -1.46 | -1.65 | -1.37 | -1.39 | ns    | -1.43 | ns    | ns    | ns    | -0.99 | -0.94 | -1.33 | ns    |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 6.42                | 6.56 | 7.02 | 6.68 | -2.42       | -2.31 | -1.41 | -2.55 | -2.18 | -1.63 | -1.64 | -2.60 | —    | -2.68 | -2.30 | -2.41 | -1.62 | -2.24 | -1.56 | -2.47 | -1.29 | -1.50 | -1.53 | -1.80 | -1.96 | -2.39 | -1.20 |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 7.05                | 7.50 | 7.50 | 7.33 | -2.73       | -2.69 | -1.41 | -2.94 | -2.06 | -1.66 | -1.94 | -2.98 | —    | -3.18 | -2.80 | -2.75 | -1.41 | -2.58 | -1.91 | -2.66 | -1.39 | -1.55 | -1.62 | -1.98 | -2.22 | -2.76 | -1.56 |  |  |  |  |  |
| HzSD      | 53 | Tot20  | 3.00                | 3.64 | 4.58 | 3.69 | ns          | ns    | 1.02  | ns    | 0.79  | 0.84  | 1.07  | ns    | 1.81 | —     | nr    | ns    | nr    | nr    | 0.95  | ns    | 1.42  | 1.02  | 1.07  | 0.82  | 0.87  | ns    | 1.43  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.50                | 4.00 | 4.45 | 4.00 | nr          | nr    | 1.27  | ns    | ns    | 1.05  | 1.04  | ns    | 2.68 | —     | nr    | nr    | 1.06  | nr    | 1.12  | ns    | 1.39  | 1.18  | 1.15  | 0.88  | 0.72  | ns    | 1.48  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 3.62                | 4.19 | 4.76 | 4.15 | nr          | nr    | 1.77  | ns    | 1.12  | 1.52  | 1.24  | ns    | 3.18 | —     | nr    | nr    | 1.77  | 0.60  | 1.27  | ns    | 1.79  | 1.63  | 1.56  | 1.20  | 0.96  | ns    | 1.62  |  |  |  |  |  |
| HzSL      | 42 | Tot20  | 3.25                | 4.00 | 4.70 | 4.04 | ns          | ns    | 0.67  | nr    | ns    | ns    | 0.72  | ns    | 1.46 | nr    | —     | ns    | ns    | ns    | 0.60  | ns    | 1.07  | 0.67  | 0.72  | nr    | 0.52  | ns    | 1.08  |  |  |  |  |  |
|           |    | V20GLG | 3.88                | 4.24 | 5.02 | 4.38 | ns          | ns    | 0.89  | ns    | ns    | 0.67  | 0.66  | ns    | 2.30 | nr    | —     | ns    | 0.68  | ns    | 0.74  | ns    | 1.01  | 0.80  | 0.77  | 0.50  | nr    | ns    | 1.10  |  |  |  |  |  |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.50 | 5.20 | 4.53 | ns          | ns    | 1.39  | ns    | 0.74  | 1.14  | 0.86  | ns    | 2.80 | nr    | —     | ns    | 1.39  | ns    | 0.89  | ns    | 1.41  | 1.25  | 1.18  | 0.82  | 0.58  | ns    | 1.24  |  |  |  |  |  |

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |      |  |  |  |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|--|--|--|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | HzGSI       | HzGSa | HzGPI | HzGPa | HzGK  | HzTL  | HzTA  | HzTG  | HzTK | HzSD  | HzSL  | HzDA  | HzDL  | HzDV  | HzDG  | HzHO  | HzBB | HzBN | HzBV | HzBD  | HzOZ  | HzOB  | HzOL |  |  |  |
| HzDA      | 66  | Tot20  | 3.00                | 3.60 | 5.80 | 3.85 | ns          | ns    | 0.86  | ns    | ns    | 0.68  | 0.91  | ns    | 1.65 | ns    | ns    | —     | nr    | nr    | 0.79  | ns    | 1.26 | 0.86 | 0.91 | 0.66  | 0.71  | ns    | 1.27 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.57                | 4.13 | 5.55 | 4.27 | ns          | ns    | 1.00  | ns    | ns    | 0.78  | 0.77  | ns    | 2.41 | nr    | ns    | —     | 0.79  | ns    | 0.85  | ns    | 1.12 | 0.91 | 0.88 | 0.61  | nr    | ns    | 1.21 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 6.48 | 4.58 | ns          | ns    | 1.34  | ns    | 0.69  | 1.09  | 0.81  | ns    | 2.75 | nr    | ns    | —     | 1.34  | ns    | 0.84  | ns    | 1.36 | 1.20 | 1.13 | 0.77  | 0.53  | ns    | 1.19 |  |  |  |
| HzDL      | 60  | Tot20  | 3.14                | 4.00 | 5.52 | 4.13 | nr          | ns    | 0.58  | nr    | ns    | ns    | 0.63  | ns    | 1.37 | nr    | ns    | nr    | —     | ns    | 0.51  | ns    | 0.98 | 0.58 | 0.63 | nr    | nr    | ns    | 0.99 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.93                | 5.12 | 6.39 | 5.06 | -0.80       | -0.69 | ns    | -0.93 | ns    | ns    | ns    | -0.98 | 1.62 | -1.06 | -0.68 | -0.79 | —     | -0.62 | ns    | -0.85 | nr   | ns   | ns   | ns    | nr    | -0.77 | ns   |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.00                | 6.45 | 7.50 | 5.92 | -1.32       | -1.28 | ns    | -1.53 | ns    | ns    | -0.53 | -1.57 | 1.41 | -1.77 | -1.39 | -1.34 | —     | -1.17 | -0.50 | -1.25 | ns   | ns   | ns   | -0.57 | -0.81 | -1.35 | ns   |  |  |  |
| HzDV      | 238 | Tot20  | 3.00                | 4.00 | 5.50 | 4.11 | nr          | ns    | 0.60  | nr    | ns    | ns    | 0.65  | ns    | 1.39 | nr    | ns    | nr    | ns    | —     | 0.53  | ns    | 1.00 | 0.60 | 0.65 | nr    | nr    | ns    | 1.01 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.67                | 4.31 | 5.55 | 4.44 | nr          | ns    | 0.83  | nr    | ns    | 0.61  | 0.60  | ns    | 2.24 | nr    | ns    | ns    | 0.62  | —     | 0.68  | ns    | 0.95 | 0.74 | 0.71 | nr    | nr    | ns    | 1.04 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.50 | 6.50 | 4.75 | ns          | ns    | 1.17  | nr    | ns    | 0.92  | 0.64  | ns    | 2.58 | -0.60 | ns    | ns    | 1.17  | —     | 0.67  | ns    | 1.19 | 1.03 | 0.96 | 0.60  | nr    | ns    | 1.02 |  |  |  |
| HzDG      | 12  | Tot20  | 4.06                | 4.50 | 5.28 | 4.64 | -0.81       | -0.70 | ns    | -0.94 | ns    | ns    | ns    | -0.89 | ns   | -0.95 | -0.60 | -0.79 | -0.51 | -0.53 | —     | ns    | nr   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns   |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.32                | 5.22 | 5.89 | 5.12 | -0.86       | -0.75 | ns    | -0.99 | ns    | ns    | ns    | -1.04 | 1.56 | -1.12 | -0.74 | -0.85 | ns    | -0.68 | —     | -0.91 | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | -0.83 | ns   |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.60 | 6.00 | 5.42 | -0.82       | -0.78 | ns    | -1.03 | ns    | ns    | ns    | -1.07 | 1.91 | -1.27 | -0.89 | -0.84 | 0.50  | -0.67 | —     | ns    | 0.52 | ns   | ns   | ns    | ns    | -0.85 | ns   |  |  |  |
| HzHO      | 4   | Tot20  | 3.81                | 3.95 | 4.51 | 4.07 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.43 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.04 | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | 1.05 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.82                | 4.19 | 4.64 | 4.21 | ns          | ns    | 1.06  | ns    | ns    | 0.84  | 0.83  | ns    | 2.47 | ns    | ns    | ns    | 0.85  | ns    | 0.91  | —     | 1.18 | 0.97 | 0.94 | ns    | ns    | ns    | 1.27 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.03                | 4.69 | 5.28 | 4.67 | ns          | ns    | 1.25  | ns    | ns    | 1.00  | ns    | ns    | 2.66 | ns    | ns    | ns    | 1.25  | ns    | ns    | —     | 1.27 | 1.11 | 1.04 | ns    | ns    | ns    | 1.10 |  |  |  |
| HzBB      | 159 | Tot20  | 3.89                | 5.00 | 6.50 | 5.11 | -1.28       | -1.17 | nr    | -1.41 | -0.63 | -0.58 | nr    | -1.36 | ns   | -1.42 | -1.07 | -1.26 | -0.98 | -1.00 | nr    | -1.04 | —    | nr   | nr   | -0.60 | -0.55 | -0.94 | ns   |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.26                | 5.36 | 6.57 | 5.39 | -1.13       | -1.02 | ns    | -1.26 | -0.89 | ns    | nr    | -1.31 | 1.29 | -1.39 | -1.01 | -1.12 | nr    | -0.95 | ns    | -1.18 | —    | nr   | nr   | -0.51 | -0.67 | -1.10 | ns   |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.50                | 6.00 | 7.00 | 5.94 | -1.34       | -1.30 | ns    | -1.55 | -0.67 | ns    | -0.55 | -1.59 | 1.39 | -1.79 | -1.41 | -1.36 | ns    | -1.19 | -0.52 | -1.27 | —    | ns   | nr   | -0.59 | -0.83 | -1.37 | ns   |  |  |  |
| HzBN      | 150 | Tot20  | 3.48                | 4.70 | 6.00 | 4.71 | -0.88       | -0.77 | ns    | -1.01 | ns    | ns    | ns    | -0.96 | ns   | -1.02 | -0.67 | -0.86 | -0.58 | -0.60 | ns    | ns    | nr   | —    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns   |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.94                | 5.21 | 6.47 | 5.18 | -0.92       | -0.81 | ns    | -1.05 | -0.68 | ns    | ns    | -1.10 | 1.50 | -1.18 | -0.80 | -0.91 | ns    | -0.74 | ns    | -0.97 | nr   | —    | ns   | nr    | nr    | -0.89 | ns   |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.15                | 5.80 | 7.00 | 5.78 | -1.18       | -1.14 | ns    | -1.39 | ns    | ns    | nr    | -1.43 | 1.55 | -1.63 | -1.25 | -1.20 | ns    | -1.03 | ns    | -1.11 | ns   | —    | ns   | nr    | -0.67 | -1.21 | ns   |  |  |  |
| HzBV      | 62  | Tot20  | 3.62                | 4.72 | 5.99 | 4.76 | -0.93       | -0.82 | ns    | -1.06 | ns    | ns    | ns    | -1.01 | ns   | -1.07 | -0.72 | -0.91 | -0.63 | -0.65 | ns    | ns    | nr   | ns   | —    | ns    | ns    | ns    | ns   |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.24                | 5.05 | 6.20 | 5.15 | -0.89       | -0.78 | ns    | -1.02 | -0.65 | ns    | ns    | -1.07 | 1.53 | -1.15 | -0.77 | -0.88 | ns    | -0.71 | ns    | -0.94 | nr   | ns   | —    | ns    | nr    | -0.86 | ns   |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.51                | 5.50 | 7.00 | 5.71 | -1.11       | -1.07 | ns    | -1.32 | ns    | ns    | ns    | -1.36 | 1.62 | -1.56 | -1.18 | -1.13 | ns    | -0.96 | ns    | -1.04 | nr   | ns   | —    | nr    | -0.60 | -1.14 | ns   |  |  |  |
| HzBD      | 30  | Tot20  | 3.28                | 4.40 | 5.91 | 4.51 | -0.68       | -0.57 | ns    | -0.81 | ns    | ns    | ns    | -0.76 | 0.99 | -0.82 | nr    | -0.66 | nr    | nr    | ns    | ns    | 0.60 | ns   | ns   | —     | ns    | ns    | 0.61 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 4.65 | 6.02 | 4.88 | -0.62       | -0.51 | nr    | -0.75 | ns    | ns    | ns    | -0.80 | 1.80 | -0.88 | -0.50 | -0.61 | ns    | nr    | ns    | ns    | 0.51 | nr   | ns   | —     | ns    | ns    | 0.60 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.95 | 7.28 | 5.35 | -0.75       | -0.71 | 0.57  | -0.96 | ns    | ns    | ns    | -1.00 | 1.98 | -1.20 | -0.82 | -0.77 | 0.57  | -0.60 | ns    | ns    | 0.59 | nr   | nr   | —     | ns    | -0.78 | ns   |  |  |  |
| HzOZ      | 32  | Tot20  | 3.14                | 4.50 | 6.00 | 4.56 | -0.73       | -0.62 | ns    | -0.86 | ns    | ns    | ns    | -0.81 | 0.94 | -0.87 | -0.52 | -0.71 | nr    | nr    | ns    | ns    | 0.55 | ns   | ns   | ns    | —     | ns    | ns   |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.76                | 4.67 | 5.82 | 4.72 | nr          | nr    | 0.55  | -0.59 | ns    | ns    | ns    | -0.64 | 1.96 | -0.72 | nr    | nr    | nr    | nr    | ns    | ns    | 0.67 | nr   | nr   | ns    | —     | ns    | 0.76 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.15                | 5.00 | 6.32 | 5.11 | -0.51       | nr    | 0.81  | -0.72 | ns    | ns    | ns    | -0.76 | 2.22 | -0.96 | -0.58 | -0.53 | 0.81  | nr    | ns    | ns    | 0.83 | 0.67 | 0.60 | ns    | —     | ns    | 0.66 |  |  |  |
| HzOB      | 6   | Tot20  | 3.20                | 3.75 | 5.48 | 4.17 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.33 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.94 | ns   | ns   | ns    | ns    | —     | 0.95 |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.91                | 4.22 | 4.73 | 4.29 | ns          | ns    | 0.98  | ns    | ns    | 0.76  | 0.75  | ns    | 2.39 | ns    | ns    | ns    | 0.77  | ns    | 0.83  | ns    | 1.10 | 0.89 | 0.86 | ns    | ns    | —     | 1.19 |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.20                | 4.45 | 5.08 | 4.57 | ns          | ns    | 1.35  | ns    | ns    | 1.10  | 0.82  | ns    | 2.76 | ns    | ns    | ns    | 1.35  | ns    | 0.85  | ns    | 1.37 | 1.21 | 1.14 | 0.78  | ns    | —     | 1.20 |  |  |  |
| HzOL      | 9   | Tot20  | 4.31                | 5.00 | 6.20 | 5.12 | -1.29       | -1.18 | ns    | -1.42 | ns    | ns    | ns    | -1.37 | ns   | -1.43 | -1.08 | -1.27 | -0.99 | -1.01 | ns    | -1.05 | ns   | ns   | ns   | -0.61 | ns    | -0.95 | —    |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.34                | 5.31 | 6.62 | 5.48 | -1.22       | -1.11 | ns    | -1.35 | -0.98 | ns    | ns    | -1.40 | 1.20 | -1.48 | -1.10 | -1.21 | ns    | -1.04 | ns    | -1.27 | ns   | ns   | ns   | -0.60 | -0.76 | -1.19 | —    |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.40                | 6.00 | 7.00 | 5.77 | -1.17       | -1.13 | ns    | -1.38 | ns    | ns    | ns    | -1.42 | 1.56 | -1.62 | -1.24 | -1.19 | ns    | -1.02 | ns    | -1.10 | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.66 | -1.20 | —    |  |  |  |

Deel 2 Bandbreedte en verschillen voor FG-Series binnen Laagveengebieden (Lv), Rivierengebied (Ri), Zeekleigebied (Zk), Duin- en kustzandgebied (Du) en Heuvelland (Hl).

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Versillen |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |      |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LvWK      | LvMP  | LvRD  | LvRO  | RiBR  | RiBV  | RiUR | RiUV | RiUG  | RiPR  | RiPV  | RiPG  | RiZD  | RiZN  | RiZV  | RiZL  | ZkBR  | ZkBV  | ZkBG | ZkGB | DuXK  | DuGK  | DuGO  | DuLS  | HIHL  | HIHZ  | HIDB | HIDD  |
| LvWK      | 72 | Tot20  | 4.20                | 4.70 | 5.80 | 4.82 | —         | nr    | ns    | ns    | ns    | nr    | 1.37 | 1.80 | 1.92  | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | ns    | 0.54  | ns    | ns    | 1.23 | 2.41 | ns    | -1.04 | ns    | 0.84  | 1.50  | -1.35 | 2.06 | 1.06  |
|           |    | V20GLG | 4.34                | 5.01 | 5.90 | 5.03 | —         | nr    | ns    | nr    | 0.52  | 0.58  | 1.65 | 1.71 | 1.75  | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | ns    | 0.50  | ns    | nr    | 1.24 | 2.03 | 0.99  | -0.80 | ns    | 0.92  | 1.11  | -1.15 | 1.57 | 0.83  |
|           |    | Van20  | 5.00                | 5.40 | 6.29 | 5.54 | —         | ns    | ns    | ns    | 0.75  | 0.51  | 1.46 | 1.46 | 1.31  | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.23 | 1.63 | 1.06  | -0.92 | ns    | 0.81  | 1.05  | -1.37 | 1.41 | 0.67  |
| LvMP      | 69 | Tot20  | 4.04                | 5.00 | 6.87 | 5.21 | nr        | —     | ns    | ns    | -0.61 | ns    | 0.98 | 1.41 | 1.53  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.74 | ns    | ns    | -0.59 | nr    | 0.84 | 2.02 | ns    | -1.43 | ns    | nr    | 1.11  | -1.74 | 1.67 | 0.67  |
|           |    | V20GLG | 4.18                | 5.28 | 6.93 | 5.35 | nr        | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.33 | 1.39 | 1.43  | ns    | ns    | ns    | -0.81 | -0.62 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.92 | 1.71 | 0.67  | -1.12 | ns    | 0.60  | 0.79  | -1.47 | 1.25 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.60 | 7.00 | 5.69 | ns        | —     | ns    | ns    | 0.60  | ns    | 1.31 | 1.31 | 1.16  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.52 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.08 | 1.48 | 0.91  | -1.07 | ns    | 0.66  | 0.90  | -1.52 | 1.26 | ns    |
| LvRD      | 8  | Tot20  | 4.54                | 4.90 | 5.40 | 4.90 | ns        | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.29 | 1.72 | 1.84  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.15 | 2.33 | ns    | -1.12 | ns    | 0.76  | 1.42  | -1.43 | 1.98 | 0.98  |
|           |    | V20GLG | 4.69                | 5.43 | 6.15 | 5.39 | ns        | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.29 | 1.35 | 1.39  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.66 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.88 | 1.67 | ns    | -1.16 | ns    | 0.56  | 0.75  | -1.51 | 1.21 | ns    |
|           |    | Van20  | 5.44                | 6.35 | 6.70 | 6.11 | ns        | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 0.89 | ns   | -1.03 | ns    | ns    | ns    | -1.31 | -0.94 | ns    | ns    | -0.84 | ns    | ns   | 1.06 | ns    | -1.49 | ns    | ns    | ns    | -1.94 | ns   | ns    |
| LvRO      | 62 | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.98 | 5.06 | ns        | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.13 | 1.56 | 1.68  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.59 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.99 | 2.17 | ns    | -1.28 | ns    | 0.60  | 1.26  | -1.59 | 1.82 | 0.82  |
|           |    | V20GLG | 4.58                | 5.06 | 7.00 | 5.36 | nr        | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.32 | 1.38 | 1.42  | ns    | ns    | ns    | -0.82 | -0.63 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.91 | 1.70 | 0.66  | -1.13 | ns    | 0.59  | 0.78  | -1.48 | 1.24 | ns    |
|           |    | Van20  | 5.00                | 5.50 | 7.00 | 5.74 | ns        | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.26 | 1.26 | 1.11  | ns    | ns    | ns    | -0.94 | -0.57 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.03 | 1.43 | 0.86  | -1.12 | ns    | 0.61  | 0.85  | -1.57 | 1.21 | ns    |
| RiBR      | 9  | Tot20  | 3.69                | 4.50 | 5.98 | 4.60 | ns        | 0.61  | ns    | ns    | —     | 0.65  | 1.59 | 2.02 | 2.14  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.76  | ns    | ns    | 1.45 | 2.63 | ns    | -0.82 | ns    | 1.06  | 1.72  | -1.13 | 2.28 | 1.28  |
|           |    | V20GLG | 4.28                | 5.82 | 6.53 | 5.55 | -0.52     | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.13 | 1.19 | 1.23  | ns    | ns    | ns    | -1.01 | -0.82 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.72 | 1.51 | ns    | -1.32 | ns    | ns    | 0.59  | -1.67 | 1.05 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.70                | 6.50 | 7.30 | 6.29 | -0.75     | -0.60 | ns    | ns    | —     | ns    | ns   | ns   | ns    | -1.21 | ns    | ns    | -1.49 | -1.12 | -0.67 | ns    | -1.02 | -0.58 | ns   | ns   | ns    | -1.67 | ns    | ns    | ns    | -2.12 | ns   | ns    |
| RiBV      | 17 | Tot20  | 4.66                | 5.00 | 6.46 | 5.25 | nr        | ns    | ns    | ns    | -0.65 | —     | ns   | 1.37 | 1.49  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.78 | ns    | ns    | -0.63 | ns    | 0.80 | 1.98 | ns    | -1.47 | ns    | ns    | 1.07  | -1.78 | 1.63 | ns    |
|           |    | V20GLG | 5.10                | 5.38 | 6.60 | 5.61 | -0.58     | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.07 | 1.13 | 1.17  | ns    | ns    | ns    | -1.07 | -0.88 | nr    | ns    | -0.66 | ns    | 0.66 | 1.45 | ns    | -1.38 | ns    | ns    | 0.53  | -1.73 | 0.99 | ns    |
|           |    | Van20  | 5.44                | 6.00 | 7.10 | 6.05 | -0.51     | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns   | 0.95 | 0.80  | -0.97 | ns    | ns    | -1.25 | -0.88 | ns    | ns    | -0.78 | ns    | 0.72 | 1.12 | ns    | -1.43 | ns    | ns    | ns    | -1.88 | ns   | ns    |
| RiUR      | 3  | Tot20  | 5.58                | 6.50 | 6.59 | 6.19 | -1.37     | -0.98 | -1.29 | -1.13 | -1.59 | ns    | —    | ns   | ns    | -1.29 | -1.42 | -1.11 | -1.64 | -1.72 | -1.27 | ns    | -1.57 | -1.22 | ns   | ns   | -1.29 | -2.41 | -1.84 | ns    | ns    | -2.72 | ns   | ns    |
|           |    | V20GLG | 6.46                | 6.75 | 6.84 | 6.68 | -1.65     | -1.33 | -1.29 | -1.32 | -1.13 | -1.07 | —    | ns   | ns    | -1.68 | -1.75 | -1.46 | -2.14 | -1.95 | -1.53 | -1.15 | -1.73 | -1.37 | ns   | ns   | ns    | -2.45 | -1.88 | ns    | ns    | -2.80 | ns   | ns    |
|           |    | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.00 | 7.00 | -1.46     | -1.31 | ns    | -1.26 | ns    | ns    | —    | ns   | ns    | -1.92 | -1.37 | -1.17 | -2.20 | -1.83 | -1.38 | -1.22 | -1.73 | -1.29 | ns   | ns   | ns    | -2.38 | ns    | ns    | ns    | -2.83 | ns   | ns    |
| RiUV      | 6  | Tot20  | 6.13                | 6.50 | 7.14 | 6.62 | -1.80     | -1.41 | -1.72 | -1.56 | -2.02 | -1.37 | ns   | —    | ns    | -1.72 | -1.85 | -1.54 | -2.07 | -2.15 | -1.70 | -1.26 | -2.00 | -1.65 | ns   | ns   | -1.72 | -2.84 | -2.27 | -0.96 | ns    | -3.15 | ns   | ns    |
|           |    | V20GLG | 6.34                | 6.72 | 7.17 | 6.74 | -1.71     | -1.39 | -1.35 | -1.38 | -1.19 | -1.13 | ns   | —    | ns    | -1.74 | -1.81 | -1.52 | -2.20 | -2.01 | -1.59 | -1.21 | -1.79 | -1.43 | ns   | ns   | ns    | -2.51 | -1.94 | -0.79 | ns    | -2.86 | ns   | -0.88 |
|           |    | Van20  | 6.50                | 7.00 | 7.50 | 7.00 | -1.46     | -1.31 | -0.89 | -1.26 | ns    | -0.95 | ns   | —    | ns    | -1.92 | -1.37 | -1.17 | -2.20 | -1.83 | -1.38 | -1.22 | -1.73 | -1.29 | ns   | ns   | ns    | -2.38 | ns    | ns    | ns    | -2.83 | ns   | ns    |
| RiUG      | 7  | Tot20  | 6.44                | 6.75 | 7.00 | 6.74 | -1.92     | -1.53 | -1.84 | -1.68 | -2.14 | -1.49 | ns   | ns   | —     | -1.84 | -1.97 | -1.66 | -2.19 | -2.27 | -1.82 | -1.38 | -2.12 | -1.77 | ns   | ns   | -1.84 | -2.96 | -2.39 | -1.08 | ns    | -3.27 | ns   | -0.86 |
|           |    | V20GLG | 6.31                | 6.94 | 7.00 | 6.78 | -1.75     | -1.43 | -1.39 | -1.42 | -1.23 | -1.17 | ns   | ns   | —     | -1.78 | -1.85 | -1.56 | -2.24 | -2.05 | -1.63 | -1.25 | -1.83 | -1.47 | ns   | ns   | ns    | -2.55 | -1.98 | -0.83 | -0.64 | -2.90 | ns   | -0.92 |
|           |    | Van20  | 6.45                | 7.00 | 7.00 | 6.85 | -1.31     | -1.16 | ns    | -1.11 | ns    | -0.80 | ns   | ns   | —     | -1.77 | -1.22 | -1.02 | -2.05 | -1.68 | -1.23 | -1.07 | -1.58 | -1.14 | ns   | ns   | ns    | -2.23 | ns    | ns    | ns    | -2.68 | ns   | ns    |
| RiPR      | 4  | Tot20  | 3.71                | 4.50 | 6.67 | 4.90 | ns        | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.29 | 1.72 | 1.84  | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.15 | 2.33 | ns    | -1.12 | ns    | ns    | 1.42  | -1.43 | 1.98 | 0.98  |
|           |    | V20GLG | 3.98                | 4.59 | 6.60 | 5.00 | ns        | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.68 | 1.74 | 1.78  | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.27 | 2.06 | 1.02  | -0.77 | ns    | 0.95  | 1.14  | -1.12 | 1.60 | 0.86  |
|           |    | Van20  | 4.05                | 4.65 | 6.70 | 5.08 | ns        | ns    | 1.03  | ns    | 1.21  | 0.97  | 1.92 | 1.92 | 1.77  | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.69 | 2.09 | 1.52  | ns    | 1.37  | 1.27  | 1.51  | ns    | 1.87 | 1.13  |

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LvWK        | LvMP  | LvRD  | LvRO  | RiBR  | RiBV  | RiUR | RiUV | RiUG | RiPR  | RiPV  | RiPG  | RiZD  | RiZN  | RiZV  | RiZL  | ZkBR  | ZkBV  | ZkBG  | ZkGB | DuXK  | DuGK  | DuGO  | DuLS  | HIHL  | HIHZ  | HIDB  | HIDD  |
| RiPV      | 3   | Tot20  | 3.55                | 4.00 | 6.52 | 4.77 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.42 | 1.85 | 1.97 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.28  | 2.46  | ns   | -0.99 | ns    | ns    | 1.55  | -1.30 | 2.11  | 1.11  |       |
|           |     | V20GLG | 4.08                | 4.18 | 6.30 | 4.93 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.75 | 1.81 | 1.85 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.34  | 2.13  | 1.09 | ns    | ns    | 1.02  | 1.21  | ns    | 1.67  | 0.93  |       |
|           |     | Van20  | 4.41                | 4.50 | 7.65 | 5.63 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.37 | 1.37 | 1.22 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.14  | 1.54  | ns   | -1.01 | ns    | ns    | ns    | -1.46 | ns    | ns    |       |
| RiPG      | 6   | Tot20  | 4.24                | 5.10 | 5.83 | 5.08 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.11 | 1.54 | 1.66 | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.97  | 2.15  | ns   | -1.30 | ns    | ns    | 1.24  | -1.61 | 1.80  | ns    |       |
|           |     | V20GLG | 4.63                | 5.21 | 5.81 | 5.22 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.46 | 1.52 | 1.56 | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.05  | 1.84  | 0.80 | -0.99 | ns    | 0.73  | 0.92  | -1.34 | 1.38  | ns    |       |
|           |     | Van20  | 5.00                | 5.75 | 6.88 | 5.83 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.17 | 1.17 | 1.02 | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.94  | 1.34  | ns   | -1.21 | ns    | ns    | ns    | -1.66 | ns    | ns    |       |
| RiZD      | 3   | Tot20  | 4.51                | 4.55 | 4.60 | 4.55 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.64 | 2.07 | 2.19 | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.50  | 2.68 | ns    | ns    | ns    | 1.11  | 1.77  | ns    | 2.33  | 1.33  |
|           |     | V20GLG | 4.30                | 4.41 | 4.86 | 4.54 | ns          | 0.81  | ns    | 0.82  | 1.01  | 1.07  | 2.14 | 2.20 | 2.24 | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 0.99  | ns    | ns    | 1.73  | 2.52 | 1.48  | ns    | ns    | 1.41  | 1.60  | ns    | 2.06  | 1.32  |
|           |     | Van20  | 4.70                | 4.70 | 4.97 | 4.80 | ns          | ns    | 1.31  | 0.94  | 1.49  | 1.25  | 2.20 | 2.20 | 2.05 | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.91  | 1.97  | 2.37 | 1.80  | ns    | 1.65  | 1.55  | 1.79  | ns    | 2.15  | 1.41  |
| RiZN      | 31  | Tot20  | 3.73                | 4.20 | 5.65 | 4.47 | nr          | 0.74  | ns    | 0.59  | ns    | 0.78  | 1.72 | 2.15 | 2.27 | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | nr    | 0.89  | ns    | 0.50  | 1.58  | 2.76 | ns    | -0.69 | ns    | 1.19  | 1.85  | -1.00 | 2.41  | 1.41  |
|           |     | V20GLG | 4.15                | 4.55 | 5.78 | 4.73 | nr          | 0.62  | 0.66  | 0.63  | 0.82  | 0.88  | 1.95 | 2.01 | 2.05 | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | nr    | 0.80  | ns    | 0.58  | 1.54  | 2.33 | 1.29  | -0.50 | ns    | 1.22  | 1.41  | -0.85 | 1.87  | 1.13  |
|           |     | Van20  | 4.35                | 5.00 | 6.35 | 5.17 | nr          | 0.52  | 0.94  | 0.57  | 1.12  | 0.88  | 1.83 | 1.83 | 1.68 | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | nr    | 0.61  | ns    | 0.54  | 1.60  | 2.00 | 1.43  | -0.55 | 1.28  | 1.18  | 1.42  | -1.00 | 1.78  | 1.04  |
| RiZV      | 22  | Tot20  | 3.81                | 4.80 | 6.00 | 4.92 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.27 | 1.70 | 1.82 | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.13  | 2.31 | ns    | -1.14 | ns    | 0.74  | 1.40  | -1.45 | 1.96  | 0.96  |
|           |     | V20GLG | 4.03                | 5.21 | 6.47 | 5.15 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | 1.53 | 1.59 | 1.63 | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.12  | 1.91 | 0.87  | -0.92 | ns    | 0.80  | 0.99  | -1.27 | 1.45  | 0.71  |
|           |     | Van20  | 4.22                | 5.75 | 6.60 | 5.62 | ns          | ns    | ns    | ns    | 0.67  | ns    | 1.38 | 1.38 | 1.23 | ns    | ns    | ns    | ns    | nr    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.15  | 1.55 | 0.98  | -1.00 | ns    | 0.73  | 0.97  | -1.45 | 1.33  | ns    |
| RiZL      | 9   | Tot20  | 4.36                | 5.40 | 6.46 | 5.36 | -0.54       | ns    | ns    | ns    | -0.76 | ns    | ns   | 1.26 | 1.38 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.89 | ns    | —     | -0.74 | ns    | 0.69  | 1.87 | ns    | -1.58 | ns    | ns    | 0.96  | -1.89 | 1.52  | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.51                | 5.60 | 6.48 | 5.53 | -0.50       | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.15 | 1.21 | 1.25 | ns    | ns    | ns    | -0.99 | -0.80 | ns    | —     | ns    | ns    | 0.74  | 1.53 | ns    | -1.30 | ns    | ns    | 0.61  | -1.65 | 1.07  | ns    |
|           |     | Van20  | 4.80                | 6.00 | 6.80 | 5.78 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.22 | 1.22 | 1.07 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.61 | ns    | —     | ns    | ns    | 0.99  | 1.39 | ns    | -1.16 | ns    | ns    | 0.81  | -1.61 | ns    | ns    |
| ZkBR      | 9   | Tot20  | 4.24                | 4.50 | 5.00 | 4.62 | ns          | 0.59  | ns    | ns    | ns    | 0.63  | 1.57 | 2.00 | 2.12 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.74  | —     | ns    | 1.43  | 2.61 | ns    | -0.84 | ns    | 1.04  | 1.70  | -1.15 | 2.26  | 1.26  |
|           |     | V20GLG | 4.48                | 4.84 | 5.80 | 4.95 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.66  | 1.73 | 1.79 | 1.83 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.32  | 2.11 | 1.07  | -0.72 | ns    | 1.00  | 1.19  | -1.07 | 1.65  | 0.91  |
|           |     | Van20  | 4.64                | 5.00 | 6.30 | 5.27 | ns          | ns    | 0.84  | ns    | 1.02  | 0.78  | 1.73 | 1.73 | 1.58 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.50  | 1.90 | 1.33  | ns    | ns    | 1.08  | 1.32  | -1.10 | 1.68  | 0.94  |
| ZkBV      | 102 | Tot20  | 4.25                | 4.80 | 6.49 | 4.97 | ns          | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.22 | 1.65 | 1.77 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.50 | ns    | ns    | ns    | —     | 1.08  | 2.26 | ns    | -1.19 | ns    | 0.69  | 1.35  | -1.50 | 1.91  | 0.91  |
|           |     | V20GLG | 4.46                | 5.18 | 6.53 | 5.31 | nr          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.37 | 1.43 | 1.47 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.58 | ns    | ns    | ns    | —     | 0.96  | 1.75 | 0.71  | -1.08 | ns    | 0.64  | 0.83  | -1.43 | 1.29  | 0.55  |
|           |     | Van20  | 4.91                | 5.50 | 7.00 | 5.71 | ns          | ns    | ns    | ns    | 0.58  | ns    | 1.29 | 1.29 | 1.14 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.91 | -0.54 | ns    | ns    | ns    | —     | 1.06 | 1.46  | 0.89  | -1.09 | ns    | 0.64  | 0.88  | -1.54 | 1.24  |
| ZkBG      | 14  | Tot20  | 3.84                | 6.55 | 7.00 | 6.05 | -1.23       | -0.84 | -1.15 | -0.99 | -1.45 | -0.80 | ns   | ns   | ns   | -1.15 | -1.28 | -0.97 | -1.50 | -1.58 | -1.13 | -0.69 | -1.43 | -1.08 | —     | 1.18 | -1.15 | -2.27 | -1.70 | ns    | ns    | -2.58 | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.14                | 6.42 | 7.34 | 6.27 | -1.24       | -0.92 | -0.88 | -0.91 | -0.72 | -0.66 | ns   | ns   | ns   | -1.27 | -1.34 | -1.05 | -1.73 | -1.54 | -1.12 | -0.74 | -1.32 | -0.96 | —     | ns   | ns    | -2.04 | -1.47 | ns    | ns    | -2.39 | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 5.35                | 6.85 | 7.50 | 6.77 | -1.23       | -1.08 | ns    | -1.03 | ns    | -0.72 | ns   | ns   | ns   | -1.69 | -1.14 | -0.94 | -1.97 | -1.60 | -1.15 | -0.99 | -1.50 | -1.06 | —     | ns   | ns    | -2.15 | ns    | ns    | ns    | -2.60 | ns    | ns    |
| ZkGB      | 3   | Tot20  | 7.02                | 7.19 | 7.47 | 7.23 | -2.41       | -2.02 | -2.33 | -2.17 | -2.63 | -1.98 | ns   | ns   | ns   | -2.33 | -2.46 | -2.15 | -2.68 | -2.76 | -2.31 | -1.87 | -2.61 | -2.26 | -1.18 | —    | -2.33 | -3.45 | -2.88 | -1.57 | ns    | -3.76 | ns    | -1.35 |
|           |     | V20GLG | 7.00                | 7.00 | 7.16 | 7.06 | -2.03       | -1.71 | -1.67 | -1.70 | -1.51 | -1.45 | ns   | ns   | ns   | -2.06 | -2.13 | -1.84 | -2.52 | -2.33 | -1.91 | -1.53 | -2.11 | -1.75 | ns    | —    | -1.04 | -2.83 | -2.26 | -1.11 | -0.92 | -3.18 | ns    | -1.20 |
|           |     | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.45 | 7.17 | -1.63       | -1.48 | -1.06 | -1.43 | ns    | -1.12 | ns   | ns   | ns   | -2.09 | -1.54 | -1.34 | -2.37 | -2.00 | -1.55 | -1.39 | -1.90 | -1.46 | ns    | —    | ns    | -2.55 | ns    | ns    | ns    | -3.00 | ns    | ns    |
| DuXK      | 5   | Tot20  | 4.12                | 4.20 | 6.60 | 4.90 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.29 | 1.72 | 1.84 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.15  | 2.33 | —     | -1.12 | ns    | 0.76  | 1.42  | -1.43 | 1.98  | 0.98  |
|           |     | V20GLG | 5.22                | 6.00 | 6.91 | 6.02 | -0.99       | -0.67 | ns    | -0.66 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.02 | -1.09 | -0.80 | -1.48 | -1.29 | -0.87 | ns    | -1.07 | -0.71 | ns    | 1.04 | —     | -1.79 | -1.22 | ns    | ns    | -2.14 | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 5.60                | 7.00 | 7.40 | 6.60 | -1.06       | -0.91 | ns    | -0.86 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.52 | ns    | ns    | -1.80 | -1.43 | -0.98 | ns    | -1.33 | -0.89 | ns    | ns   | —     | -1.98 | ns    | ns    | ns    | -2.43 | ns    | ns    |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |      |       |      |      |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LvWK        | LvMP  | LvRD  | LvRO  | RiBR  | RiBV  | RiUR | RiUV | RiUG | RiPR  | RiPV  | RiPG  | RiZD  | RiZN  | RiZV  | RiZL  | ZkBR  | ZkBV  | ZkBG | ZkGB | DuXK  | DuGK  | DuGO  | DuLS  | HIHL | HIHZ  | HIDB | HIDD |
| DuGK      | 13 | Tot20  | 3.50                | 3.70 | 4.08 | 3.78 | 1.04        | 1.43  | 1.12  | 1.28  | 0.82  | 1.47  | 2.41 | 2.84 | 2.96 | 1.12  | 0.99  | 1.30  | ns    | 0.69  | 1.14  | 1.58  | 0.84  | 1.19  | 2.27 | 3.45 | 1.12  | —     | ns    | 1.88  | 2.54 | ns    | 3.10 | 2.10 |
|           |    | V20GLG | 4.03                | 4.16 | 4.70 | 4.23 | 0.80        | 1.12  | 1.16  | 1.13  | 1.32  | 1.38  | 2.45 | 2.51 | 2.55 | 0.77  | ns    | 0.99  | ns    | 0.50  | 0.92  | 1.30  | 0.72  | 1.08  | 2.04 | 2.83 | 1.79  | —     | ns    | 1.72  | 1.91 | ns    | 2.37 | 1.63 |
|           |    | Van20  | 4.20                | 4.30 | 6.50 | 4.62 | 0.92        | 1.07  | 1.49  | 1.12  | 1.67  | 1.43  | 2.38 | 2.38 | 2.23 | ns    | 1.01  | 1.21  | ns    | 0.55  | 1.00  | 1.16  | ns    | 1.09  | 2.15 | 2.55 | 1.98  | —     | 1.83  | 1.73  | 1.97 | ns    | 2.33 | 1.59 |
| DuGO      | 2  | Tot20  | 4.31                | 4.35 | 4.40 | 4.35 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.84 | 2.27 | 2.39 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.70 | 2.88 | ns    | ns    | —     | 1.31  | 1.97 | ns    | 2.53 | 1.53 |
|           |    | V20GLG | 4.68                | 4.80 | 4.91 | 4.80 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.88 | 1.94 | 1.98 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.47 | 2.26 | 1.22  | ns    | —     | 1.15  | 1.34 | ns    | 1.80 | 1.06 |
|           |    | Van20  | 5.96                | 6.45 | 6.95 | 6.45 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.37 | ns    | ns    | -1.65 | -1.28 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns    | -1.83 | —     | ns    | ns   | -2.28 | ns   | ns   |
| DuLS      | 29 | Tot20  | 4.04                | 6.00 | 7.00 | 5.66 | -0.84       | nr    | -0.76 | -0.60 | -1.06 | ns    | ns   | 0.96 | 1.08 | ns    | ns    | ns    | -1.11 | -1.19 | -0.74 | ns    | -1.04 | -0.69 | ns   | 1.57 | -0.76 | -1.88 | -1.31 | —     | 0.66 | -2.19 | 1.22 | ns   |
|           |    | V20GLG | 4.55                | 6.00 | 7.15 | 5.95 | -0.92       | -0.60 | -0.56 | -0.59 | ns    | ns    | ns   | 0.79 | 0.83 | -0.95 | -1.02 | -0.73 | -1.41 | -1.22 | -0.80 | ns    | -1.00 | -0.64 | ns   | 1.11 | ns    | -1.72 | -1.15 | —     | ns   | -2.07 | ns   | ns   |
|           |    | Van20  | 4.88                | 6.70 | 7.50 | 6.35 | -0.81       | -0.66 | ns    | -0.61 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.27 | ns    | ns    | -1.55 | -1.18 | -0.73 | ns    | -1.08 | -0.64 | ns   | ns   | ns    | -1.73 | ns    | —     | ns   | -2.18 | ns   | ns   |
| HIHL      | 14 | Tot20  | 4.78                | 6.70 | 7.31 | 6.32 | -1.50       | -1.11 | -1.42 | -1.26 | -1.72 | -1.07 | ns   | ns   | ns   | -1.42 | -1.55 | -1.24 | -1.77 | -1.85 | -1.40 | -0.96 | -1.70 | -1.35 | ns   | ns   | -1.42 | -2.54 | -1.97 | -0.66 | —    | -2.85 | ns   | ns   |
|           |    | V20GLG | 5.08                | 6.34 | 7.00 | 6.14 | -1.11       | -0.79 | -0.75 | -0.78 | -0.59 | -0.53 | ns   | ns   | 0.64 | -1.14 | -1.21 | -0.92 | -1.60 | -1.41 | -0.99 | -0.61 | -1.19 | -0.83 | ns   | 0.92 | ns    | -1.91 | -1.34 | ns    | —    | -2.26 | ns   | ns   |
|           |    | Van20  | 5.20                | 6.85 | 7.49 | 6.59 | -1.05       | -0.90 | ns    | -0.85 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.51 | ns    | ns    | -1.79 | -1.42 | -0.97 | -0.81 | -1.32 | -0.88 | ns   | ns   | ns    | -1.97 | ns    | ns    | —    | -2.42 | ns   | ns   |
| HIHZ      | 3  | Tot20  | 3.41                | 3.50 | 3.50 | 3.47 | 1.35        | 1.74  | 1.43  | 1.59  | 1.13  | 1.78  | 2.72 | 3.15 | 3.27 | 1.43  | 1.30  | 1.61  | ns    | 1.00  | 1.45  | 1.89  | 1.15  | 1.50  | 2.58 | 3.76 | 1.43  | ns    | ns    | 2.19  | 2.85 | —     | 3.41 | 2.41 |
|           |    | V20GLG | 3.64                | 3.81 | 4.18 | 3.88 | 1.15        | 1.47  | 1.51  | 1.48  | 1.67  | 1.73  | 2.80 | 2.86 | 2.90 | 1.12  | ns    | 1.34  | ns    | 0.85  | 1.27  | 1.65  | 1.07  | 1.43  | 2.39 | 3.18 | 2.14  | ns    | ns    | 2.07  | 2.26 | —     | 2.72 | 1.98 |
|           |    | Van20  | 3.75                | 4.20 | 4.56 | 4.17 | 1.37        | 1.52  | 1.94  | 1.57  | 2.12  | 1.88  | 2.83 | 2.83 | 2.68 | ns    | 1.46  | 1.66  | ns    | 1.00  | 1.45  | 1.61  | 1.10  | 1.54  | 2.60 | 3.00 | 2.43  | ns    | 2.28  | 2.18  | 2.42 | —     | 2.78 | 2.04 |
| HIDB      | 2  | Tot20  | 6.76                | 6.88 | 6.99 | 6.88 | -2.06       | -1.67 | -1.98 | -1.82 | -2.28 | -1.63 | ns   | ns   | ns   | -1.98 | -2.11 | -1.80 | -2.33 | -2.41 | -1.96 | -1.52 | -2.26 | -1.91 | ns   | ns   | -1.98 | -3.10 | -2.53 | -1.22 | ns   | -3.41 | —    | ns   |
|           |    | V20GLG | 6.42                | 6.60 | 6.78 | 6.60 | -1.57       | -1.25 | -1.21 | -1.24 | -1.05 | -0.99 | ns   | ns   | ns   | -1.60 | -1.67 | -1.38 | -2.06 | -1.87 | -1.45 | -1.07 | -1.65 | -1.29 | ns   | ns   | ns    | -2.37 | -1.80 | ns    | ns   | -2.72 | —    | ns   |
|           |    | Van20  | 6.91                | 6.95 | 7.00 | 6.95 | -1.41       | -1.26 | ns    | -1.21 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.87 | ns    | ns    | -2.15 | -1.78 | -1.33 | ns    | -1.68 | -1.24 | ns   | ns   | ns    | -2.33 | ns    | ns    | ns   | -2.78 | —    | ns   |
| HIDD      | 7  | Tot20  | 4.48                | 6.20 | 6.54 | 5.88 | -1.06       | -0.67 | -0.98 | -0.82 | -1.28 | ns    | ns   | ns   | 0.86 | -0.98 | -1.11 | ns    | -1.33 | -1.41 | -0.96 | ns    | -1.26 | -0.91 | ns   | 1.35 | -0.98 | -2.10 | -1.53 | ns    | ns   | -2.41 | ns   | —    |
|           |    | V20GLG | 4.58                | 6.13 | 6.47 | 5.86 | -0.83       | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | 0.88 | 0.92 | -0.86 | -0.93 | ns    | -1.32 | -1.13 | -0.71 | ns    | -0.91 | -0.55 | ns   | 1.20 | ns    | -1.63 | -1.06 | ns    | ns   | -1.98 | ns   | —    |
|           |    | Van20  | 4.77                | 6.50 | 6.91 | 6.21 | -0.67       | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.13 | ns    | ns    | -1.41 | -1.04 | ns    | ns    | -0.94 | ns    | ns   | ns   | ns    | -1.59 | ns    | ns    | ns   | -2.04 | ns   | —    |

## Fysisch-Geografische Typen

In de eerste tabel worden de codes en namen gegeven van de Fysisch-Geografische Typen, met het aantal boringen binnen die eenheid. De tabel met bandbreedte en significante verschillen hebben wij opgeknipt in twee delen.

*Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over de Clusters FG-Type. Per Cluster FG-Type is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.*

| FG_Type | pH-Profieltypen per FG_Type (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|---------|---------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|         | Kw                              | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| Zdy     | -                               | -  | -  | 2  | 2    | -    | 3    | 3    | 28  | 62   | 64     |
| Zdh     | -                               | -  | -  | 1  | 1    | 1    | 2    | 7    | 32  | 56   | 112    |
| Zdea    | 12                              | -  | 3  | 9  | 3    | -    | 34   | 9    | 9   | 19   | 32     |
| Zdey    | -                               | -  | -  | -  | -    | -    | 43   | -    | 14  | 43   | 7      |
| Zva     | 31                              | 18 | 5  | 4  | 5    | 1    | 16   | 7    | 4   | 10   | 192    |
| Zvh     | 9                               | 4  | 2  | 2  | 2    | -    | 15   | 9    | 19  | 37   | 291    |
| Zk      | 33                              | 10 | 9  | 10 | 2    | -    | 21   | 5    | 4   | 7    | 101    |
| Zkf     | 22                              | 6  | 10 | 6  | -    | -    | 37   | 10   | 4   | 4    | 49     |
| Zke     | 44                              | -  | -  | 11 | 11   | -    | 22   | -    | 11  | -    | 9      |
| ZXsh    | 7                               | 9  | 7  | -  | -    | -    | 11   | 9    | 16  | 41   | 44     |
| ZXky    | 26                              | 20 | 3  | 3  | 3    | 3    | 3    | 26   | 3   | 11   | 35     |
| ZVk     | 56                              | 9  | 3  | 12 | 2    | -    | 12   | 1    | 2   | 2    | 86     |
| Sda     | -                               | -  | -  | 2  | -    | -    | 2    | 2    | 36  | 59   | 59     |
| Sva     | -                               | -  | -  | -  | -    | -    | 39   | 21   | 25  | 14   | 28     |
| Ddr     | 5                               | -  | -  | -  | 5    | 5    | 5    | 21   | 26  | 32   | 19     |
| Ddr1    | -                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 1      |
| Dda     | -                               | 50 | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| Dka     | 100                             | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 1      |
| Lvr     | 50                              | -  | -  | -  | -    | -    | 25   | -    | 25  | -    | 4      |
| Lva     | 100                             | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| Lvy     | 73                              | 9  | -  | 18 | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 11     |
| Ln      | 100                             | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| Lkr     | 67                              | 33 | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 6      |
| Xs      | -                               | 40 | 20 | -  | -    | -    | 20   | 20   | -   | -    | 5      |
| Ts      | 40                              | 20 | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 40  | -    | 5      |
| FdA     | 25                              | -  | -  | -  | 75   | -    | -    | -    | -   | -    | 4      |

| FG_Type    | pH-Profieltypen per FG_Type (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------|---------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|            | Kw                              | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| FvC        | 100                             | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 2      |
| FuA        | 25                              | -  | -  | -  | 75   | -    | -    | -    | -   | -    | 4      |
| FiA        | 50                              | -  | -  | -  | 50   | -    | -    | -    | -   | -    | 2      |
| FiC        | 27                              | -  | -  | 7  | 20   | 20   | -    | 13   | 7   | 7    | 15     |
| FiCg       | 75                              | -  | -  | -  | 25   | -    | -    | -    | -   | -    | 4      |
| FZvC       | 45                              | 9  | 9  | 14 | -    | -    | 5    | 9    | 5   | 5    | 22     |
| FZk        | 31                              | 22 | 2  | -  | -    | -    | 32   | 7    | 3   | 3    | 59     |
| FZkf       | 100                             | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 2      |
| FVnC       | -                               | -  | -  | -  | 12   | -    | 88   | -    | -   | -    | 8      |
| Kie        | -                               | -  | -  | -  | -    | -    | 80   | 20   | -   | -    | 5      |
| KVn        | 42                              | 13 | 6  | 4  | 2    | -    | 32   | 2    | -   | -    | 53     |
| MvA        | 44                              | 6  | -  | -  | 44   | -    | 6    | -    | -   | -    | 16     |
| MvC        | 22                              | 22 | 2  | 8  | 4    | 2    | 38   | 2    | -   | -    | 50     |
| Muz        | -                               | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 2      |
| Vv         | 36                              | 23 | 6  | 9  | 2    | -    | 20   | 3    | 2   | -    | 66     |
| Vnh        | 80                              | -  | 5  | -  | 15   | -    | -    | -    | -   | -    | 20     |
| Vk         | 37                              | 15 | 9  | 15 | -    | -    | 17   | 7    | -   | -    | 46     |
| Vkf        | 64                              | 8  | -  | 11 | 3    | -    | 8    | 3    | 3   | -    | 36     |
| VZn        | 55                              | -  | -  | 9  | 9    | -    | -    | 9    | 9   | 9    | 11     |
| VZk        | 37                              | 11 | 4  | 12 | -    | -    | 28   | 4    | 4   | 1    | 82     |
| VZkf       | 30                              | 30 | 10 | -  | -    | -    | 20   | 10   | -   | -    | 10     |
| Verdeling: | 25                              | 9  | 3  | 5  | 3    | 1    | 17   | 7    | 11  | 19   | 1688   |

## Deel 1 Bandbreedte en verschillen voor FG-Typen binnen Zandgronden (Z), Stuifzand (S) en Duingronden (D).

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |      |       |      |       |       |      |       |       |       |      |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Zdy         | Zdh   | Zdea  | Zdey  | Zva  | Zvh   | Zk   | Zkf   | Zke  | ZXsh  | ZXky  | ZVk  | Sda   | Sva   | Ddr   | Dda  |
| Zdy       | 64  | Tot20  | 3.00                | 3.60 | 4.48 | 3.68 | —           | ns    | 0.88  | ns    | 1.12 | nr    | 1.14 | 1.15  | 1.44 | nr    | 0.77  | 1.29 | ns    | 0.53  | nr    | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.84                | 4.07 | 4.39 | 4.12 | —           | ns    | 0.60  | ns    | 1.16 | nr    | 1.02 | 0.87  | 1.36 | nr    | 1.18  | 1.20 | ns    | nr    | 0.67  | ns   |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.67 | 4.31 | —           | ns    | 0.80  | ns    | 1.58 | nr    | 1.40 | 1.07  | 1.46 | 0.62  | 1.70  | 1.43 | ns    | ns    | 0.91  | 2.14 |
| Zdh       | 112 | Tot20  | 3.00                | 3.60 | 4.25 | 3.64 | ns          | —     | 0.92  | 0.62  | 1.16 | nr    | 1.18 | 1.19  | 1.48 | nr    | 0.81  | 1.33 | ns    | 0.57  | 0.53  | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.78                | 4.11 | 4.38 | 4.12 | ns          | —     | 0.60  | ns    | 1.16 | nr    | 1.02 | 0.87  | 1.36 | nr    | 1.18  | 1.20 | ns    | nr    | 0.67  | ns   |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 4.69 | 4.35 | ns          | —     | 0.76  | ns    | 1.54 | nr    | 1.36 | 1.03  | 1.42 | 0.58  | 1.66  | 1.39 | ns    | ns    | 0.87  | 2.10 |
| Zdea      | 32  | Tot20  | 3.14                | 4.50 | 6.00 | 4.56 | -0.88       | -0.92 | —     | ns    | ns   | nr    | ns   | ns    | 0.56 | -0.60 | ns    | nr   | -0.88 | ns    | ns    | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.76                | 4.67 | 5.82 | 4.72 | -0.60       | -0.60 | —     | ns    | 0.56 | nr    | nr   | ns    | 0.76 | nr    | 0.58  | 0.60 | -0.72 | ns    | ns    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.15                | 5.00 | 6.32 | 5.11 | -0.80       | -0.76 | —     | ns    | 0.78 | nr    | 0.60 | ns    | 0.66 | ns    | 0.90  | 0.63 | -0.95 | nr    | ns    | 1.34 |
| Zdey      | 7   | Tot20  | 3.22                | 4.00 | 5.47 | 4.26 | ns          | -0.62 | ns    | —     | ns   | ns    | ns   | ns    | 0.86 | ns    | ns    | 0.71 | ns    | ns    | ns    | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.92                | 4.22 | 4.92 | 4.39 | ns          | ns    | ns    | —     | 0.89 | ns    | 0.75 | 0.60  | 1.09 | ns    | 0.91  | 0.93 | ns    | ns    | ns    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 4.50 | 5.07 | 4.63 | ns          | ns    | ns    | —     | 1.26 | ns    | 1.08 | 0.75  | 1.14 | ns    | 1.38  | 1.11 | ns    | ns    | ns    | 1.82 |
| Zva       | 192 | Tot20  | 3.46                | 4.58 | 6.75 | 4.80 | -1.12       | -1.16 | ns    | ns    | —    | -0.73 | ns   | ns    | ns   | -0.84 | nr    | ns   | -1.12 | -0.59 | -0.63 | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.84                | 5.24 | 6.75 | 5.28 | -1.16       | -1.16 | -0.56 | -0.89 | —    | -0.84 | ns   | nr    | ns   | -0.87 | ns    | ns   | -1.28 | -0.75 | nr    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.20                | 6.00 | 7.50 | 5.89 | -1.58       | -1.54 | -0.78 | -1.26 | —    | -1.11 | ns   | -0.51 | ns   | -0.96 | ns    | ns   | -1.73 | -1.26 | -0.67 | ns   |
| Zvh       | 291 | Tot20  | 3.00                | 4.00 | 5.60 | 4.07 | nr          | nr    | nr    | ns    | 0.73 | —     | 0.75 | 0.76  | 1.05 | ns    | nr    | 0.90 | nr    | ns    | ns    | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.65                | 4.15 | 6.16 | 4.44 | nr          | nr    | nr    | ns    | 0.84 | —     | 0.70 | 0.55  | 1.04 | ns    | 0.86  | 0.88 | nr    | ns    | nr    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.50 | 6.65 | 4.78 | nr          | nr    | nr    | ns    | 1.11 | —     | 0.93 | 0.60  | 0.99 | ns    | 1.23  | 0.96 | -0.62 | ns    | nr    | 1.67 |
| Zk        | 101 | Tot20  | 3.67                | 4.70 | 6.30 | 4.82 | -1.14       | -1.18 | ns    | ns    | ns   | -0.75 | —    | ns    | ns   | -0.86 | nr    | ns   | -1.14 | -0.61 | -0.65 | ns   |
|           |     | V20GLG | 4.04                | 4.92 | 6.51 | 5.14 | -1.02       | -1.02 | nr    | -0.75 | ns   | -0.70 | —    | ns    | ns   | -0.73 | ns    | ns   | -1.14 | -0.61 | nr    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.40                | 5.59 | 7.00 | 5.71 | -1.40       | -1.36 | -0.60 | -1.08 | ns   | -0.93 | —    | nr    | ns   | -0.78 | nr    | ns   | -1.55 | -1.08 | nr    | ns   |
| Zkf       | 49  | Tot20  | 3.88                | 4.70 | 6.46 | 4.83 | -1.15       | -1.19 | ns    | ns    | ns   | -0.76 | ns   | —     | ns   | -0.87 | nr    | ns   | -1.15 | -0.62 | -0.66 | ns   |
|           |     | V20GLG | 4.17                | 4.89 | 6.31 | 4.99 | -0.87       | -0.87 | ns    | -0.60 | nr   | -0.55 | ns   | —     | nr   | -0.58 | nr    | nr   | -0.99 | nr    | ns    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.40 | 6.50 | 5.38 | -1.07       | -1.03 | ns    | -0.75 | 0.51 | -0.60 | nr   | —     | ns   | nr    | 0.63  | nr   | -1.22 | -0.75 | ns    | ns   |
| Zke       | 9   | Tot20  | 4.31                | 5.00 | 6.20 | 5.12 | -1.44       | -1.48 | -0.56 | -0.86 | ns   | -1.05 | ns   | ns    | —    | -1.16 | -0.67 | ns   | -1.44 | -0.91 | -0.95 | ns   |
|           |     | V20GLG | 4.34                | 5.31 | 6.62 | 5.48 | -1.36       | -1.36 | -0.76 | -1.09 | ns   | -1.04 | ns   | nr    | —    | -1.07 | ns    | ns   | -1.48 | -0.95 | -0.69 | ns   |
|           |     | Van20  | 4.40                | 6.00 | 7.00 | 5.77 | -1.46       | -1.42 | -0.66 | -1.14 | ns   | -0.99 | ns   | ns    | —    | -0.84 | ns    | ns   | -1.61 | -1.14 | ns    | ns   |
| ZXsh      | 44  | Tot20  | 3.20                | 3.98 | 5.00 | 3.96 | nr          | nr    | 0.60  | ns    | 0.84 | ns    | 0.86 | 0.87  | 1.16 | —     | nr    | 1.01 | ns    | ns    | ns    | ns   |
|           |     | V20GLG | 3.78                | 4.19 | 5.66 | 4.41 | nr          | nr    | nr    | ns    | 0.87 | ns    | 0.73 | 0.58  | 1.07 | —     | 0.89  | 0.91 | nr    | ns    | nr    | ns   |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.60 | 6.99 | 4.93 | -0.62       | -0.58 | ns    | ns    | 0.96 | ns    | 0.78 | nr    | 0.84 | —     | 1.08  | 0.81 | -0.77 | ns    | ns    | 1.52 |
| ZXky      | 35  | Tot20  | 3.24                | 4.00 | 6.50 | 4.45 | -0.77       | -0.81 | ns    | ns    | nr   | nr    | nr   | nr    | 0.67 | nr    | —     | 0.52 | -0.77 | ns    | ns    | ns   |
|           |     | V20GLG | 4.10                | 5.21 | 6.75 | 5.30 | -1.18       | -1.18 | -0.58 | -0.91 | ns   | -0.86 | ns   | nr    | ns   | -0.89 | —     | ns   | -1.30 | -0.77 | -0.51 | ns   |
|           |     | Van20  | 4.50                | 6.20 | 7.15 | 6.01 | -1.70       | -1.66 | -0.90 | -1.38 | ns   | -1.23 | nr   | -0.63 | ns   | -1.08 | —     | ns   | -1.85 | -1.38 | -0.79 | ns   |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |      |      |      |       |       |      |       |       |       |      |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Zdy         | Zdh   | Zdea  | Zdey  | Zva  | Zvh   | Zk   | Zkf  | Zke  | ZXsh  | ZXky  | ZVk  | Sda   | Sva   | Ddr   | Dda  |
| ZVk       | 86 | Tot20  | 4.03                | 4.95 | 6.00 | 4.97 | -1.29       | -1.33 | nr    | -0.71 | ns   | -0.90 | ns   | ns   | ns   | -1.01 | -0.52 | —    | -1.29 | -0.76 | -0.80 | ns   |
|           |    | V20GLG | 4.32                | 5.22 | 6.48 | 5.32 | -1.20       | -1.20 | -0.60 | -0.93 | ns   | -0.88 | ns   | nr   | ns   | -0.91 | ns    | —    | -1.32 | -0.79 | -0.53 | ns   |
|           |    | Van20  | 4.55                | 5.65 | 7.00 | 5.74 | -1.43       | -1.39 | -0.63 | -1.11 | ns   | -0.96 | ns   | nr   | ns   | -0.81 | ns    | —    | -1.58 | -1.11 | -0.52 | ns   |
| Sda       | 59 | Tot20  | 3.00                | 3.64 | 4.52 | 3.68 | ns          | ns    | 0.88  | ns    | 1.12 | nr    | 1.14 | 1.15 | 1.44 | ns    | 0.77  | 1.29 | —     | 0.53  | nr    | ns   |
|           |    | V20GLG | 3.50                | 4.00 | 4.32 | 4.00 | ns          | ns    | 0.72  | ns    | 1.28 | nr    | 1.14 | 0.99 | 1.48 | nr    | 1.30  | 1.32 | —     | 0.53  | 0.79  | ns   |
|           |    | Van20  | 3.68                | 4.19 | 4.64 | 4.16 | ns          | ns    | 0.95  | ns    | 1.73 | 0.62  | 1.55 | 1.22 | 1.61 | 0.77  | 1.85  | 1.58 | —     | nr    | 1.06  | 2.29 |
| Sva       | 28 | Tot20  | 3.57                | 4.20 | 4.90 | 4.21 | -0.53       | -0.57 | ns    | ns    | 0.59 | ns    | 0.61 | 0.62 | 0.91 | ns    | ns    | 0.76 | -0.53 | —     | ns    | ns   |
|           |    | V20GLG | 4.06                | 4.49 | 5.08 | 4.53 | nr          | nr    | ns    | ns    | 0.75 | ns    | 0.61 | nr   | 0.95 | ns    | 0.77  | 0.79 | -0.53 | —     | ns    | ns   |
|           |    | Van20  | 4.19                | 4.55 | 5.20 | 4.63 | ns          | ns    | nr    | ns    | 1.26 | ns    | 1.08 | 0.75 | 1.14 | ns    | 1.38  | 1.11 | nr    | —     | 0.59  | 1.82 |
| Ddr       | 19 | Tot20  | 3.50                | 4.00 | 5.65 | 4.17 | nr          | -0.53 | ns    | ns    | 0.63 | ns    | 0.65 | 0.66 | 0.95 | ns    | ns    | 0.80 | nr    | ns    | —     | ns   |
|           |    | V20GLG | 4.04                | 4.22 | 6.58 | 4.79 | -0.67       | -0.67 | ns    | ns    | nr   | nr    | nr   | ns   | 0.69 | nr    | 0.51  | 0.53 | -0.79 | ns    | —     | ns   |
|           |    | Van20  | 4.20                | 4.40 | 7.05 | 5.22 | -0.91       | -0.87 | ns    | ns    | 0.67 | nr    | nr   | ns   | ns   | ns    | 0.79  | 0.52 | -1.06 | -0.59 | —     | 1.23 |
| Dda       | 2  | Tot20  | 4.31                | 4.35 | 4.40 | 4.35 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | —    |
|           |    | V20GLG | 4.68                | 4.80 | 4.91 | 4.80 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | —    |
|           |    | Van20  | 5.96                | 6.45 | 6.95 | 6.45 | -2.14       | -2.10 | -1.34 | -1.82 | ns   | -1.67 | ns   | ns   | ns   | -1.52 | ns    | ns   | -2.29 | -1.82 | -1.23 | —    |

Deel 2 Bandbreedte en verschillen voor FG-Typen binnen Lössgronden (L), Keileemgronden (X), Tertiaire kleigronden (T), Rivierkleigronden (F), Kleigronden ongedifferentieerd (K) Zeekleigronden (M) en Veen- en moerige gronden (V).

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |     |     |    |       |       |       |      |      |      |     |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |       |     |       |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-----|-----|----|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-----|-------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Lvr         | Lva | Lvy | Ln | Lkr   | Xs    | Ts    | FdA  | FvC  | FuA  | FIA | FiC   | FiCg | FZvC  | FZk   | FZkf  | FVnC  | Kie   | KVn   | MvA  | MvC   | Muz  | Vv    | Vnh  | Vk    | Vkf   | VZn | VZk   | VZkf  |
| Lvr       | 4  | Tot20  | 4.24                | 5.90 | 6.54 | 5.60 | —           | ns  | ns  | ns | ns    | -1.14 | ns    | ns   | 1.28 | 1.19 | ns  | ns    | ns   | ns    | -0.86 | ns    | ns    | -1.14 | ns    | ns   | ns    | 1.75 | -0.80 | ns   | ns    | ns    | ns  | -0.80 | -0.96 |
|           |    | V20GLG | 4.33                | 5.94 | 6.44 | 5.61 | —           | ns  | ns  | ns | ns    | -0.92 | ns    | 1.00 | ns   | 1.27 | ns  | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.87 | ns    | 1.48 | ns    | 0.77 | ns    | ns    | ns  | ns    | ns    |
|           |    | Van20  | 4.49                | 6.30 | 6.50 | 5.82 | —           | ns  | ns  | ns | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.14 | ns    | 1.43 | ns    | ns   | ns    | ns    | ns  | ns    | ns    |
| Lva       | 3  | Tot20  | 5.63                | 6.80 | 6.98 | 6.43 | ns          | —   | ns  | ns | -1.20 | -1.97 | -1.37 | ns   | ns   | ns   | ns  | -1.60 | ns   | -1.51 | -1.69 | -1.43 | -1.05 | -1.97 | -1.57 | ns   | -1.57 | ns   | -1.63 | ns   | -1.48 | -1.04 | ns  | -1.63 | -1.79 |
|           |    | V20GLG | 5.54                | 6.27 | 6.43 | 6.06 | ns          | —   | ns  | ns | ns    | -1.37 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | -0.91 | -0.94 | ns    | ns    | -1.20 | -0.86 | ns   | -0.82 | ns   | -1.05 | ns   | -0.81 | ns    | ns  | -0.98 | ns    |
|           |    | Van20  | 6.51                | 6.60 | 6.96 | 6.70 | ns          | —   | ns  | ns | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | -1.08 | -1.03 | ns    | ns    | -1.52 | -1.07 | ns   | -1.07 | ns   | -1.15 | ns   | ns    | ns    | ns  | -1.18 | ns    |
| Lvy       | 11 | Tot20  | 4.60                | 6.60 | 7.35 | 6.29 | ns          | ns  | —   | ns | -1.06 | -1.83 | -1.23 | ns   | ns   | ns   | ns  | -1.46 | ns   | -1.37 | -1.55 | -1.29 | -0.91 | -1.83 | -1.43 | ns   | -1.43 | ns   | -1.49 | ns   | -1.34 | -0.90 | ns  | -1.49 | -1.65 |
|           |    | V20GLG | 5.07                | 6.40 | 7.00 | 6.17 | ns          | ns  | —   | ns | -0.70 | -1.48 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | -0.75 | ns   | -1.02 | -1.05 | ns    | ns    | -1.31 | -0.97 | ns   | -0.93 | ns   | -1.16 | ns   | -0.92 | -0.70 | ns  | -1.09 | -0.87 |
|           |    | Van20  | 5.20                | 6.90 | 7.65 | 6.56 | ns          | ns  | —   | ns | ns    | -0.86 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | -0.94 | -0.89 | ns    | ns    | -1.38 | -0.93 | ns   | -0.93 | ns   | -1.01 | ns   | -0.72 | -0.67 | ns  | -1.04 | ns    |
| Ln        | 3  | Tot20  | 6.04                | 6.35 | 6.40 | 6.25 | ns          | ns  | ns  | —  | ns    | -1.79 | -1.19 | ns   | ns   | ns   | ns  | -1.42 | ns   | -1.33 | -1.51 | ns    | ns    | -1.79 | -1.39 | ns   | -1.39 | ns   | -1.45 | ns   | -1.30 | ns    | ns  | -1.45 | -1.61 |
|           |    | V20GLG | 5.86                | 6.38 | 6.40 | 6.19 | ns          | ns  | ns  | —  | ns    | -1.50 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | -1.04 | -1.07 | ns    | ns    | -1.33 | -0.99 | ns   | -0.95 | ns   | -1.18 | ns   | -0.94 | ns    | ns  | -1.11 | -0.89 |
|           |    | Van20  | 6.52                | 6.70 | 6.97 | 6.73 | ns          | ns  | ns  | —  | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns   | -1.11 | -1.06 | ns    | ns    | -1.55 | -1.10 | ns   | -1.10 | ns   | -1.18 | ns   | ns    | ns    | ns  | -1.21 | ns    |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |       |       |       |       |    |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Lvr         | Lva  | Lvy  | Ln   | Lkr   | Xs    | Ts    | FdA  | FvC  | FuA  | FiA  | FiC   | FiCg | FZvC  | FZk   | FZkf  | FVnC  | Kie   | KVn   | MvA  | MvC   | Muz  | Vv    | Vnh  | Vk    | Vkf   | VZn   | VZk   | VZkf  |    |
| Lkr       | 6  | Tot20  | 4.33                | 5.35 | 5.95 | 5.23 | ns          | 1.20 | 1.06 | ns   | —     | ns    | ns    | 1.15 | 1.65 | 1.56 | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | 1.17  | ns   | 2.12  | ns   | 1.04  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns |
|           |    | V20GLG | 4.98                | 5.63 | 5.85 | 5.47 | ns          | ns   | 0.70 | ns   | —     | ns    | ns    | 1.14 | 1.13 | 1.41 | 1.11 | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.01 | ns    | 1.62 | ns    | 0.91 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 5.58                | 6.25 | 6.50 | 6.13 | ns          | ns   | ns   | ns   | —     | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.95 | ns   | 0.83  | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns |
| Xs        | 5  | Tot20  | 4.04                | 4.20 | 5.28 | 4.46 | 1.14        | 1.97 | 1.83 | 1.79 | ns    | —     | ns    | 1.92 | 2.42 | 2.33 | 1.79 | ns    | 1.59 | ns    | ns    | ns    | 0.92  | ns    | ns    | 1.94 | ns    | 2.89 | ns    | 1.81 | ns    | 0.93  | 1.24  | ns    | ns    |    |
|           |    | V20GLG | 4.32                | 4.83 | 4.91 | 4.69 | 0.92        | 1.37 | 1.48 | 1.50 | ns    | —     | 0.99  | 1.92 | 1.91 | 2.19 | 1.89 | 0.73  | 1.53 | ns    | ns    | 1.20  | 0.88  | ns    | ns    | 1.79 | ns    | 2.40 | ns    | 1.69 | ns    | 0.78  | 1.07  | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 5.16                | 5.80 | 5.98 | 5.70 | ns          | ns   | 0.86 | ns   | ns    | —     | ns    | 1.05 | ns   | 1.20 | 1.30 | ns    | 1.18 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.26 | ns    | 1.55 | ns    | 0.80 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
| Ts        | 5  | Tot20  | 4.34                | 4.50 | 6.48 | 5.06 | ns          | 1.37 | 1.23 | 1.19 | ns    | ns    | —     | 1.32 | 1.82 | 1.73 | ns   | ns    | 0.99 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.34 | ns    | 2.29 | ns    | 1.21 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
|           |    | V20GLG | 4.16                | 6.40 | 6.97 | 5.68 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.99 | —     | 0.93 | ns   | 1.20 | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.80 | ns    | 1.41 | -0.67 | 0.70 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 4.50                | 7.00 | 7.50 | 6.20 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | —     | ns   | ns   | ns   | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | -1.02 | ns    | ns   | ns    | ns   | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
| FdA       | 4  | Tot20  | 6.08                | 6.50 | 6.50 | 6.38 | ns          | ns   | ns   | ns   | -1.15 | -1.92 | -1.32 | —    | ns   | ns   | ns   | -1.55 | ns   | -1.46 | -1.64 | -1.38 | -1.00 | -1.92 | -1.52 | ns   | -1.52 | ns   | -1.58 | ns   | -1.43 | -0.99 | ns    | -1.58 | -1.74 |    |
|           |    | V20GLG | 6.31                | 6.59 | 6.95 | 6.61 | -1.00       | ns   | ns   | ns   | -1.14 | -1.92 | -0.93 | —    | ns   | ns   | ns   | -1.19 | ns   | -1.46 | -1.49 | ns    | -1.04 | -1.75 | -1.41 | ns   | -1.37 | ns   | -1.60 | ns   | -1.36 | -1.14 | -0.85 | -1.53 | -1.31 |    |
|           |    | Van20  | 6.50                | 6.75 | 7.00 | 6.75 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.05 | ns    | —    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns   | -1.13 | -1.08 | ns    | ns    | -1.57 | -1.12 | ns   | -1.12 | ns   | -1.20 | ns   | -0.91 | -0.86 | ns    | -1.23 | ns    |    |
| FvC       | 2  | Tot20  | 6.76                | 6.88 | 6.99 | 6.88 | -1.28       | ns   | ns   | ns   | -1.65 | -2.42 | -1.82 | ns   | —    | ns   | ns   | -2.05 | ns   | -1.96 | -2.14 | -1.88 | -1.50 | -2.42 | -2.02 | ns   | -2.02 | ns   | -2.08 | ns   | -1.93 | -1.49 | -1.18 | -2.08 | -2.24 |    |
|           |    | V20GLG | 6.42                | 6.60 | 6.78 | 6.60 | ns          | ns   | ns   | ns   | -1.13 | -1.91 | ns    | ns   | —    | ns   | ns   | -1.18 | ns   | -1.45 | -1.48 | ns    | ns    | -1.74 | -1.40 | ns   | -1.36 | ns   | -1.59 | ns   | -1.35 | -1.13 | ns    | -1.52 | -1.30 |    |
|           |    | Van20  | 6.91                | 6.95 | 7.00 | 6.95 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns   | —    | ns   | ns   | ns    | ns   | -1.33 | -1.28 | ns    | ns    | -1.77 | -1.32 | ns   | -1.32 | ns   | -1.40 | ns   | ns    | ns    | ns    | -1.43 | ns    |    |
| FuA       | 4  | Tot20  | 6.47                | 6.88 | 7.00 | 6.79 | -1.19       | ns   | ns   | ns   | -1.56 | -2.33 | -1.73 | ns   | ns   | —    | ns   | -1.96 | ns   | -1.87 | -2.05 | -1.79 | -1.41 | -2.33 | -1.93 | ns   | -1.93 | ns   | -1.99 | ns   | -1.84 | -1.40 | -1.09 | -1.99 | -2.15 |    |
|           |    | V20GLG | 6.65                | 6.97 | 7.00 | 6.88 | -1.27       | ns   | ns   | ns   | -1.41 | -2.19 | -1.20 | ns   | ns   | —    | ns   | -1.46 | ns   | -1.73 | -1.76 | ns    | -1.31 | -2.02 | -1.68 | ns   | -1.64 | ns   | -1.87 | ns   | -1.63 | -1.41 | -1.12 | -1.80 | -1.58 |    |
|           |    | Van20  | 6.66                | 7.00 | 7.00 | 6.90 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.20 | ns    | ns   | ns   | —    | ns   | ns    | ns   | -1.28 | -1.23 | ns    | ns    | -1.72 | -1.27 | ns   | -1.27 | ns   | -1.35 | ns   | -1.06 | -1.01 | -0.94 | -1.38 | ns    |    |
| FiA       | 2  | Tot20  | 6.03                | 6.25 | 6.48 | 6.25 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.79 | ns    | ns   | ns   | ns   | —    | -1.42 | ns   | -1.33 | -1.51 | ns    | ns    | -1.79 | -1.39 | ns   | -1.39 | ns   | -1.45 | ns   | -1.30 | ns    | ns    | -1.45 | -1.61 |    |
|           |    | V20GLG | 6.44                | 6.59 | 6.73 | 6.58 | ns          | ns   | ns   | ns   | -1.11 | -1.89 | ns    | ns   | ns   | ns   | —    | -1.16 | ns   | -1.43 | -1.46 | ns    | ns    | -1.72 | -1.38 | ns   | -1.34 | ns   | -1.57 | ns   | -1.33 | -1.11 | ns    | -1.50 | -1.28 |    |
|           |    | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.00 | 7.00 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.30 | ns    | ns   | ns   | ns   | —    | ns    | ns   | -1.38 | -1.33 | ns    | ns    | -1.82 | -1.37 | ns   | -1.37 | ns   | -1.45 | ns   | -1.16 | ns    | ns    | -1.48 | ns    |    |
| FiC       | 15 | Tot20  | 3.84                | 4.80 | 6.30 | 4.83 | ns          | 1.60 | 1.46 | 1.42 | ns    | ns    | ns    | 1.55 | 2.05 | 1.96 | 1.42 | —     | 1.22 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.57 | ns    | 2.52 | ns    | 1.44 | ns    | 0.56  | 0.87  | ns    | ns    |    |
|           |    | V20GLG | 4.29                | 5.44 | 6.40 | 5.42 | ns          | ns   | 0.75 | ns   | ns    | -0.73 | ns    | 1.19 | 1.18 | 1.46 | 1.16 | —     | 0.80 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.06 | ns    | 1.67 | nr    | 0.96 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 4.85                | 6.50 | 7.15 | 6.11 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns   | —     | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.93 | nr    | 0.85 | nr    | ns   | -0.56 | ns   | ns    | ns    | ns    | -0.59 | ns    |    |
| FiCg      | 4  | Tot20  | 5.53                | 5.95 | 6.71 | 6.05 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.59 | -0.99 | ns   | ns   | ns   | ns   | -1.22 | —    | -1.13 | -1.31 | ns    | ns    | -1.59 | -1.19 | ns   | -1.19 | 1.30 | -1.25 | ns   | -1.10 | ns    | ns    | -1.25 | -1.41 |    |
|           |    | V20GLG | 5.80                | 6.31 | 6.51 | 6.22 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.53 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns   | -0.80 | —    | -1.07 | -1.10 | ns    | ns    | -1.36 | -1.02 | ns   | -0.98 | ns   | -1.21 | ns   | -0.97 | -0.75 | ns    | -1.14 | -0.92 |    |
|           |    | Van20  | 6.08                | 6.75 | 7.85 | 6.88 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.18 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns   | ns    | —    | -1.26 | -1.21 | ns    | ns    | -1.70 | -1.25 | ns   | -1.25 | ns   | -1.33 | ns   | -1.04 | -0.99 | -0.92 | -1.36 | ns    |    |
| FZvC      | 22 | Tot20  | 3.81                | 4.80 | 6.00 | 4.92 | ns          | 1.51 | 1.37 | 1.33 | ns    | ns    | ns    | 1.46 | 1.96 | 1.87 | 1.33 | ns    | 1.13 | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.48 | ns    | 2.43 | ns    | 1.35 | ns    | nr    | 0.78  | ns    | ns    |    |
|           |    | V20GLG | 4.03                | 5.21 | 6.47 | 5.15 | ns          | 0.91 | 1.02 | 1.04 | ns    | ns    | ns    | 1.46 | 1.45 | 1.73 | 1.43 | ns    | 1.07 | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.33 | ns    | 1.94 | ns    | 1.23 | ns    | ns    | 0.61  | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 4.22                | 5.75 | 6.60 | 5.62 | ns          | 1.08 | 0.94 | 1.11 | ns    | ns    | ns    | 1.13 | 1.33 | 1.28 | 1.38 | ns    | 1.26 | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.34 | ns    | 1.63 | ns    | 0.88 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.60  |    |
| FZk       | 59 | Tot20  | 3.60                | 4.69 | 6.00 | 4.74 | 0.86        | 1.69 | 1.55 | 1.51 | ns    | ns    | ns    | 1.64 | 2.14 | 2.05 | 1.51 | ns    | 1.31 | ns    | —     | ns    | 0.64  | ns    | ns    | 1.66 | ns    | 2.61 | ns    | 1.53 | ns    | 0.65  | 0.96  | ns    | ns    |    |
|           |    | V20GLG | 4.22                | 5.00 | 6.26 | 5.12 | ns          | 0.94 | 1.05 | 1.07 | ns    | ns    | ns    | 1.49 | 1.48 | 1.76 | 1.46 | ns    | 1.10 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.36 | ns    | 1.97 | ns    | 1.26 | ns    | nr    | 0.64  | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.50 | 7.05 | 5.67 | ns          | 1.03 | 0.89 | 1.06 | ns    | ns    | ns    | 1.08 | 1.28 | 1.23 | 1.33 | ns    | 1.21 | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.29 | ns    | 1.58 | ns    | 0.83 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.55  |    |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Lvr         | Lva  | Lvy  | Ln   | Lkr   | Xs    | Ts    | FdA   | FvC  | FuA  | FiA  | FiC   | FiCg  | FZvC  | FZk   | FZkf  | FVnC  | Kie   | KVn   | MvA   | MvC   | Muz   | Vv    | Vnh   | Vk    | Vkf   | VZn   | VZk   | VZkf  |       |    |
| FZkf      | 2  | Tot20  | 5.00                | 5.00 | 5.00 | 5.00 | ns          | 1.43 | 1.29 | ns   | ns    | ns    | ns    | 1.38  | 1.88 | 1.79 | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.40  | ns    | 2.35  | ns    | 1.27  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns |
|           |    | V20GLG | 5.88                | 5.90 | 5.91 | 5.89 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.20 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns |
|           |    | Van20  | 6.50                | 6.50 | 6.50 | 6.50 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | -1.32 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns |
| FVnC      | 8  | Tot20  | 4.87                | 5.00 | 6.80 | 5.38 | ns          | 1.05 | 0.91 | ns   | ns    | -0.92 | ns    | 1.00  | 1.50 | 1.41 | ns   | ns    | ns    | ns    | -0.64 | ns    | —     | -0.92 | ns    | 1.02  | ns    | 1.97  | -0.58 | 0.89  | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.58 | -0.74 |    |
|           |    | V20GLG | 5.13                | 5.33 | 6.77 | 5.57 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.88 | ns    | 1.04  | ns   | 1.31 | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 0.91  | ns    | 1.52  | -0.56 | 0.81  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |    |
|           |    | Van20  | 5.50                | 6.00 | 7.33 | 6.19 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | -1.01 | ns    | 0.77  | ns    | ns    | -0.64 | ns    | ns    | ns    | ns    | -0.67 | ns    | ns    |    |
| Kie       | 5  | Tot20  | 4.22                | 4.40 | 4.82 | 4.46 | 1.14        | 1.97 | 1.83 | 1.79 | ns    | ns    | ns    | 1.92  | 2.42 | 2.33 | 1.79 | ns    | 1.59  | ns    | ns    | ns    | 0.92  | —     | ns    | 1.94  | ns    | 2.89  | ns    | 1.81  | ns    | 0.93  | 1.24  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.48                | 4.81 | 5.37 | 4.86 | ns          | 1.20 | 1.31 | 1.33 | ns    | ns    | ns    | 1.75  | 1.74 | 2.02 | 1.72 | ns    | 1.36  | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.62  | ns    | 2.23  | ns    | 1.52  | ns    | ns    | 0.90  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | Van20  | 4.62                | 5.00 | 5.92 | 5.18 | ns          | 1.52 | 1.38 | 1.55 | 0.95  | ns    | 1.02  | 1.57  | 1.77 | 1.72 | 1.82 | 0.93  | 1.70  | ns    | ns    | 1.32  | 1.01  | —     | ns    | 1.78  | ns    | 2.07  | ns    | 1.32  | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.04  |       |    |
| KVn       | 53 | Tot20  | 4.30                | 4.80 | 5.88 | 4.86 | ns          | 1.57 | 1.43 | 1.39 | ns    | ns    | ns    | 1.52  | 2.02 | 1.93 | 1.39 | ns    | 1.19  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.54  | ns    | 2.49  | ns    | 1.41  | ns    | 0.53  | 0.84  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.55                | 5.16 | 6.18 | 5.20 | ns          | 0.86 | 0.97 | 0.99 | ns    | ns    | ns    | 1.41  | 1.40 | 1.68 | 1.38 | ns    | 1.02  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.28  | ns    | 1.89  | ns    | 1.18  | ns    | ns    | 0.56  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | Van20  | 4.96                | 5.50 | 6.54 | 5.63 | ns          | 1.07 | 0.93 | 1.10 | ns    | ns    | ns    | 1.12  | 1.32 | 1.27 | 1.37 | nr    | 1.25  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.33  | ns    | 1.62  | ns    | 0.87  | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.59  |    |
| MvA       | 16 | Tot20  | 5.28                | 6.55 | 7.00 | 6.40 | ns          | ns   | ns   | ns   | -1.17 | -1.94 | -1.34 | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.57 | ns    | -1.48 | -1.66 | -1.40 | -1.02 | -1.94 | -1.54 | —     | -1.54 | ns    | -1.60 | ns    | -1.45 | -1.01 | -0.70 | -1.60 | -1.76 |       |    |
|           |    | V20GLG | 5.54                | 6.52 | 7.21 | 6.48 | -0.87       | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.01 | -1.79 | -0.80 | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.06 | ns    | -1.33 | -1.36 | ns    | -0.91 | -1.62 | -1.28 | —     | -1.24 | ns    | -1.47 | ns    | -1.23 | -1.01 | -0.72 | -1.40 | -1.18 |    |
|           |    | Van20  | 6.45                | 7.00 | 7.50 | 6.96 | -1.14       | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.83 | -1.26 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.85 | ns    | -1.34 | -1.29 | ns    | -0.77 | -1.78 | -1.33 | —     | -1.33 | ns    | -1.41 | ns    | -1.12 | -1.07 | -1.00 | -1.44 | -0.74 |    |
| MvC       | 50 | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.20 | 4.86 | ns          | 1.57 | 1.43 | 1.39 | ns    | ns    | ns    | 1.52  | 2.02 | 1.93 | 1.39 | ns    | 1.19  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.54  | —     | 2.49  | ns    | 1.41  | ns    | 0.53  | 0.84  | ns    | ns    |       |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.42                | 5.11 | 6.25 | 5.24 | ns          | 0.82 | 0.93 | 0.95 | ns    | ns    | ns    | 1.37  | 1.36 | 1.64 | 1.34 | ns    | 0.98  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.24  | —     | 1.85  | ns    | 1.14  | ns    | ns    | 0.52  | ns    | ns    |       |       |    |
|           |    | Van20  | 4.78                | 5.50 | 6.91 | 5.63 | ns          | 1.07 | 0.93 | 1.10 | ns    | ns    | ns    | 1.12  | 1.32 | 1.27 | 1.37 | nr    | 1.25  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.33  | —     | 1.62  | ns    | 0.87  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.59  |       |    |
| Muz       | 2  | Tot20  | 7.21                | 7.35 | 7.48 | 7.35 | -1.75       | ns   | ns   | ns   | ns    | -2.12 | -2.89 | -2.29 | ns   | ns   | ns   | ns    | -2.52 | -1.30 | -2.43 | -2.61 | -2.35 | -1.97 | -2.89 | -2.49 | ns    | -2.49 | —     | -2.55 | ns    | -2.40 | -1.96 | -1.65 | -2.55 | -2.71 |    |
|           |    | V20GLG | 7.01                | 7.09 | 7.17 | 7.09 | -1.48       | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.62 | -2.40 | -1.41 | ns   | ns   | ns   | ns    | -1.67 | ns    | -1.94 | -1.97 | ns    | -1.52 | -2.23 | -1.89 | ns    | -1.85 | —     | -2.08 | ns    | -1.84 | -1.62 | -1.33 | -2.01 | -1.79 |    |
|           |    | Van20  | 7.03                | 7.25 | 7.48 | 7.25 | -1.43       | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | -1.55 | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | -1.63 | -1.58 | ns    | ns    | -2.07 | -1.62 | ns    | -1.62 | —     | -1.70 | ns    | -1.41 | -1.36 | -1.29 | -1.73 | ns    |    |
| Vv        | 66 | Tot20  | 4.20                | 4.70 | 5.80 | 4.80 | 0.80        | 1.63 | 1.49 | 1.45 | ns    | ns    | ns    | 1.58  | 2.08 | 1.99 | 1.45 | ns    | 1.25  | ns    | ns    | ns    | 0.58  | ns    | ns    | 1.60  | ns    | 2.55  | —     | 1.47  | ns    | 0.59  | 0.90  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.34                | 5.00 | 5.93 | 5.01 | ns          | 1.05 | 1.16 | 1.18 | ns    | ns    | 0.67  | 1.60  | 1.59 | 1.87 | 1.57 | nr    | 1.21  | ns    | ns    | ns    | 0.56  | ns    | ns    | 1.47  | ns    | 2.08  | —     | 1.37  | ns    | nr    | 0.75  | ns    | ns    |       |    |
|           |    | Van20  | 5.00                | 5.40 | 6.35 | 5.55 | ns          | 1.15 | 1.01 | 1.18 | ns    | ns    | ns    | 1.20  | 1.40 | 1.35 | 1.45 | 0.56  | 1.33  | ns    | ns    | ns    | 0.64  | ns    | ns    | 1.41  | ns    | 1.70  | —     | 0.95  | ns    | nr    | ns    | ns    | 0.67  |       |    |
| Vnh       | 20 | Tot20  | 4.95                | 6.36 | 7.02 | 6.27 | ns          | ns   | ns   | ns   | -1.04 | -1.81 | -1.21 | ns    | ns   | ns   | ns   | -1.44 | ns    | -1.35 | -1.53 | -1.27 | -0.89 | -1.81 | -1.41 | ns    | -1.41 | ns    | -1.47 | —     | -1.32 | -0.88 | -0.57 | -1.47 | -1.63 |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.88                | 6.56 | 7.00 | 6.38 | -0.77       | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.91 | -1.69 | -0.70 | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.96 | ns    | -1.23 | -1.26 | ns    | -0.81 | -1.52 | -1.18 | ns    | -1.14 | ns    | -1.37 | —     | -1.13 | -0.91 | -0.62 | -1.30 | -1.08 |    |
|           |    | Van20  | 5.49                | 6.63 | 7.00 | 6.50 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns    | -0.80 | ns    | ns    | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | -0.88 | -0.83 | ns    | ns    | -1.32 | -0.87 | ns    | -0.87 | ns    | -0.95 | —     | -0.66 | -0.61 | ns    | -0.98 | ns    |    |
| Vk        | 46 | Tot20  | 4.04                | 4.80 | 6.30 | 4.95 | ns          | 1.48 | 1.34 | 1.30 | ns    | ns    | ns    | 1.43  | 1.93 | 1.84 | 1.30 | ns    | 1.10  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.45  | ns    | 2.40  | ns    | 1.32  | —     | nr    | 0.75  | ns    | ns    |       |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.31                | 5.23 | 6.17 | 5.25 | ns          | 0.81 | 0.92 | 0.94 | ns    | ns    | ns    | 1.36  | 1.35 | 1.63 | 1.33 | ns    | 0.97  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.23  | ns    | 1.84  | ns    | 1.13  | —     | ns    | 0.51  | ns    | ns    |       |       |    |
|           |    | Van20  | 5.00                | 6.00 | 6.95 | 5.84 | ns          | ns   | 0.72 | ns   | ns    | ns    | ns    | 0.91  | ns   | 1.06 | 1.16 | ns    | 1.04  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.12  | ns    | 1.41  | ns    | 0.66  | —     | ns    | ns    | nr    | ns    | ns    |       |    |
| Vkf       | 36 | Tot20  | 4.30                | 5.39 | 6.35 | 5.39 | ns          | 1.04 | 0.90 | ns   | ns    | -0.93 | ns    | 0.99  | 1.49 | 1.40 | ns   | -0.56 | ns    | nr    | -0.65 | ns    | ns    | -0.93 | -0.53 | 1.01  | -0.53 | 1.96  | -0.59 | 0.88  | nr    | —     | ns    | -0.59 | -0.75 |       |    |
|           |    | V20GLG | 4.52                | 5.53 | 6.39 | 5.47 | ns          | ns   | 0.70 | ns   | ns    | -0.78 | ns    | 1.14  | 1.13 | 1.41 | 1.11 | ns    | 0.75  | ns    | nr    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.01  | ns    | 1.62  | nr    | 0.91  | ns    | —     | ns    | nr    | ns    |       |    |
|           |    | Van20  | 4.58                | 6.00 | 7.00 | 5.89 | ns          | ns   | 0.67 | ns   | ns    | ns    | ns    | 0.86  | ns   | 1.01 | ns   | ns    | 0.99  | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.07  | ns    | 1.36  | nr    | 0.61  | ns    | —     | ns    | nr    | ns    |       |    |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |      |      |     |       |    |      |      |      |      |       |      |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-----|-------|----|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | Lvr         | Lva  | Lvy  | Ln   | Lkr | Xs    | Ts | FdA  | FvC  | FuA  | FiA  | FiC   | FiCg | FZvC  | FZk   | FZkf  | FVnC | Kie   | KVn   | MvA   | MvC   | Muz   | Vv    | Vnh   | Vk    | Vkf  | VZn  | VZk   | VZkf  |
| VZn       | 11 | Tot20  | 3.85                | 6.50 | 7.00 | 5.70 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns  | -1.24 | ns | ns   | 1.18 | 1.09 | ns   | -0.87 | ns   | -0.78 | -0.96 | ns    | ns   | -1.24 | -0.84 | 0.70  | -0.84 | 1.65  | -0.90 | 0.57  | -0.75 | ns   | _    | -0.90 | -1.06 |
|           |    | V20GLG | 3.90                | 5.99 | 7.00 | 5.76 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns  | -1.07 | ns | 0.85 | ns   | 1.12 | ns   | ns    | ns   | -0.61 | -0.64 | ns    | ns   | -0.90 | -0.56 | 0.72  | -0.52 | 1.33  | -0.75 | 0.62  | -0.51 | ns   | _    | -0.68 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.10                | 6.30 | 7.00 | 5.96 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns | ns   | ns   | 0.94 | ns   | ns    | 0.92 | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | 1.00  | ns    | 1.29  | ns    | ns    | ns    | ns   | _    | ns    | ns    |
| VZk       | 82 | Tot20  | 4.01                | 4.77 | 5.80 | 4.80 | 0.80        | 1.63 | 1.49 | 1.45 | ns  | ns    | ns | 1.58 | 2.08 | 1.99 | 1.45 | ns    | 1.25 | ns    | ns    | ns    | 0.58 | ns    | ns    | 1.60  | ns    | 2.55  | ns    | 1.47  | ns    | 0.59 | 0.90 | _     | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.31                | 5.06 | 5.76 | 5.08 | ns          | 0.98 | 1.09 | 1.11 | ns  | ns    | ns | 1.53 | 1.52 | 1.80 | 1.50 | ns    | 1.14 | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | 1.40  | ns    | 2.01  | ns    | 1.30  | ns    | nr   | 0.68 | _     | ns    |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.50 | 6.79 | 5.52 | ns          | 1.18 | 1.04 | 1.21 | ns  | ns    | ns | 1.23 | 1.43 | 1.38 | 1.48 | 0.59  | 1.36 | ns    | ns    | ns    | 0.67 | ns    | ns    | 1.44  | ns    | 1.73  | ns    | 0.98  | nr    | nr   | ns   | _     | 0.70  |
| VZkf      | 10 | Tot20  | 4.15                | 4.65 | 5.29 | 4.64 | 0.96        | 1.79 | 1.65 | 1.61 | ns  | ns    | ns | 1.74 | 2.24 | 2.15 | 1.61 | ns    | 1.41 | ns    | ns    | ns    | 0.74 | ns    | ns    | 1.76  | ns    | 2.71  | ns    | 1.63  | ns    | 0.75 | 1.06 | ns    | _     |
|           |    | V20GLG | 4.70                | 5.11 | 6.13 | 5.30 | ns          | ns   | 0.87 | 0.89 | ns  | ns    | ns | 1.31 | 1.30 | 1.58 | 1.28 | ns    | 0.92 | ns    | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | 1.18  | ns    | 1.79  | ns    | 1.08  | ns    | ns   | ns   | ns    | _     |
|           |    | Van20  | 5.59                | 6.15 | 7.07 | 6.22 | ns          | ns   | ns   | ns   | ns  | ns    | ns | ns   | ns   | ns   | ns   | ns    | ns   | ns    | -0.60 | -0.55 | ns   | ns    | -1.04 | -0.59 | 0.74  | -0.59 | ns    | -0.67 | ns    | ns   | ns   | ns    | -0.70 |

## Humusvormgroepen

Voor de verklaring van de codes onder 'Cluster' zie Tabel 5.16.

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |      |       |      |       |      |      |       |       |      |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LH          | LV    | LZ    | LW   | LA    | LDH  | LDX   | DE   | DH   | DX    | RDX   | RM   | RX    |
| LH        | 481 | Tot20  | 4.00                | 5.00 | 6.60 | 5.06 | —           | -1.13 | -0.56 | nr   | ns    | nr   | -1.20 | ns   | ns   | -1.28 | -1.50 | nr   | -1.09 |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 5.20 | 6.75 | 5.32 | —           | -0.98 | nr    | ns   | nr    | nr   | -1.00 | ns   | ns   | -0.80 | -1.30 | nr   | -1.24 |
|           |     | Van20  | 4.70                | 5.80 | 7.20 | 5.90 | —           | -1.39 | -0.72 | ns   | -0.57 | nr   | -1.26 | nr   | ns   | -1.06 | -1.65 | nr   | -1.72 |
| LV        | 36  | Tot20  | 3.25                | 3.95 | 4.70 | 3.93 | 1.13        | —     | 0.57  | 0.94 | 1.03  | 0.86 | ns    | 1.19 | 1.07 | ns    | nr    | 0.89 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.87                | 4.21 | 5.15 | 4.34 | 0.98        | —     | 0.55  | 0.92 | 0.67  | 0.81 | ns    | 0.97 | 1.00 | ns    | nr    | 0.65 | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.50 | 5.25 | 4.51 | 1.39        | —     | 0.67  | 1.27 | 0.82  | 1.12 | ns    | 1.21 | 1.29 | ns    | ns    | 0.90 | ns    |
| LZ        | 105 | Tot20  | 3.50                | 4.40 | 6.08 | 4.50 | 0.56        | -0.57 | —     | nr   | nr    | nr   | -0.64 | 0.62 | 0.50 | -0.72 | -0.94 | nr   | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.02                | 4.69 | 6.79 | 4.89 | nr          | -0.55 | —     | nr   | ns    | nr   | -0.57 | nr   | nr   | nr    | -0.87 | ns   | -0.81 |
|           |     | Van20  | 4.15                | 5.00 | 7.50 | 5.18 | 0.72        | -0.67 | —     | 0.60 | ns    | nr   | -0.54 | 0.54 | 0.62 | ns    | -0.93 | ns   | -1.00 |
| LW        | 149 | Tot20  | 3.87                | 4.59 | 7.00 | 4.87 | nr          | -0.94 | nr    | —    | ns    | ns   | -1.01 | nr   | ns   | -1.09 | -1.31 | ns   | -0.90 |
|           |     | V20GLG | 4.29                | 5.00 | 6.79 | 5.26 | ns          | -0.92 | nr    | —    | nr    | ns   | -0.94 | ns   | ns   | -0.74 | -1.24 | nr   | -1.18 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.50 | 7.50 | 5.78 | ns          | -1.27 | -0.60 | —    | nr    | ns   | -1.14 | ns   | ns   | -0.94 | -1.53 | nr   | -1.60 |
| LA        | 216 | Tot20  | 4.20                | 4.90 | 6.23 | 4.96 | ns          | -1.03 | nr    | ns   | —     | nr   | -1.10 | nr   | ns   | -1.18 | -1.40 | ns   | -0.99 |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 4.95 | 6.16 | 5.01 | nr          | -0.67 | ns    | nr   | —     | nr   | -0.69 | nr   | nr   | nr    | -0.99 | ns   | -0.93 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.20 | 6.70 | 5.33 | 0.57        | -0.82 | ns    | nr   | —     | nr   | -0.69 | nr   | nr   | nr    | -1.08 | ns   | -1.15 |
| LDH       | 241 | Tot20  | 3.55                | 4.58 | 6.50 | 4.79 | nr          | -0.86 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.93 | nr   | nr   | -1.01 | -1.23 | ns   | -0.82 |
|           |     | V20GLG | 4.13                | 5.05 | 6.53 | 5.15 | nr          | -0.81 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.83 | nr   | ns   | -0.63 | -1.13 | ns   | -1.07 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.50 | 7.00 | 5.63 | nr          | -1.12 | nr    | ns   | nr    | —    | -0.99 | ns   | ns   | -0.79 | -1.38 | nr   | -1.45 |
| LDX       | 303 | Tot20  | 3.00                | 3.70 | 5.00 | 3.86 | 1.20        | ns    | 0.64  | 1.01 | 1.10  | 0.93 | —     | 1.26 | 1.14 | ns    | nr    | 0.96 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.59                | 4.09 | 6.03 | 4.32 | 1.00        | ns    | 0.57  | 0.94 | 0.69  | 0.83 | —     | 0.99 | 1.02 | ns    | nr    | 0.67 | ns    |
|           |     | Van20  | 3.90                | 4.30 | 7.00 | 4.64 | 1.26        | ns    | 0.54  | 1.14 | 0.69  | 0.99 | —     | 1.08 | 1.16 | ns    | nr    | 0.77 | ns    |
| DE        | 316 | Tot20  | 3.87                | 5.00 | 7.00 | 5.12 | ns          | -1.19 | -0.62 | nr   | nr    | nr   | -1.26 | —    | ns   | -1.34 | -1.56 | nr   | -1.15 |
|           |     | V20GLG | 4.10                | 5.22 | 6.71 | 5.31 | ns          | -0.97 | nr    | ns   | nr    | nr   | -0.99 | —    | ns   | -0.79 | -1.29 | nr   | -1.23 |
|           |     | Van20  | 4.35                | 5.70 | 7.00 | 5.72 | nr          | -1.21 | -0.54 | ns   | nr    | ns   | -1.08 | —    | ns   | -0.88 | -1.47 | nr   | -1.54 |
| DH        | 61  | Tot20  | 3.40                | 5.00 | 6.80 | 5.00 | ns          | -1.07 | -0.50 | ns   | ns    | nr   | -1.14 | ns   | —    | -1.22 | -1.44 | ns   | -1.03 |
|           |     | V20GLG | 3.96                | 5.07 | 6.96 | 5.34 | ns          | -1.00 | nr    | ns   | nr    | ns   | -1.02 | ns   | —    | -0.82 | -1.32 | nr   | -1.26 |
|           |     | Van20  | 4.13                | 5.90 | 7.00 | 5.80 | ns          | -1.29 | -0.62 | ns   | nr    | ns   | -1.16 | ns   | —    | -0.96 | -1.55 | nr   | -1.62 |
| DX        | 44  | Tot20  | 3.00                | 3.57 | 4.59 | 3.78 | 1.28        | ns    | 0.72  | 1.09 | 1.18  | 1.01 | ns    | 1.34 | 1.22 | —     | ns    | 1.04 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.51                | 4.24 | 6.21 | 4.52 | 0.80        | ns    | nr    | 0.74 | nr    | 0.63 | ns    | 0.79 | 0.82 | —     | -0.50 | nr   | ns    |
|           |     | Van20  | 3.52                | 4.50 | 7.00 | 4.84 | 1.06        | ns    | ns    | 0.94 | nr    | 0.79 | ns    | 0.88 | 0.96 | —     | -0.59 | 0.57 | ns    |
| RDX       | 256 | Tot20  | 3.00                | 3.50 | 4.00 | 3.56 | 1.50        | nr    | 0.94  | 1.31 | 1.40  | 1.23 | nr    | 1.56 | 1.44 | ns    | —     | 1.26 | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.63                | 4.05 | 4.30 | 4.02 | 1.30        | nr    | 0.87  | 1.24 | 0.99  | 1.13 | nr    | 1.29 | 1.32 | 0.50  | —     | 0.97 | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.60 | 4.25 | 1.65        | ns    | 0.93  | 1.53 | 1.08  | 1.38 | nr    | 1.47 | 1.55 | 0.59  | —     | 1.16 | ns    |
| RM        | 84  | Tot20  | 3.79                | 4.80 | 6.00 | 4.82 | nr          | -0.89 | nr    | ns   | ns    | ns   | -0.96 | nr   | ns   | -1.04 | -1.26 | —    | -0.85 |
|           |     | V20GLG | 4.16                | 4.92 | 6.47 | 4.99 | nr          | -0.65 | ns    | nr   | ns    | ns   | -0.67 | nr   | nr   | nr    | -0.97 | —    | -0.91 |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.20 | 7.00 | 5.41 | nr          | -0.90 | ns    | nr   | ns    | nr   | -0.77 | nr   | nr   | -0.57 | -1.16 | —    | -1.23 |
| RX        | 7   | Tot20  | 3.50                | 4.00 | 4.41 | 3.97 | 1.09        | ns    | ns    | 0.90 | 0.99  | 0.82 | ns    | 1.15 | 1.03 | ns    | ns    | 0.85 | —     |
|           |     | V20GLG | 4.01                | 4.07 | 4.18 | 4.08 | 1.24        | ns    | 0.81  | 1.18 | 0.93  | 1.07 | ns    | 1.23 | 1.26 | ns    | ns    | 0.91 | —     |
|           |     | Van20  | 4.05                | 4.20 | 4.28 | 4.18 | 1.72        | ns    | 1.00  | 1.60 | 1.15  | 1.45 | ns    | 1.54 | 1.62 | ns    | ns    | 1.23 | —     |

## Humusvormsubgroepen

Procentuele verdeling van de pH-profieltypen over Humusvormsubgroepen. Per Humusvormsubgroep is in de kolom 'Aantal' het aantal boringen gegeven, onder de pH-profieltypen geven wij aan hoe de verdeling (%) is binnen de rij.

| Humusvorm                    | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                              | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| LHz - Zandhydromull          | 36                                | 11 | 2  | 10 | 2    | 2    | 21   | 5    | 7   | 5    | 61     |
| LHc - Vlakhydromull          | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 3      |
| LHa - Akkerhydromull         | 61                                | 2  | 7  | 6  | 4    | -    | 18   | 2    | -   | -    | 90     |
| LHf - Beekhydromull          | 34                                | 16 | 7  | 7  | 1    | -    | 25   | 3    | 5   | -    | 285    |
| LHn - Kleihydromull          | 58                                | 4  | -  | -  | 23   | -    | 15   | -    | -   | -    | 26     |
| LVh - Heidevaagmull          | -                                 | 5  | -  | -  | -    | -    | 10   | 19   | 24  | 43   | 21     |
| LVz - Zandvaagmull           | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 67   | 17   | 17  | -    | 6      |
| LVf - Beekvaagmull           | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 2      |
| LAh - Heideakkermull         | 4                                 | 1  | 1  | 10 | 6    | -    | 68   | 4    | 6   | -    | 81     |
| LAe - Enkakkermull           | 12                                | 7  | -  | -  | 5    | 2    | 66   | 2    | 5   | -    | 56     |
| LAr - Radeakkermull          | 32                                | 8  | 2  | 13 | -    | -    | 38   | 6    | 2   | -    | 63     |
| LAt - Tuinakkermull          | -                                 | -  | -  | -  | 100  | -    | -    | -    | -   | -    | 4      |
| LZh - Heidezandmull          | 2                                 | 2  | -  | -  | 2    | -    | 25   | 28   | 22  | 18   | 40     |
| LZs - Schraalzandmull        | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 100 | -    | 2      |
| LZe - Ectozandmull           | -                                 | 14 | -  | -  | -    | -    | 57   | 29   | -   | -    | 7      |
| LZz - Zurezandmull           | 6                                 | 16 | 3  | 6  | -    | -    | 53   | 9    | 3   | 3    | 32     |
| LZd - Duinzandmull           | -                                 | -  | -  | -  | -    | 100  | -    | -    | -   | -    | 1      |
| LZk - Kalkzandmull           | 38                                | -  | -  | -  | 50   | -    | 12   | -    | -   | -    | 8      |
| LWs - Schraalwormmull        | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | 100  | -    | -   | -    | 1      |
| LWe - Ectowormmull           | -                                 | 67 | -  | -  | -    | -    | 33   | -    | -   | -    | 3      |
| LWz - Zurewormmull           | 18                                | 13 | 2  | 8  | 5    | 2    | 35   | 9    | 5   | 3    | 120    |
| LWk - Kalkwormmull           | 27                                | -  | -  | -  | 55   | 9    | 9    | -    | -   | -    | 22     |
| LDHb - Boshydromullmoder     | -                                 | 30 | 20 | -  | 5    | -    | -    | -    | 25  | 20   | 20     |
| LDHs - Schraalhydromullmoder | 15                                | 38 | 10 | 5  | -    | -    | 15   | 8    | 5   | 5    | 40     |
| LDHm - Moerhydromullmoder    | 55                                | 6  | 5  | 2  | 2    | -    | 15   | 9    | 2   | 5    | 65     |
| LDHw - Wormhydromullmoder    | 31                                | 17 | 6  | 11 | -    | -    | 20   | 8    | 8   | -    | 65     |
| LDHn - Kleihydromullmoder    | 73                                | -  | -  | -  | 27   | -    | -    | -    | -   | -    | 11     |
| LDXh - Heidexeromullmoder    | -                                 | -  | -  | -  | 4    | -    | 15   | 11   | 26  | 44   | 27     |
| LDXs - Schraalxeromullmoder  | 5                                 | 10 | 5  | -  | 5    | -    | 33   | 24   | 10  | 10   | 21     |
| LDXc - Vlakxeromullmoder     | 30                                | 10 | -  | -  | 50   | 10   | -    | -    | -   | -    | 10     |
| LDXz - Zandxeromullmoder     | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 12   | 24  | 64   | 122    |
| LDXl - Leemxeromullmoder     | -                                 | 11 | 3  | 3  | -    | 3    | -    | 22   | 14  | 44   | 36     |
| LDXa - Akkerxeromullmoder    | 5                                 | 10 | 5  | -  | -    | -    | 10   | 15   | 20  | 35   | 20     |
| LDXt - Turbomullmoder        | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 50  | 50   | 2      |
| DEn - Veeneerdmoder          | 40                                | 20 | -  | 20 | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 5      |
| DEb - Boseerdmoder           | 11                                | 22 | -  | -  | -    | -    | 11   | 11   | 11  | 33   | 9      |
| DEf - Beekeerdmoder          | 64                                | 11 | 4  | 3  | -    | -    | 12   | 2    | 1   | 2    | 92     |
| DEm - Meereerdmoder          | 42                                | 8  | -  | 28 | -    | -    | 17   | 3    | 3   | -    | 36     |
| DEk - Kalkeerdmoder          | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 14     |
| DEv - Vaageerdmoder          | 51                                | 5  | 2  | 5  | -    | -    | 10   | 2    | 12  | 12   | 41     |
| DEg - Gliedeerdmoder         | -                                 | -  | 33 | -  | -    | -    | -    | -    | 33  | 33   | 3      |
| DEo - Moereerdmoder          | 37                                | 13 | 3  | 10 | 6    | -    | 21   | -    | 7   | 2    | 86     |
| DHb - Boshydromoder          | 17                                | -  | 17 | -  | -    | -    | -    | -    | 33  | 33   | 6      |
| DHs - Schraalhydromoder      | 26                                | 16 | 5  | 11 | -    | -    | -    | -    | 21  | 21   | 19     |
| DHw - Wormhydromoder         | 47                                | 13 | 13 | 7  | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 15     |
| DHn - Kleihydromoder         | 90                                | -  | -  | -  | 10   | -    | -    | -    | -   | -    | 10     |
| DHc - Vlakhydromoder         | 100                               | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | 5      |
| DXh - Heidexeromoder         | -                                 | -  | 8  | -  | -    | -    | 15   | 23   | -   | 54   | 13     |
| DXv - Vaagxeromoder          | -                                 | -  | -  | -  | -    | 33   | -    | 33   | -   | 33   | 3      |

| Humusvorm                | pH-Profieltypen per Humusvorm (%) |    |    |    |      |      |      |      |     |      | Aantal |
|--------------------------|-----------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|-----|------|--------|
|                          | Kw                                | Ro | Rd | Lo | InBa | InBo | InAa | InAo | InZ | InZz |        |
| DXs - Schraalxeromoder   | 50                                | -  | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| DXt - Holtxeromoder      | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 25  | 75   | 4      |
| RDXh - Heidexeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 20  | 80   | 10     |
| RDXl - Lignoxeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 3      |
| RDXv - Vaagxeromormoder  | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 18   | 47  | 35   | 17     |
| RDXu - Humusxeromormoder | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 6    | 38  | 56   | 68     |
| RDXb - Bosxeromormoder   | -                                 | 1  | -  | -  | -    | -    | -    | 5    | 29  | 65   | 85     |
| RDXt - Holtxeromormoder  | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | 5    | 25  | 70   | 40     |
| RDXr - Ruwxeromormoder   | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 16  | 84   | 19     |
| RVe - Eerdveenmosmor     | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| RMh - Heidemesimor       | 20                                | -  | -  | 60 | -    | -    | 20   | -    | -   | -    | 5      |
| RMe - Eerdmesimor        | 36                                | 11 | 8  | 17 | -    | -    | 28   | -    | -   | -    | 36     |
| RMg - Gliedemesimor      | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| RMp - Rauwmesimor        | 33                                | -  | -  | 33 | -    | -    | -    | -    | -   | 33   | 3      |
| RMn - Veenmesimor        | 32                                | 9  | -  | 18 | -    | -    | 14   | 23   | 5   | -    | 22     |
| RMf - Beekmesimor        | -                                 | 50 | -  | -  | -    | -    | 50   | -    | -   | -    | 2      |
| RMv - Vaagmesimor        | 33                                | 25 | -  | 17 | -    | -    | -    | 8    | 17  | -    | 12     |
| RXh - Heidexeromor       | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | 80  | 20   | 5      |
| RXr - Ruwxeromor         | -                                 | -  | -  | -  | -    | -    | -    | -    | -   | 100  | 1      |
| Verdeling:               | 26                                | 9  | 3  | 5  | 3    | 1    | 20   | 6    | 11  | 16   | 2066   |

## Humusvormsubgroepen (Mull)

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LHz         | LHc  | LHa   | LHf   | LHn   | LVh   | LVz   | LVf   | LAh   | LAe   | LAr   | LAf  | LZh   | LZs   | LZe   | LZz   | LZk   | LWe   | LWz   | LWk  |      |
| LHz       | 64  | Tot20  | 3.87                | 4.80 | 6.09 | 4.77 | —           | 2.30 | 0.70  | ns    | 1.55  | -0.95 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.11 | -0.52 | ns    | ns    | ns    | 1.42  | ns    | ns    | 1.70 |      |
|           |     | V20GLG | 4.00                | 5.14 | 6.38 | 5.20 | —           | 1.83 | nr    | ns    | 1.22  | -0.99 | nr    | -1.06 | nr    | ns    | nr    | 1.45 | -0.72 | -1.01 | ns    | ns    | 1.58  | ns    | ns    | 1.23 |      |
|           |     | Van20  | 4.01                | 5.70 | 7.00 | 5.63 | —           | 1.54 | nr    | nr    | 1.26  | -1.25 | -0.83 | ns    | -0.51 | ns    | ns    | 1.18 | -0.88 | -1.38 | ns    | nr    | 1.31  | 1.77  | ns    | 1.30 |      |
| LHc       | 3   | Tot20  | 6.55                | 7.00 | 7.63 | 7.07 | -2.30       | —    | -1.60 | -2.22 | -0.75 | -3.25 | -2.60 | -3.12 | -2.15 | -2.11 | -2.19 | ns   | -2.82 | -2.83 | -2.71 | -2.54 | -0.88 | -2.90 | -2.46 | ns   |      |
|           |     | V20GLG | 6.80                | 7.00 | 7.28 | 7.03 | -1.83       | —    | -1.62 | -1.83 | ns    | -2.82 | -2.29 | -2.89 | -2.18 | -1.93 | -2.03 | ns   | -2.55 | -2.84 | -2.18 | -2.06 | ns    | -1.43 | -1.98 | ns   |      |
|           |     | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.45 | 7.17 | -1.54       | —    | -1.27 | -1.32 | ns    | -2.79 | -2.37 | -2.42 | -2.05 | -1.76 | -1.76 | ns   | -2.42 | -2.92 | -2.04 | -1.86 | ns    | ns    | -1.63 | ns   |      |
| LHa       | 93  | Tot20  | 4.40                | 5.30 | 6.88 | 5.47 | -0.70       | 1.60 | —     | -0.62 | 0.85  | -1.65 | -1.00 | -1.52 | -0.55 | -0.51 | -0.59 | 1.41 | -1.22 | -1.23 | -1.11 | -0.94 | 0.72  | -1.30 | -0.86 | 1.00 |      |
|           |     | V20GLG | 4.56                | 5.26 | 6.69 | 5.41 | nr          | 1.62 | —     | nr    | 1.01  | -1.20 | -0.67 | -1.27 | -0.56 | nr    | nr    | 1.24 | -0.93 | -1.22 | -0.56 | nr    | 1.37  | ns    | nr    | 1.02 |      |
|           |     | Van20  | 5.00                | 5.70 | 7.00 | 5.90 | nr          | 1.27 | —     | ns    | 0.99  | -1.52 | -1.10 | -1.15 | -0.78 | nr    | nr    | 0.91 | -1.15 | -1.65 | -0.77 | -0.59 | 1.04  | 1.50  | nr    | 1.03 |      |
| LHf       | 294 | Tot20  | 4.00                | 4.80 | 6.00 | 4.85 | ns          | 2.22 | 0.62  | —     | 1.47  | -1.03 | ns    | -0.90 | ns    | ns    | ns    | 2.03 | -0.60 | -0.61 | nr    | nr    | 1.34  | ns    | nr    | 1.62 |      |
|           |     | V20GLG | 4.26                | 5.12 | 6.46 | 5.20 | ns          | 1.83 | nr    | —     | 1.22  | -0.99 | nr    | -1.06 | nr    | ns    | nr    | 1.45 | -0.72 | -1.01 | ns    | nr    | 1.58  | ns    | nr    | 1.23 |      |
|           |     | Van20  | 4.64                | 5.80 | 7.07 | 5.85 | nr          | 1.32 | ns    | —     | 1.04  | -1.47 | -1.05 | -1.10 | -0.73 | nr    | nr    | 0.96 | -1.10 | -1.60 | -0.72 | -0.54 | 1.09  | 1.55  | nr    | 1.08 |      |
| LHn       | 27  | Tot20  | 4.80                | 6.50 | 7.00 | 6.32 | -1.55       | 0.75 | -0.85 | -1.47 | —     | -2.50 | -1.85 | -2.37 | -1.40 | -1.36 | -1.44 | ns   | -2.07 | -2.08 | -1.96 | -1.79 | ns    | -2.15 | -1.71 | ns   |      |
|           |     | V20GLG | 5.01                | 6.60 | 7.13 | 6.42 | -1.22       | ns   | -1.01 | -1.22 | —     | -2.21 | -1.68 | -2.28 | -1.57 | -1.32 | -1.42 | ns   | -1.94 | -2.23 | -1.57 | -1.45 | ns    | -0.82 | -1.37 | ns   |      |
|           |     | Van20  | 5.90                | 7.00 | 7.64 | 6.89 | -1.26       | ns   | -0.99 | -1.04 | —     | -2.51 | -2.09 | -2.14 | -1.77 | -1.48 | -1.48 | ns   | -2.14 | -2.64 | -1.76 | -1.58 | ns    | ns    | -1.35 | ns   |      |
| LVh       | 28  | Tot20  | 3.24                | 3.80 | 4.50 | 3.82 | 0.95        | 3.25 | 1.65  | 1.03  | 2.50  | —     | 0.65  | ns    | 1.10  | 1.14  | 1.06  | 3.06 | nr    | ns    | 0.54  | 0.71  | 2.37  | ns    | 0.79  | 2.65 |      |
|           |     | V20GLG | 3.80                | 4.16 | 4.98 | 4.21 | 0.99        | 2.82 | 1.20  | 0.99  | 2.21  | —     | 0.53  | ns    | 0.64  | 0.89  | 0.79  | 2.44 | ns    | ns    | 0.64  | 0.76  | 2.57  | 1.39  | 0.84  | 2.22 |      |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.40 | 5.00 | 4.38 | 1.25        | 2.79 | 1.52  | 1.47  | 2.51  | —     | ns    | ns    | 0.74  | 1.03  | 1.03  | 2.43 | nr    | ns    | 0.75  | 0.93  | 2.56  | 3.02  | 1.16  | 2.55 |      |
|           | LVz | 6      | Tot20               | 4.00 | 4.45 | 4.93 | 4.47        | ns   | 2.60  | 1.00  | ns    | 1.85  | -0.65 | —     | ns    | ns    | ns    | 2.41 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.72  | ns    | ns    | 2.00 |      |
|           |     |        | V20GLG              | 4.24 | 4.62 | 5.38 | 4.74        | nr   | 2.29  | 0.67  | nr    | 1.68  | -0.53 | —     | ns    | ns    | ns    | 1.91 | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.04  | 0.86  | ns    | 1.69 |      |
|           |     |        | Van20               | 4.29 | 4.65 | 5.50 | 4.80        | 0.83 | 2.37  | 1.10  | 1.05  | 2.09  | ns    | —     | ns    | ns    | 0.61  | 0.61 | 2.01  | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.14  | 2.60  | 0.74 | 2.13 |
|           | LVf | 2      | Tot20               | 3.91 | 3.95 | 4.00 | 3.95        | ns   | 3.12  | 1.52  | 0.90  | 2.37  | ns    | ns    | —     | 0.97  | 1.01  | 0.93 | 2.93  | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.24  | ns    | ns   | 2.52 |
|           |     |        | V20GLG              | 4.09 | 4.15 | 4.20 | 4.14        | 1.06 | 2.89  | 1.27  | 1.06  | 2.28  | ns    | ns    | —     | ns    | 0.96  | 0.86 | 2.51  | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.64  | 1.46  | 0.91 | 2.29 |
|           |     |        | Van20               | 4.53 | 4.75 | 4.98 | 4.75        | ns   | 2.42  | 1.15  | 1.10  | 2.14  | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns   | 2.06  | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.19  | 2.65  | ns   | 2.18 |
| LAh       | 88  | Tot20  | 4.20                | 4.80 | 6.00 | 4.92 | ns          | 2.15 | 0.55  | ns    | 1.40  | -1.10 | ns    | -0.97 | —     | ns    | ns    | 1.96 | -0.67 | -0.68 | -0.56 | nr    | 1.27  | -0.75 | nr    | 1.55 |      |
|           |     | V20GLG | 4.26                | 4.78 | 5.87 | 4.85 | nr          | 2.18 | 0.56  | nr    | 1.57  | -0.64 | ns    | ns    | —     | nr    | ns    | 1.80 | nr    | ns    | ns    | ns    | 1.93  | 0.75  | nr    | 1.58 |      |
|           |     | Van20  | 4.40                | 5.00 | 6.00 | 5.12 | 0.51        | 2.05 | 0.78  | 0.73  | 1.77  | -0.74 | ns    | ns    | —     | nr    | nr    | 1.69 | nr    | ns    | ns    | ns    | 1.82  | 2.28  | nr    | 1.81 |      |
|           | LAe | 59     | Tot20               | 4.30 | 4.80 | 5.80 | 4.96        | ns   | 2.11  | 0.51  | ns    | 1.36  | -1.14 | ns    | -1.01 | ns    | —     | ns   | 1.92  | -0.71 | -0.72 | -0.60 | nr    | 1.23  | -0.79 | nr   | 1.51 |
|           |     |        | V20GLG              | 4.35 | 5.09 | 6.05 | 5.10        | ns   | 1.93  | nr    | ns    | 1.32  | -0.89 | ns    | -0.96 | nr    | —     | ns   | 1.55  | -0.62 | -0.91 | ns    | ns    | 1.68  | ns    | ns   | 1.33 |
|           |     |        | Van20               | 4.50 | 5.40 | 6.57 | 5.41        | ns   | 1.76  | nr    | nr    | 1.48  | -1.03 | -0.61 | ns    | nr    | —     | ns   | 1.40  | -0.66 | -1.16 | ns    | ns    | 1.53  | 1.99  | ns   | 1.52 |
|           | LAr | 65     | Tot20               | 4.04 | 4.90 | 6.00 | 4.88        | ns   | 2.19  | 0.59  | ns    | 1.44  | -1.06 | ns    | -0.93 | ns    | ns    | —    | 2.00  | -0.63 | -0.64 | -0.52 | nr    | 1.31  | -0.71 | nr   | 1.59 |
|           |     |        | V20GLG              | 4.32 | 4.96 | 6.08 | 5.00        | nr   | 2.03  | nr    | nr    | 1.42  | -0.79 | ns    | -0.86 | ns    | ns    | —    | 1.65  | -0.52 | ns    | ns    | ns    | 1.78  | ns    | ns   | 1.43 |
|           |     |        | Van20               | 4.60 | 5.20 | 6.77 | 5.41        | ns   | 1.76  | nr    | nr    | 1.48  | -1.03 | -0.61 | ns    | nr    | ns    | —    | 1.40  | -0.66 | -1.16 | ns    | ns    | 1.53  | 1.99  | ns   | 1.52 |

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |      |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |      |  |  |  |  |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|--|--|--|--|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LHz         | LHc  | LHa   | LHf   | LHn  | LVh   | LVz   | LVf   | LAh   | LAe   | LAr   | LAt  | LZh   | LZs   | LZe   | LZz   | LZk  | LWe   | LWz   | LWk  |  |  |  |  |
| LAt       | 4   | Tot20  | 6.58                | 7.00 | 7.00 | 6.88 | -2.11       | ns   | -1.41 | -2.03 | ns   | -3.06 | -2.41 | -2.93 | -1.96 | -1.92 | -2.00 | —    | -2.63 | -2.64 | -2.52 | -2.35 | ns   | -2.71 | -2.27 | ns   |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 6.29                | 6.67 | 6.99 | 6.65 | -1.45       | ns   | -1.24 | -1.45 | ns   | -2.44 | -1.91 | -2.51 | -1.80 | -1.55 | -1.65 | —    | -2.17 | -2.46 | -1.80 | -1.68 | ns   | -1.05 | -1.60 | ns   |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 6.54                | 6.88 | 7.00 | 6.81 | -1.18       | ns   | -0.91 | -0.96 | ns   | -2.43 | -2.01 | -2.06 | -1.69 | -1.40 | -1.40 | —    | -2.06 | -2.56 | -1.68 | -1.50 | ns   | ns    | -1.27 | ns   |  |  |  |  |
| LZh       | 48  | Tot20  | 3.50                | 4.20 | 5.00 | 4.25 | 0.52        | 2.82 | 1.22  | 0.60  | 2.07 | nr    | ns    | ns    | 0.67  | 0.71  | 0.63  | 2.63 | —     | ns    | ns    | nr    | 1.94 | ns    | nr    | 2.22 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 3.93                | 4.46 | 5.15 | 4.48 | 0.72        | 2.55 | 0.93  | 0.72  | 1.94 | ns    | ns    | ns    | nr    | 0.62  | 0.52  | 2.17 | —     | ns    | ns    | nr    | 2.30 | 1.12  | 0.57  | 1.95 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.60 | 6.00 | 4.75 | 0.88        | 2.42 | 1.15  | 1.10  | 2.14 | nr    | ns    | ns    | nr    | 0.66  | 0.66  | 2.06 | —     | ns    | ns    | 0.56  | 2.19 | 2.65  | 0.79  | 2.18 |  |  |  |  |
| LZs       | 4   | Tot20  | 3.97                | 4.25 | 4.50 | 4.24 | ns          | 2.83 | 1.23  | 0.61  | 2.08 | ns    | ns    | ns    | 0.68  | 0.72  | 0.64  | 2.64 | ns    | —     | ns    | ns    | 1.95 | ns    | ns    | 2.23 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.15                | 4.19 | 4.22 | 4.19 | 1.01        | 2.84 | 1.22  | 1.01  | 2.23 | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.91  | ns    | 2.46 | ns    | —     | ns    | ns    | 2.59 | 1.41  | 0.86  | 2.24 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.21                | 4.25 | 4.30 | 4.25 | 1.38        | 2.92 | 1.65  | 1.60  | 2.64 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.16  | 1.16  | 2.56 | ns    | —     | ns    | 1.06  | 2.69 | 3.15  | 1.29  | 2.68 |  |  |  |  |
| LZe       | 8   | Tot20  | 3.86                | 4.35 | 4.96 | 4.36 | ns          | 2.71 | 1.11  | nr    | 1.96 | -0.54 | ns    | ns    | 0.56  | 0.60  | 0.52  | 2.52 | ns    | ns    | —     | ns    | 1.83 | ns    | ns    | 2.11 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.47                | 4.85 | 5.30 | 4.85 | ns          | 2.18 | 0.56  | ns    | 1.57 | -0.64 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.80 | ns    | ns    | —     | ns    | 1.93 | ns    | ns    | 1.58 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.56                | 5.00 | 6.32 | 5.13 | ns          | 2.04 | 0.77  | 0.72  | 1.76 | -0.75 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.68 | ns    | ns    | —     | ns    | 1.81 | 2.27  | ns    | 1.80 |  |  |  |  |
| LZz       | 36  | Tot20  | 4.08                | 4.50 | 5.08 | 4.53 | ns          | 2.54 | 0.94  | nr    | 1.79 | -0.71 | ns    | ns    | nr    | nr    | nr    | 2.35 | nr    | ns    | ns    | —     | 1.66 | ns    | ns    | 1.94 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 4.91 | 6.02 | 4.97 | ns          | 2.06 | nr    | nr    | 1.45 | -0.76 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.68 | nr    | ns    | ns    | —     | 1.81 | ns    | ns    | 1.46 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.43                | 5.00 | 6.80 | 5.31 | nr          | 1.86 | 0.59  | 0.54  | 1.58 | -0.93 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.50 | -0.56 | -1.06 | ns    | —     | 1.63 | 2.09  | ns    | 1.62 |  |  |  |  |
| LZk       | 8   | Tot20  | 5.18                | 6.35 | 7.12 | 6.19 | -1.42       | 0.88 | -0.72 | -1.34 | ns   | -2.37 | -1.72 | -2.24 | -1.27 | -1.23 | -1.31 | ns   | -1.94 | -1.95 | -1.83 | -1.66 | —    | -2.02 | -1.58 | ns   |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 5.86                | 6.95 | 7.44 | 6.78 | -1.58       | ns   | -1.37 | -1.58 | ns   | -2.57 | -2.04 | -2.64 | -1.93 | -1.68 | -1.78 | ns   | -2.30 | -2.59 | -1.93 | -1.81 | —    | -1.18 | -1.73 | ns   |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 6.00                | 7.25 | 7.50 | 6.94 | -1.31       | ns   | -1.04 | -1.09 | ns   | -2.56 | -2.14 | -2.19 | -1.82 | -1.53 | -1.53 | ns   | -2.19 | -2.69 | -1.81 | -1.63 | —    | ns    | -1.40 | ns   |  |  |  |  |
| LWe       | 3   | Tot20  | 4.02                | 4.20 | 4.29 | 4.17 | ns          | 2.90 | 1.30  | ns    | 2.15 | ns    | ns    | ns    | 0.75  | 0.79  | 0.71  | 2.71 | ns    | ns    | ns    | ns    | 2.02 | —     | ns    | 2.30 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 5.04                | 5.70 | 6.09 | 5.60 | ns          | 1.43 | ns    | ns    | 0.82 | -1.39 | -0.86 | -1.46 | -0.75 | ns    | ns    | 1.05 | -1.12 | -1.41 | ns    | ns    | 1.18 | —     | ns    | 0.83 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 7.06                | 7.60 | 7.60 | 7.40 | -1.77       | ns   | -1.50 | -1.55 | ns   | -3.02 | -2.60 | -2.65 | -2.28 | -1.99 | -1.99 | ns   | -2.65 | -3.15 | -2.27 | -2.09 | ns   | —     | -1.86 | ns   |  |  |  |  |
| LWz       | 123 | Tot20  | 3.72                | 4.50 | 5.50 | 4.61 | ns          | 2.46 | 0.86  | nr    | 1.71 | -0.79 | ns    | ns    | nr    | nr    | nr    | 2.27 | nr    | ns    | ns    | ns    | 1.58 | ns    | —     | 1.86 |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 4.27                | 4.90 | 6.48 | 5.05 | ns          | 1.98 | nr    | nr    | 1.37 | -0.84 | ns    | -0.91 | nr    | ns    | ns    | 1.60 | -0.57 | -0.86 | ns    | ns    | 1.73 | ns    | —     | 1.38 |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.30 | 7.15 | 5.54 | ns          | 1.63 | nr    | nr    | 1.35 | -1.16 | -0.74 | ns    | nr    | ns    | ns    | 1.27 | -0.79 | -1.29 | ns    | ns    | 1.40 | 1.86  | —     | 1.39 |  |  |  |  |
| LWk       | 22  | Tot20  | 4.74                | 6.65 | 7.00 | 6.47 | -1.70       | ns   | -1.00 | -1.62 | ns   | -2.65 | -2.00 | -2.52 | -1.55 | -1.51 | -1.59 | ns   | -2.22 | -2.23 | -2.11 | -1.94 | ns   | -2.30 | -1.86 | —    |  |  |  |  |
|           |     | V20GLG | 5.63                | 6.58 | 6.99 | 6.43 | -1.23       | ns   | -1.02 | -1.23 | ns   | -2.22 | -1.69 | -2.29 | -1.58 | -1.33 | -1.43 | ns   | -1.95 | -2.24 | -1.58 | -1.46 | ns   | -0.83 | -1.38 | —    |  |  |  |  |
|           |     | Van20  | 6.50                | 7.00 | 7.50 | 6.93 | -1.30       | ns   | -1.03 | -1.08 | ns   | -2.55 | -2.13 | -2.18 | -1.81 | -1.52 | -1.52 | ns   | 2.18  | -2.68 | -1.80 | -1.62 | ns   | ns    | -1.39 | —    |  |  |  |  |

## Humusvormsubgroepen (Mullmoder)

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | LDHb        | LDHs  | LDHm  | LDHw  | LDHn | LDXh  | LDXs  | LDXc  | LDXz  | LDXI  | LDXa  | LDXt  |
| LDHb      | 24  | Tot20  | 3.25                | 3.80 | 4.30 | 3.82 | —           | 0.69  | 1.23  | 0.90  | 2.78 | nr    | 0.72  | 2.04  | nr    | ns    | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 4.03                | 4.27 | 5.49 | 4.57 | —           | nr    | 0.73  | nr    | 2.05 | ns    | ns    | 1.98  | -0.56 | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 4.10                | 5.40 | 6.81 | 5.33 | —           | ns    | nr    | ns    | 1.55 | -0.88 | ns    | 1.56  | -1.01 | ns    | -0.63 | -1.23 |
| LDHs      | 41  | Tot20  | 3.50                | 4.50 | 5.50 | 4.51 | -0.69       | —     | 0.54  | ns    | 2.09 | nr    | ns    | 1.35  | -1.04 | -0.97 | nr    | -1.11 |
|           |     | V20GLG | 4.11                | 4.92 | 6.38 | 4.99 | nr          | —     | nr    | ns    | 1.63 | -0.68 | nr    | 1.56  | -0.98 | nr    | -0.50 | -1.00 |
|           |     | Van20  | 4.48                | 5.45 | 6.51 | 5.42 | ns          | —     | nr    | ns    | 1.46 | -0.97 | nr    | 1.47  | -1.10 | nr    | -0.72 | -1.32 |
| LDHm      | 71  | Tot20  | 3.66                | 5.20 | 6.50 | 5.05 | -1.23       | -0.54 | —     | nr    | 1.55 | -0.86 | -0.51 | 0.81  | -1.58 | -1.51 | -0.95 | -1.65 |
|           |     | V20GLG | 4.28                | 5.31 | 6.48 | 5.30 | -0.73       | nr    | —     | nr    | 1.32 | -0.99 | -0.60 | 1.25  | -1.29 | -0.80 | -0.81 | -1.31 |
|           |     | Van20  | 4.82                | 5.80 | 6.78 | 5.81 | nr          | nr    | —     | nr    | 1.07 | -1.36 | -0.80 | 1.08  | -1.49 | -0.75 | -1.11 | -1.71 |
| LDHw      | 93  | Tot20  | 4.00                | 4.50 | 5.93 | 4.72 | -0.90       | ns    | nr    | —     | 1.88 | -0.53 | ns    | 1.14  | -1.25 | -1.18 | -0.62 | -1.32 |
|           |     | V20GLG | 4.27                | 5.02 | 5.94 | 5.04 | nr          | ns    | nr    | —     | 1.58 | -0.73 | nr    | 1.51  | -1.03 | -0.54 | -0.55 | -1.05 |
|           |     | Van20  | 4.59                | 5.50 | 6.40 | 5.46 | ns          | ns    | nr    | —     | 1.42 | -1.01 | nr    | 1.43  | -1.14 | nr    | -0.76 | -1.36 |
| LDHn      | 12  | Tot20  | 5.78                | 6.80 | 7.23 | 6.60 | -2.78       | -2.09 | -1.55 | -1.88 | —    | -2.41 | -2.06 | -0.74 | -3.13 | -3.06 | -2.50 | -3.20 |
|           |     | V20GLG | 6.11                | 6.55 | 7.25 | 6.62 | -2.05       | -1.63 | -1.32 | -1.58 | —    | -2.31 | -1.92 | ns    | -2.61 | -2.12 | -2.13 | -2.63 |
|           |     | Van20  | 6.50                | 6.90 | 7.50 | 6.88 | -1.55       | -1.46 | -1.07 | -1.42 | —    | -2.43 | -1.87 | ns    | -2.56 | -1.82 | -2.18 | -2.78 |
| LDXh      | 46  | Tot20  | 3.30                | 4.00 | 6.13 | 4.19 | nr          | nr    | 0.86  | 0.53  | 2.41 | —     | nr    | 1.67  | -0.72 | -0.65 | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.64                | 4.18 | 5.07 | 4.31 | ns          | 0.68  | 0.99  | 0.73  | 2.31 | —     | nr    | 2.24  | nr    | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 3.71                | 4.30 | 5.35 | 4.45 | 0.88        | 0.97  | 1.36  | 1.01  | 2.43 | —     | 0.56  | 2.44  | ns    | 0.61  | ns    | ns    |
| LDXs      | 38  | Tot20  | 3.74                | 4.50 | 5.08 | 4.54 | -0.72       | ns    | 0.51  | ns    | 2.06 | nr    | —     | 1.32  | -1.07 | -1.00 | nr    | -1.14 |
|           |     | V20GLG | 4.10                | 4.56 | 5.90 | 4.70 | ns          | nr    | 0.60  | nr    | 1.92 | nr    | —     | 1.85  | -0.69 | ns    | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 4.30                | 4.82 | 6.73 | 5.01 | ns          | nr    | 0.80  | nr    | 1.87 | -0.56 | —     | 1.88  | -0.69 | ns    | ns    | ns    |
| LDXc      | 11  | Tot20  | 4.15                | 6.50 | 6.88 | 5.86 | -2.04       | -1.35 | -0.81 | -1.14 | 0.74 | -1.67 | -1.32 | —     | -2.39 | -2.32 | -1.76 | -2.46 |
|           |     | V20GLG | 5.99                | 6.59 | 7.01 | 6.55 | -1.98       | -1.56 | -1.25 | -1.51 | ns   | -2.24 | -1.85 | —     | -2.54 | -2.05 | -2.06 | -2.56 |
|           |     | Van20  | 6.43                | 7.00 | 7.28 | 6.89 | -1.56       | -1.47 | -1.08 | -1.43 | ns   | -2.44 | -1.88 | —     | -2.57 | -1.83 | -2.19 | -2.79 |
| LDXz      | 142 | Tot20  | 2.90                | 3.50 | 4.10 | 3.47 | nr          | 1.04  | 1.58  | 1.25  | 3.13 | 0.72  | 1.07  | 2.39  | —     | ns    | 0.63  | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.52                | 4.00 | 4.56 | 4.01 | 0.56        | 0.98  | 1.29  | 1.03  | 2.61 | nr    | 0.69  | 2.54  | —     | nr    | nr    | ns    |
|           |     | Van20  | 3.90                | 4.20 | 5.64 | 4.32 | 1.01        | 1.10  | 1.49  | 1.14  | 2.56 | ns    | 0.69  | 2.57  | —     | 0.74  | nr    | ns    |
| LDXI      | 40  | Tot20  | 3.00                | 3.58 | 4.00 | 3.54 | ns          | 0.97  | 1.51  | 1.18  | 3.06 | 0.65  | 1.00  | 2.32  | ns    | —     | 0.56  | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.82                | 4.13 | 5.78 | 4.50 | ns          | nr    | 0.80  | 0.54  | 2.12 | ns    | ns    | 2.05  | nr    | —     | ns    | ns    |
|           |     | Van20  | 4.00                | 4.30 | 7.00 | 5.06 | ns          | nr    | 0.75  | nr    | 1.82 | -0.61 | ns    | 1.83  | -0.74 | —     | nr    | ns    |
| LDXa      | 24  | Tot20  | 3.08                | 4.00 | 5.00 | 4.10 | ns          | nr    | 0.95  | 0.62  | 2.50 | ns    | nr    | 1.76  | -0.63 | -0.56 | —     | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.64                | 4.30 | 5.50 | 4.49 | ns          | 0.50  | 0.81  | 0.55  | 2.13 | ns    | ns    | 2.06  | nr    | ns    | —     | ns    |
|           |     | Van20  | 3.79                | 4.50 | 6.23 | 4.70 | 0.63        | 0.72  | 1.11  | 0.76  | 2.18 | ns    | ns    | 2.19  | nr    | nr    | —     | ns    |
| LDXt      | 2   | Tot20  | 3.04                | 3.40 | 3.76 | 3.40 | ns          | 1.11  | 1.65  | 1.32  | 3.20 | ns    | 1.14  | 2.46  | ns    | ns    | ns    | —     |
|           |     | V20GLG | 3.98                | 3.99 | 3.99 | 3.99 | ns          | 1.00  | 1.31  | 1.05  | 2.63 | ns    | ns    | 2.56  | ns    | ns    | ns    | —     |
|           |     | Van20  | 4.01                | 4.10 | 4.19 | 4.10 | 1.23        | 1.32  | 1.71  | 1.36  | 2.78 | ns    | ns    | 2.79  | ns    | ns    | ns    | —     |

# Humusvormsubgroepen (Moder)

| Kenmerken |     |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n   | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | DEn         | DEb   | DEf   | DEm   | DEk  | DEv   | DEg   | DEo   | DHb   | DHs   | DHw   | DHn   | DHc  | DXh   | DXv   | DXu   | DXs   | DXt   | DXr   |
| DEn       | 5   | Tot20  | 4.46                | 5.00 | 5.28 | 4.92 | —           | -0.83 | ns    | ns    | 2.10 | ns    | -1.12 | ns    | -1.23 | ns    | ns    | 1.48  | 1.66 | -1.03 | -1.17 | -1.30 | ns    | -1.34 | -1.67 |
|           |     | V20GLG | 4.50                | 4.90 | 5.42 | 4.94 | —           | ns    | ns    | ns    | 1.83 | ns    | -0.90 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.44  | 1.94 | -0.65 | ns    |       | 0.98  | -0.91 |       |
|           |     | Van20  | 4.74                | 5.40 | 5.84 | 5.30 | —           | ns    | ns    | ns    | 1.76 | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.56  | 1.70 | -0.78 | ns    |       | ns    | -1.05 |       |
| DEb       | 10  | Tot20  | 3.26                | 4.05 | 4.90 | 4.09 | 0.83        | —     | 1.08  | 1.01  | 2.93 | 0.83  | ns    | 0.89  | ns    | ns    | 0.96  | 2.31  | 2.49 | ns    | ns    | ns    | 1.37  | -0.51 | -0.84 |
|           |     | V20GLG | 3.88                | 4.30 | 5.66 | 4.57 | ns          | —     | 0.83  | 0.59  | 2.20 | 0.57  | ns    | 0.69  | ns    | ns    | 0.87  | 1.81  | 2.31 | ns    | ns    |       | 1.35  | ns    |       |
|           |     | Van20  | 4.08                | 4.80 | 5.88 | 4.91 | ns          | —     | 0.94  | ns    | 2.15 | 0.68  | ns    | 0.78  | ns    | ns    | 1.06  | 1.95  | 2.09 | ns    | 1.32  |       | 1.14  | ns    |       |
| DEf       | 107 | Tot20  | 4.19                | 5.00 | 6.50 | 5.17 | ns          | -1.08 | —     | ns    | 1.85 | nr    | -1.37 | nr    | -1.48 | -0.78 | ns    | 1.23  | 1.41 | -1.28 | -1.42 | -1.55 | ns    | -1.59 | -1.92 |
|           |     | V20GLG | 4.31                | 5.40 | 6.41 | 5.40 | ns          | -0.83 | —     | nr    | 1.37 | nr    | -1.36 | ns    | -0.84 | -0.75 | ns    | 0.98  | 1.48 | -1.11 | ns    |       | ns    | -1.37 |       |
|           |     | Van20  | 4.68                | 5.95 | 7.00 | 5.85 | ns          | -0.94 | —     | nr    | 1.21 | ns    | -1.28 | ns    | -0.93 | -0.72 | ns    | 1.01  | 1.15 | -1.33 | ns    |       | ns    | -1.60 |       |
| DEm       | 40  | Tot20  | 4.05                | 4.95 | 6.53 | 5.10 | ns          | -1.01 | ns    | —     | 1.92 | ns    | -1.30 | ns    | -1.41 | -0.71 | ns    | 1.30  | 1.48 | -1.21 | -1.35 | -1.48 | ns    | -1.52 | -1.85 |
|           |     | V20GLG | 4.30                | 5.00 | 6.50 | 5.16 | ns          | -0.59 | nr    | —     | 1.61 | ns    | -1.12 | ns    | -0.60 | -0.51 | ns    | 1.22  | 1.72 | -0.87 | ns    |       | ns    | -1.13 |       |
|           |     | Van20  | 4.50                | 5.25 | 6.70 | 5.41 | ns          | ns    | nr    | —     | 1.65 | ns    | -0.84 | nr    | ns    | ns    | 0.56  | 1.45  | 1.59 | -0.89 | ns    |       | ns    | -1.16 |       |
| DEk       | 16  | Tot20  | 6.15                | 7.00 | 8.00 | 7.02 | -2.10       | -2.93 | -1.85 | -1.92 | —    | -2.10 | -3.22 | -2.04 | -3.33 | -2.63 | -1.97 | -0.62 | ns   | -3.13 | -3.27 | -3.40 | -1.56 | -3.44 | -3.77 |
|           |     | V20GLG | 6.02                | 6.97 | 7.31 | 6.77 | -1.83       | -2.20 | -1.37 | -1.61 | —    | -1.63 | -2.73 | -1.51 | -2.21 | -2.12 | -1.33 | ns    | ns   | -2.48 | -1.55 |       | ns    | -2.74 |       |
|           |     | Van20  | 6.36                | 7.00 | 7.75 | 7.06 | -1.76       | -2.15 | -1.21 | -1.65 | —    | -1.47 | -2.49 | -1.37 | -2.14 | -1.93 | -1.09 | ns    | ns   | -2.54 | ns    |       | ns    | -2.81 |       |
| DEv       | 44  | Tot20  | 3.52                | 4.98 | 6.59 | 4.92 | ns          | -0.83 | nr    | ns    | 2.10 | —     | -1.12 | ns    | -1.23 | -0.53 | ns    | 1.48  | 1.66 | -1.03 | -1.17 | -1.30 | ns    | -1.34 | -1.67 |
|           |     | V20GLG | 3.96                | 5.06 | 6.50 | 5.14 | ns          | -0.57 | nr    | ns    | 1.63 | —     | -1.10 | ns    | -0.58 | nr    | ns    | 1.24  | 1.74 | -0.85 | ns    |       | ns    | -1.11 |       |
|           |     | Van20  | 4.20                | 5.80 | 7.00 | 5.59 | ns          | -0.68 | ns    | ns    | 1.47 | —     | -1.02 | ns    | -0.67 | nr    | ns    | 1.27  | 1.41 | -1.07 | ns    |       | ns    | -1.34 |       |
| DEg       | 3   | Tot20  | 3.54                | 3.90 | 3.99 | 3.80 | 1.12        | ns    | 1.37  | 1.30  | 3.22 | 1.12  | —     | 1.18  | ns    | ns    | 1.25  | 2.60  | 2.78 | ns    | ns    | ns    | 1.66  | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.70                | 4.10 | 4.34 | 4.04 | 0.90        | ns    | 1.36  | 1.12  | 2.73 | 1.10  | —     | 1.22  | ns    | ns    | 1.40  | 2.34  | 2.84 | ns    | 1.18  |       | 1.88  | ns    |       |
|           |     | Van20  | 4.04                | 4.40 | 5.21 | 4.57 | ns          | ns    | 1.28  | 0.84  | 2.49 | 1.02  | —     | 1.12  | ns    | ns    | 1.40  | 2.29  | 2.43 | ns    | 1.66  |       | 1.48  | ns    |       |
| DEo       | 91  | Tot20  | 4.10                | 4.83 | 6.35 | 4.98 | ns          | -0.89 | nr    | ns    | 2.04 | ns    | -1.18 | —     | -1.29 | -0.59 | ns    | 1.42  | 1.60 | -1.09 | -1.23 | -1.36 | ns    | -1.40 | -1.73 |
|           |     | V20GLG | 4.26                | 5.14 | 6.35 | 5.26 | ns          | -0.69 | ns    | ns    | 1.51 | ns    | -1.22 | —     | -0.70 | -0.61 | ns    | 1.12  | 1.62 | -0.97 | ns    |       | ns    | -1.23 |       |
|           |     | Van20  | 4.43                | 5.69 | 6.87 | 5.69 | ns          | -0.78 | ns    | nr    | 1.37 | ns    | -1.12 | —     | -0.77 | -0.56 | ns    | 1.17  | 1.31 | -1.17 | ns    |       | ns    | -1.44 |       |
| DHb       | 8   | Tot20  | 3.09                | 3.45 | 4.72 | 3.69 | 1.23        | ns    | 1.48  | 1.41  | 3.33 | 1.23  | ns    | 1.29  | —     | 0.70  | 1.36  | 2.71  | 2.89 | ns    | ns    | ns    | 1.77  | ns    | ns    |
|           |     | V20GLG | 3.83                | 4.24 | 6.05 | 4.56 | ns          | ns    | 0.84  | 0.60  | 2.21 | 0.58  | ns    | 0.70  | —     | ns    | 0.88  | 1.82  | 2.32 | ns    | ns    |       | 1.36  | ns    |       |
|           |     | Van20  | 4.20                | 4.50 | 6.28 | 4.92 | ns          | ns    | 0.93  | ns    | 2.14 | 0.67  | ns    | 0.77  | —     | ns    | 1.05  | 1.94  | 2.08 | ns    | 1.31  |       | 1.13  | ns    |       |
| DHs       | 20  | Tot20  | 3.46                | 4.25 | 5.52 | 4.39 | ns          | ns    | 0.78  | 0.71  | 2.63 | 0.53  | ns    | 0.59  | -0.70 | —     | 0.66  | 2.01  | 2.19 | nr    | ns    | -0.77 | 1.07  | -0.81 | -1.14 |
|           |     | V20GLG | 3.97                | 4.69 | 5.79 | 4.65 | ns          | ns    | 0.75  | 0.51  | 2.12 | nr    | ns    | 0.61  | ns    | —     | 0.79  | 1.73  | 2.23 | ns    | ns    |       | 1.27  | ns    |       |
|           |     | Van20  | 4.00                | 5.19 | 6.55 | 5.13 | ns          | ns    | 0.72  | ns    | 1.93 | nr    | ns    | 0.56  | ns    | —     | 0.84  | 1.73  | 1.87 | -0.61 | 1.10  |       | ns    | -0.88 |       |

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | DEn         | DEb   | DEf   | DEm   | DEk  | DEv   | DEg   | DEo   | DHb   | DHs   | DHw   | DHn  | DHc  | DXh   | DXv   | DXu   | DXs   | DXt   | DXr   |
| DHw       | 18 | Tot20  | 4.14                | 5.00 | 6.21 | 5.05 | ns          | -0.96 | ns    | ns    | 1.97 | ns    | -1.25 | ns    | -1.36 | -0.66 | —     | 1.35 | 1.53 | -1.16 | -1.30 | -1.43 | ns    | -1.47 | -1.80 |
|           |    | V20GLG | 4.46                | 5.71 | 6.47 | 5.44 | ns          | -0.87 | ns    | ns    | 1.33 | ns    | -1.40 | ns    | -0.88 | -0.79 | —     | 0.94 | 1.44 | -1.15 | ns    |       | ns    | -1.41 |       |
|           |    | Van20  | 4.82                | 6.00 | 6.65 | 5.97 | ns          | -1.06 | ns    | -0.56 | 1.09 | ns    | -1.40 | ns    | -1.05 | -0.84 | —     | 0.89 | 1.03 | -1.45 | ns    |       | ns    | -1.72 |       |
| DHn       | 10 | Tot20  | 5.44                | 6.50 | 7.42 | 6.40 | -1.48       | -2.31 | -1.23 | -1.30 | 0.62 | -1.48 | -2.60 | -1.42 | -2.71 | -2.01 | -1.35 | —    | ns   | -2.51 | -2.65 | -2.78 | -0.94 | -2.82 | -3.15 |
|           |    | V20GLG | 5.43                | 6.34 | 7.55 | 6.38 | -1.44       | -1.81 | -0.98 | -1.22 | ns   | -1.24 | -2.34 | -1.12 | -1.82 | -1.73 | -0.94 | —    | ns   | -2.09 | -1.16 |       | ns    | -2.35 |       |
|           |    | Van20  | 5.90                | 6.95 | 7.78 | 6.86 | -1.56       | -1.95 | -1.01 | -1.45 | ns   | -1.27 | -2.29 | -1.17 | -1.94 | -1.73 | -0.89 | —    | ns   | -2.34 | ns    |       | ns    | -2.61 |       |
| DHc       | 5  | Tot20  | 6.30                | 6.50 | 6.93 | 6.58 | -1.66       | -2.49 | -1.41 | -1.48 | ns   | -1.66 | -2.78 | -1.60 | -2.89 | -2.19 | -1.53 | ns   | —    | -2.69 | -2.83 | -2.96 | -1.12 | -3.00 | -3.33 |
|           |    | V20GLG | 6.76                | 6.89 | 6.99 | 6.88 | -1.94       | -2.31 | -1.48 | -1.72 | ns   | -1.74 | -2.84 | -1.62 | -2.32 | -2.23 | -1.44 | ns   | —    | -2.59 | -1.66 |       | ns    | -2.85 |       |
|           |    | Van20  | 7.00                | 7.00 | 7.00 | 7.00 | -1.70       | -2.09 | -1.15 | -1.59 | ns   | -1.41 | -2.43 | -1.31 | -2.08 | -1.87 | -1.03 | ns   | —    | -2.48 | ns    |       | ns    | -2.75 |       |
| DXh       | 16 | Tot20  | 3.11                | 3.77 | 4.68 | 3.89 | 1.03        | ns    | 1.28  | 1.21  | 3.13 | 1.03  | ns    | 1.09  | ns    | nr    | 1.16  | 2.51 | 2.69 | —     | ns    | ns    | 1.57  | ns    | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.50                | 4.25 | 5.27 | 4.29 | 0.65        | ns    | 1.11  | 0.87  | 2.48 | 0.85  | ns    | 0.97  | ns    | ns    | 1.15  | 2.09 | 2.59 | —     | 0.93  |       | 1.63  | ns    |       |
|           |    | Van20  | 3.50                | 4.50 | 5.62 | 4.52 | 0.78        | ns    | 1.33  | 0.89  | 2.54 | 1.07  | ns    | 1.17  | ns    | 0.61  | 1.45  | 2.34 | 2.48 | —     | 1.71  |       | 1.53  | ns    |       |
| DXv       | 4  | Tot20  | 3.42                | 3.75 | 4.09 | 3.75 | 1.17        | ns    | 1.42  | 1.35  | 3.27 | 1.17  | ns    | 1.23  | ns    | ns    | 1.30  | 2.65 | 2.83 | ns    | —     | ns    | 1.71  | ns    | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.12                | 5.42 | 6.17 | 5.22 | ns          | ns    | ns    | ns    | 1.55 | ns    | -1.18 | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.16 | 1.66 | -0.93 | —     |       | ns    | -1.19 |       |
|           |    | Van20  | 4.48                | 7.00 | 7.45 | 6.23 | ns          | -1.32 | ns    | ns    | ns   | ns    | -1.66 | ns    | -1.31 | -1.10 | ns    | ns   | ns   | -1.71 | —     |       | ns    | -1.98 |       |
| DXu       | 4  | Tot20  | 3.50                | 3.50 | 3.93 | 3.62 | 1.30        | ns    | 1.55  | 1.48  | 3.40 | 1.30  | ns    | 1.36  | ns    | 0.77  | 1.43  | 2.78 | 2.96 | ns    | ns    | —     | 1.84  | ns    | ns    |
| DXs       | 2  | Tot20  | 4.69                | 5.47 | 6.24 | 5.46 | ns          | -1.37 | ns    | ns    | 1.56 | ns    | -1.66 | ns    | -1.77 | -1.07 | ns    | 0.94 | 1.12 | -1.57 | -1.71 | -1.84 | —     | -1.88 | -2.21 |
|           |    | V20GLG | 5.11                | 5.93 | 6.74 | 5.92 | -0.98       | -1.35 | ns    | ns    | ns   | ns    | -1.88 | ns    | -1.36 | -1.27 | ns    | ns   | ns   | -1.63 | ns    |       | —     | -1.89 |       |
|           |    | Van20  | 5.20                | 6.05 | 6.91 | 6.05 | ns          | -1.14 | ns    | ns    | ns   | ns    | -1.48 | ns    | -1.13 | ns    | ns    | ns   | ns   | -1.53 | ns    |       | —     | -1.80 |       |

## Humusvormsubgroepen (Mormoder en Mor)

| Kenmerken |    |        | Bandbreedte pH-Veld |      |      |      | Verschillen |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------|----|--------|---------------------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Cluster   | n  | Laag   | P05                 | P50  | P95  | Gem  | RDXh        | RDXl  | RDXv  | RDXu  | RDXb  | RDXt  | RDXr  | RMh  | RMe  | RMp  | RMn  | RMf  | RMv  | RXh   |
| RDXh      | 14 | Tot20  | 3.07                | 3.50 | 4.00 | 3.48 | —           | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.58 | 1.53 | 1.13 | 1.13 | 1.02 | 1.21 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.61                | 4.00 | 4.14 | 3.94 | —           | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.33 | 1.17 | 0.86 | 0.83 | 0.92 | 1.13 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.15 | 4.50 | 4.22 | —           | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.08 | 1.35 | ns   | 1.07 | 1.13 | 1.23 | ns    |
| RDXl      | 3  | Tot20  | 3.52                | 3.69 | 3.70 | 3.63 | ns          | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.43 | 1.38 | 0.98 | 0.98 | ns   | 1.06 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.84                | 4.02 | 4.26 | 4.04 | ns          | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.23 | 1.07 | ns   | 0.73 | ns   | 1.03 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.03                | 4.25 | 4.30 | 4.20 | ns          | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.10 | 1.37 | ns   | 1.09 | ns   | 1.25 | ns    |
| RDXv      | 20 | Tot20  | 3.38                | 3.75 | 4.01 | 3.74 | ns          | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.32 | 1.27 | 0.87 | 0.87 | ns   | 0.95 | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.04                | 4.17 | 4.36 | 4.19 | ns          | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.08 | 0.92 | ns   | 0.58 | ns   | 0.88 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.09                | 4.35 | 4.65 | 4.37 | ns          | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | ns    | 0.93 | 1.20 | ns   | 0.92 | ns   | 1.08 | ns    |
| RDXu      | 73 | Tot20  | 3.00                | 3.60 | 4.00 | 3.64 | ns          | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.42 | 1.37 | 0.97 | 0.97 | ns   | 1.05 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.76                | 4.12 | 4.31 | 4.08 | ns          | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.19 | 1.03 | 0.72 | 0.69 | ns   | 0.99 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.60 | 4.26 | ns          | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | ns    | 1.04 | 1.31 | ns   | 1.03 | 1.09 | 1.19 | ns    |
| RDXb      | 85 | Tot20  | 2.90                | 3.50 | 4.00 | 3.51 | ns          | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.55 | 1.50 | 1.10 | 1.10 | 0.99 | 1.18 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.65                | 3.98 | 4.30 | 4.00 | ns          | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.27 | 1.11 | 0.80 | 0.77 | 0.86 | 1.07 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.50 | 4.27 | ns          | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | ns    | 1.03 | 1.30 | ns   | 1.02 | 1.08 | 1.18 | ns    |
| RDXt      | 40 | Tot20  | 3.00                | 3.50 | 4.00 | 3.52 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.54 | 1.49 | 1.09 | 1.09 | 0.98 | 1.17 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.62                | 4.01 | 4.23 | 3.99 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.28 | 1.12 | 0.81 | 0.78 | 0.87 | 1.08 | ns    |
|           |    | Van20  | 4.00                | 4.20 | 4.62 | 4.26 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | ns    | 1.04 | 1.31 | ns   | 1.03 | 1.09 | 1.19 | ns    |
| RDXr      | 21 | Tot20  | 2.90                | 3.50 | 3.80 | 3.43 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.63 | 1.58 | 1.18 | 1.18 | 1.07 | 1.26 | ns    |
|           |    | V20GLG | 3.50                | 3.99 | 4.18 | 3.88 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.39 | 1.23 | 0.92 | 0.89 | 0.98 | 1.19 | ns    |
|           |    | Van20  | 3.50                | 4.10 | 4.60 | 4.10 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | —     | 1.20 | 1.47 | ns   | 1.19 | 1.25 | 1.35 | ns    |
| RMh       | 6  | Tot20  | 4.06                | 5.00 | 5.93 | 5.06 | -1.58       | -1.43 | -1.32 | -1.42 | -1.55 | -1.54 | -1.63 | —    | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | -1.10 |
|           |    | V20GLG | 4.66                | 5.00 | 6.44 | 5.27 | -1.33       | -1.23 | -1.08 | -1.19 | -1.27 | -1.28 | -1.39 | —    | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | -1.18 |
|           |    | Van20  | 4.75                | 5.00 | 6.44 | 5.30 | -1.08       | -1.10 | -0.93 | -1.04 | -1.03 | -1.04 | -1.20 | —    | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | -1.12 |
| RMe       | 37 | Tot20  | 4.30                | 4.90 | 6.16 | 5.01 | -1.53       | -1.38 | -1.27 | -1.37 | -1.50 | -1.49 | -1.58 | ns   | —    | ns   | nr   | ns   | ns   | -1.05 |
|           |    | V20GLG | 4.49                | 4.96 | 6.50 | 5.11 | -1.17       | -1.07 | -0.92 | -1.03 | -1.11 | -1.12 | -1.23 | ns   | —    | ns   | nr   | ns   | ns   | -1.02 |
|           |    | Van20  | 4.87                | 5.40 | 7.00 | 5.57 | -1.35       | -1.37 | -1.20 | -1.31 | -1.30 | -1.31 | -1.47 | ns   | —    | ns   | ns   | ns   | ns   | -1.39 |
| RMp       | 3  | Tot20  | 3.59                | 4.40 | 5.79 | 4.61 | -1.13       | -0.98 | -0.87 | -0.97 | -1.10 | -1.09 | -1.18 | ns   | ns   | —    | ns   | ns   | ns   | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.09                | 4.90 | 5.44 | 4.80 | -0.86       | ns    | ns    | -0.72 | -0.80 | -0.81 | -0.92 | ns   | ns   | —    | ns   | ns   | ns   | ns    |
|           |    | Van20  | 4.09                | 4.90 | 5.52 | 4.83 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   | ns   | —    | ns   | ns   | ns   | ns    |
| RMn       | 22 | Tot20  | 3.80                | 4.35 | 5.99 | 4.61 | -1.13       | -0.98 | -0.87 | -0.97 | -1.10 | -1.09 | -1.18 | ns   | nr   | ns   | —    | ns   | ns   | -0.65 |
|           |    | V20GLG | 4.01                | 4.70 | 5.78 | 4.77 | -0.83       | -0.73 | -0.58 | -0.69 | -0.77 | -0.78 | -0.89 | ns   | nr   | ns   | —    | ns   | ns   | -0.68 |
|           |    | Van20  | 4.50                | 5.05 | 6.99 | 5.29 | -1.07       | -1.09 | -0.92 | -1.03 | -1.02 | -1.03 | -1.19 | ns   | ns   | ns   | —    | ns   | ns   | -1.11 |
| RMf       | 2  | Tot20  | 4.32                | 4.50 | 4.68 | 4.50 | -1.02       | ns    | ns    | ns    | -0.99 | -0.98 | -1.07 | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | ns   | ns    |
|           |    | V20GLG | 4.45                | 4.86 | 5.27 | 4.86 | -0.92       | ns    | ns    | ns    | -0.86 | -0.87 | -0.98 | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | ns   | ns    |
|           |    | Van20  | 4.77                | 5.35 | 5.94 | 5.35 | -1.13       | ns    | ns    | -1.09 | -1.08 | -1.09 | -1.25 | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | ns   | -1.17 |
| RMv       | 13 | Tot20  | 3.84                | 4.70 | 5.52 | 4.69 | -1.21       | -1.06 | -0.95 | -1.05 | -1.18 | -1.17 | -1.26 | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | -0.73 |
|           |    | V20GLG | 4.25                | 5.05 | 5.70 | 5.07 | -1.13       | -1.03 | -0.88 | -0.99 | -1.07 | -1.08 | -1.19 | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | -0.98 |
|           |    | Van20  | 4.64                | 5.40 | 6.14 | 5.45 | -1.23       | -1.25 | -1.08 | -1.19 | -1.18 | -1.19 | -1.35 | ns   | ns   | ns   | ns   | ns   | —    | -1.27 |
| RXh       | 5  | Tot20  | 3.58                | 4.00 | 4.20 | 3.96 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.10 | 1.05 | ns   | 0.65 | ns   | 0.73 | —     |
|           |    | V20GLG | 4.01                | 4.10 | 4.18 | 4.09 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.18 | 1.02 | ns   | 0.68 | ns   | 0.98 | —     |
|           |    | Van20  | 4.04                | 4.20 | 4.28 | 4.18 | ns          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | 1.12 | 1.39 | ns   | 1.11 | 1.17 | 1.27 | —     |

---

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

Wageningen Environmental Research  
Rapport 3336  
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, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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 0317 48 07 00  
[wur.nl/environmental-research](http://wur.nl/environmental-research)

Rapport 3336  
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, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

