

6311415.1: 6311821.1  
631.416: 636.8 11

Landbouwkundig Proefstation  
te Groningen  
No. 10002

**RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.**

---

---

**Enkele bij het grondonderzoek gebruikte  
begrippen en hun toepassing**

door

Dr. F. VAN DER PAAUW.

---

't Is heel begrijpelijk dat sommige begrippen, die bij het grondonderzoek worden gebruikt, voor menigeen nog wel eens moeilijkheden medebrengen, zelfs al is men niet heelemaal leek op dit gebied. In het volgende willen wij probeeren om op eenvoudige wijze een en ander wat duidelijker te maken.

Om iets nieuws te begrijpen heeft het dikwijls voordeel om terug te grijpen naar iets anders, dat goed bekend is en waarmee men vertrouwd is, om vervolgens de overeenkomsten tusschen het vanouds bekende en het nieuwe op te speuren. Wij zullen deze handelwijze volgen bij ons pogen om tot een inzicht te komen over de beteekenis en de bedoeling van eenige van de voornaamste methodes van grondonderzoek en naar gelijkenissen zoeken met zaken, die den lezer beter vertrouwd zijn.

Het is aan een ieder wel bekend, dat een thermometer dient om de temperatuur of warmtegraad van een voorwerp (uitgedrukt in graden) aan te wijzen. De temperatuur is echter iets, dat geheel onafhankelijk is van de hoeveelheid warmte, die aanwezig is. Iedereen weet, dat een kleine warmwaterkruik even heet kan zijn als een groote: de temperatuur is gelijk, maar de hoeveelheid warmte, het aantal calorieën, is in beide niet gelijk. De groote kruik kan een bed beter en langduriger verwarmen, maar aan beide kruiken kan men even erg de voeten branden, omdat de temperatuur gelijk is.

Wij kennen verscheidene van dergelijke gevallen. Het peil van het water is iets anders dan de hoeveelheid water; een klein plasje kan een hooger peil hebben dan de zee. Ook op het gebied van de electriciteit kennen wij het onderscheid

tusschen den graad van de electriciteit en de hoeveelheid; in het eerste geval spreken wij van de spanning of potentiaal, die in dit geval niet uitgedrukt wordt in graden maar in Volts, terwijl de hoeveelheid hiervan te onderscheiden is; deze wordt zooals men weet in Watts uitgedrukt.

Evenmin als de temperatuur dus een maat is voor de hoeveelheid energie, die in een warmwaterkruik in den vorm van warmte aanwezig is, is de spanning dit voor het stroomverbruik. Temperatuur, peil en spanning geven alle een aanwijzing over een toestand, niet over een hoeveelheid.

Hoewel de begrippen in de genoemde gevallen in menig opzicht verschillend zijn, is er toch een verwantschap tusschen de hoeveelheden enerzijds en de graad, de spanning of het peil anderzijds.

Wat is nu de overeenkomst, zal men vragen, tusschen deze begrippen, en begrippen als zuurgraad, kaligetal en fosforzuurgetal van den grond?

Reeds in het woord zuurgraad vinden wij een aanwijzing hoe het antwoord op deze vraag zal luiden. Er is sprake van een graad van zuurheid, evenals er sprake was van een graad van warmte; het woord drukt al uit dat de zuurgraad geen aanwijzing zal geven over een in den grond aanwezige hoeveelheid zuur, maar over een toestand, den „graad”, de „spanning”, of het „peil” van het zuur. De zuurgraad wordt, zooals men weet, uitgedrukt door het bekende pH-cijfer.

De hoeveelheid zuur moet met een andere maat gemeten worden. Deze maat kan b.v. de hoeveelheid zuur zijn, die noodig zou wezen om de pH van den grond met een bepaald bedrag, b.v. met 0.1 pH te verlagen <sup>1)</sup>, een maat met overeenkomstige beteekenis als de calorie en de Watt, omdat een hoeveelheid weergegeven wordt. Deze maat zouden wij in dit geval de zuurfactor kunnen noemen. Omdat de hoeveel-

---

1) Men dient er op bedacht te zijn, dat de pH eigenlijk een negatief getal is, d. w. z. een getal dat kleiner is dan 0. Als wij spreken van een pH 7, bedoelen wij feitelijk 7 beneden nul, of  $-7$ ; gemakshalve wordt dit min-teeken weggelaten. Als wij den zuurgraad door bekalking verlagen, neemt de pH in werkelijkheid ook af, b.v. van  $-5$  tot  $-6$ ; gewoonlijk zeggen wij echter dat de pH in dat geval van 5 tot 6 stijgt. Deze tegenspraak heeft dus geen werkelijke beteekenis; zij is een gevolg van een eertijds in de wetenschap gemaakte, willekeurige afspraak, dat men dit minteeken zou weglaten.

heid zuur landbouwkundig echter van minder beteekenis is dan de hoeveelheid kalk, waarmee men den grond kan ontzuren, spreken wij liever van een kalkfactor dan van een zuurfactor; deze kalkfactor is dus eigenlijk het omgekeerde, het is de hoeveelheid kalk, die noodig is om een eenheid zuur te neutraliseeren, dat wil dus zeggen om den zuurgraad van een grond met 0.1 pH-eenheid te verlagen, of, anders gezegd, de pH met 0.1 te verhoogen.

Hoe het nu mogelijk is, dat de eene grond veel zuur kan bevatten, en er veel kalk voor de ontzuring noodig is, m. a. w. dat de kalkfactor groot is, terwijl een andere grond bij gelijken zuurgraad veel minder zuur bevat, wordt begrijpelijk, als wij weer aan het voorbeeld van beide kruiken denken. De groote kruik heeft een grooteren inhoud en kan meer water bevatten. De inhoud of capaciteit van den grond om zuur te bevatten kan evenzoo verschillend zijn!

In de eerste plaats wordt deze capaciteit bepaald door de hoeveelheid grond. De kalkfactor wordt altijd opgegeven voor een bodemlaag van 10 cm dikte, maar als de bouwvoor dikker dan 10 cm is, zal er evenredig meer kalk moeten worden toegevoegd. Daarnaast heeft de aard van den grond een nog grooteren invloed. Het zijn in het bijzonder de humus- en de kleibestanddeelen, die in staat zijn het zuur en de kalk op te nemen en vast te houden, de zandbestanddeelen kunnen dit practisch niet. Een grond, die meer van de eerstgenoemde bestanddeelen bevat, heeft een grootere capaciteit om zuur en kalk te binden. Ons voorbeeld van de kruik kunnen wij weer voor vergelijking gebruiken. Het zal er niet alleen van afhangen of de kruik groot of klein is, maar ook met welke stof deze gevuld is. Men gebruikt warm water, omdat water een stof is die veel warmte kan vasthouden; men vult de kruik niet met warm zand of warme alcohol, want dan zou zij veel eerder afgekoeld zijn.

In plaats van het over den zuurgraad van den grond te hebben, hadden wij daarom ook nader kunnen preciseeren en over den zuurgraad van de klei- en humusdeelen kunnen spreken. Deze nadere omschrijving wordt gewoonlijk niet gemaakt, omdat het geen zin heeft deze langademige termen te gebruiken, daar iedere ingewijde toch wel weet, dat dit bedoeld wordt.

Anders is het bij het kaligetal, dat ons bij de zand- en dalgronden aanwijzingen over den kalitoestand van den grond ver-

schaft. Het kaligetal vertoont overeenkomst met begrippen als temperatuur en zuurgraad; het drukt namelijk niet de totale hoeveelheid beschikbare kali uit, maar de spanning, de graad of het peil van de kali. Wij merken op, dat wij alleen van de beschikbare kali spreken, dat is die hoeveelheid kali, welke met verdund zoutzuur uit den grond is op te lossen. De kali, die in moeilijk toegankelijke kristallijne verbindingen in den grond voorkomt, wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Dezelfde overweging geldt nu weer als hierboven: in een zandgrond is het voornamelijk de humus, welke de kali bindt; geen beteekenis komt toe aan de zanddeeltjes, en kleideeltjes komen in de meeste zandgronden weinig voor, zoodat die meestal te verwaarloozen zijn. Het is dus juister om te spreken van het kaligetal of den kalitoestand van de humus. Daar bovendien de humus zelf slechts een betrekkelijk klein deel van den grond uitmaakt — de hoofdzaak is zand — en verder de bepaling van het kaligetal in het laboratorium geheel op een voorafgaande bepaling van het humusgehalte berust, is men er hier inderdaad toe overgegaan de juistere uitdrukking te gebruiken. Men spreekt dus van het kaligetal van de h u m u s en van de pH van den g r o n d. In wezen is er echter geen verschil.

De hoeveelheid humus bepaalt dus de capaciteit van een grond om veel of weinig kali te bevatten; de hoeveelheid humus heeft dezelfde beteekenis als de grootte van de warmwaterkruik. Als deze „kruik” groot is, gaat er meer kali in. Een humusrijke grond met een bepaald kaligetal zal meer kali kunnen afgeven dan een humusarme grond met hetzelfde kaligetal, maar omgekeerd zal bij den eerstgenoemden grond meer kali noodig zijn om het kaligetal te doen stijgen, d. w. z. om de groote „kruik” te vullen.

De h o e v e e l h e i d kali, die noodig is om het kaligetal met 1 te doen stijgen, noemen wij de kali-eenheid; deze grootte hangt af van de hoeveelheid humus in een bepaalde grondlaag, b.v. de bouwvoor, en is daarom bij iederen grond verschillend. De kali-eenheid is een begrip, dat geheel vergelijkbaar is met den bovengenoemden kalkfactor.

Volledigheidshalve wijzen wij er nog eens op, dat de pH-bepaling voor alle grondsoorten toegepast wordt, de kaligetal-bepaling daarentegen alleen voor die gronden, waar de humus het voornaamste bindende bestanddeel is en de kleideelen te

verwaarloozen zijn, dus voornamelijk de zand- en dalgronden.

Begrippen van eenigszins anderen aard dan het kaligetal en de pH worden gebruikt bij het fosforzuuronderzoek, namelijk het fosforzuurgetal of P-getal en het P-citr.cijfer. Deze geven namelijk geen aanwijzing over een zekeren graad of peil van het fosforzuur, maar wijzen een hoeveelheid aan.

Het is nu wederom niet de totale hoeveelheid fosforzuur, die in den grond voorkomt, die door deze getallen weergegeven wordt, maar de totale hoeveelheid beschikbaar fosforzuur, en feitelijk ook dit niet geheel, want de cijfers geven slechts a a n w i j z i n g e n over deze voor de planten beschikbare hoeveelheid fosforzuur. Terwijl nu het P-citr.cijfer deze beschikbare hoeveelheid aanduidt, geeft het P-getal slechts aanwijzing over een bepaald gedeelte van dezen voorraad, namelijk van dat deel, dat goed in water oplosbaar en voor de planten direct beschikbaar is. Als wij terugkomen op ons beeld van de warmwaterkruik, die een zeker aantal calorieën warmte bevat, dan kan men onderscheid maken tusschen deze totale hoeveelheid warmte en de warmte, waarvan men oogenblikkelijk profijt heeft, die warmte namelijk, die aan de voeten wordt afgestaan. In overeenstemming hiermee geeft het P-citr. een beeld over dezen totalen beschikbaren voorraad, maar het P-getal alleen over dat gedeelte, dat onmiddellijk tot werking kan komen.

Wij willen er met nadruk op wijzen, dat het P-getal en het P-citr.cijfer slechts „aanwijzingen” geven over den beschikbaren voorraad. Datgene wat precies beschikbaar is, is niet volledig te bepalen. Door den grond met een grootere of kleinere hoeveelheid citroenzuur of water uit te trekken, of een andere sterkte van het zuur te nemen, of door eenzelfde portie grond eenige malen uit te trekken, waarbij ook bij de volgende extracties nog kleine hoeveelheden fosforzuur worden opgelost, zullen steeds verschillende cijfers verkregen worden, welke alle een min of meer juist indruk geven van wat er voor de planten aan fosforzuur beschikbaar is. (Een scherpe grens tusschen niet beschikbaar en wel beschikbaar is trouwens praktisch niet te trekken; er bestaat een zeer geleidelijke overgang van gemakkelijk tot moeilijk beschikbaar). Welke wijze van doen dezen voorraad nu het beste vermag weer te geven, is niet gemakkelijk uit te maken. Dit is ook niet van zoo heel veel belang, het voornaamste is of een bepaalde methode ons

bruikbare aanwijzingen over de beschikbaarheid van fosforzuur voor het gewas verschaft.

Beide methodes van P-getal en P-citr. verschillen dus alleen hierin, dat het oplosmiddel verdund citroenzuur wat sterker is dan water en wat meer fosforzuur tot oplossing brengt, dat voor de plant niet zoo vlot ter beschikking kan komen als het fosforzuur, dat ook in water oplosbaar is.

In het volgende zullen wij de vraag bespreken, welke zin het heeft om soms een graad of peil te bepalen, zooals bij de pH en het kaligetal, maar in een ander geval een hoeveelheid, zooals bij het P-getal en het P-citr. cijfer. Lijkt dit alles niet erg willekeurig en inkonsekvent? Wij zullen echter zien, dat de ervaring tot deze handelwijze heeft geleid en dat zij door redeneering begrijpelijk wordt.

\* \* \*

In het vorenstaande hebben wij uiteengezet, dat de bepalingen van het pH-cijfer en het kaligetal vergelijkbaar zijn met het meten van een temperatuur in graden, van een elektrische spanning of van een waterpeil, maar dat de fosforzuurbepalingen, het P-getal en het P-citr., beter vergelijkbaar zijn met metingen van een hoeveelheid warmte, electriciteit of water.

Welke reden is er nu om zoo verschillend te werk te gaan? Op deze vraag kan slechts één antwoord gegeven worden, namelijk dat de ervaring ons geleerd heeft, dat het zoo het beste is. Het bleek, dat de plant veel gevoeliger is voor den graad of sterkte van het zuur, dat in den grond, of beter gezegd gebonden aan klei en humus, voorkomt, dan voor de hoeveelheid van het zuur. Het „peil” van de kali, uitgedrukt door het kaligetal, bleek op de lichte gronden een bruikbaarere aanwijzing te geven dan de aanwezige hoeveelheid kali. Op gronden met eenzelfde kaligetal gedraagt het gewas zich gelijk, ook al loopt de hoeveelheid kali sterk uiteen, terwijl gronden met gelijke hoeveelheid, maar ongelijk „peil”, vaak verschillen vertoonen. Dit bleek niet voor het fosforzuur te gelden. Hier werd het omgekeerde gevonden; het „peil” gaf geen nader inzicht, maar dit was wel het geval voor de hoeveelheid, d.w.z. niet voor de totale, maar voor de beschikbare hoeveelheid.

Deze feiten, die door talrijke proeven gesteund werden, zijn de basis voor de methodes van grondonderzoek, zooals wij die

thans kennen. De schijnbare willekeur en inkonsekwentie is ons blijkbaar door de natuur zelf opgelegd!

Toch mag men blijven vragen, wat de redenen kunnen zijn, dat de plant in het eene geval op een „graad”, en in het andere op een hoeveelheid reageert. Zonder hierop diep in te gaan, willen wij probeeren aan te geven, hoe men deze verschijnselen verklaren moet.

\* \* \*

Als de graad van het zuur te groot wordt, doen zich allerlei omstandigheden voor, die het leven voor de planten minder goed mogelijk maken. De beschikbaarheid van allerlei voedingsstoffen gaat b.v. achteruit. De plant moet deze stoffen aan de met zuur „beladen” bodemdeeltjes ontnemen. Het zal er nu betrekkelijk weinig toe doen, of er veel of weinig van deze door zuur min of meer vergiftigde bodemdeeltjes zijn, overal vindt de plant de toegang versperd. Het is, om weer een beeld te gebruiken, onverschillig of er een of tien emmers water ter beschikking staan om den dorst te lesschen, als het water toch in alle emmers ondrinkbaar is. De grond met weinig klei- en humusdeeltjes is door weinig kalk te ontzuren, maar meer „tegengif” is noodig als de grond rijker aan deze deeltjes is. In het eerste geval is echter één emmer met drinkwater van goede kwaliteit ook voldoende voor den dorst. Wel blijkt uit deze redeneering, dat de pH van een aan klei en humus armen grond gemakkelijk zal varieeren, een dergelijken grond kan licht in een goeden, maar ook in een slechten toestand geraken.

Om de beteekenis van de herleiding van de kali op het humusgehalte, zooals die bij de bepaling van het kaligetal geschiedt, in te zien, moet men zich voorstellen, dat kleine hoeveelheden kali door een humusdeeltje zeer sterk worden vastgehouden, en dus moeilijk voor de wortels opneembaar zijn. Als er meer kali aanwezig is, raakt het deeltje meer verzadigd en wordt de kali veel gemakkelijker afgegeven. Het humusdeeltje is eenigszins vergelijkbaar met een vochtige spons; is de spons niet erg nat, dan is er groote kracht voor noodig om er een druppel water uit te persen, is de spons daarentegen met water verzadigd, dan gaat dit heel gemakkelijk. Is nu een bepaalde hoeveelheid kali over een humusrijken grond verdeeld, dan krijgt elk humusdeeltje een kleine hoeveelheid, de opneembaarheid is gering. Dit vindt zijn uitdrukking in het

kaligetal, dat lager is dan bij een humusarmeren grond, ook al zou deze een gelijke hoeveelheid kali bevatten. Elk humusdeeltje is in dit laatste geval sterker met kali verzadigd, zoodat de beschikbaarheid veel beter is, ook al mag de hoeveelheid kali dan gelijk zijn.

Een grond met weinig humus zal gemakkelijk door een enkele kalibemesting in den gewenschten toestand kunnen worden gebracht, maar is aan den anderen kant veel vatbaarder voor het optreden van kaligebrek, en kan ook licht te zwaar bemest worden. <sup>1)</sup> Het kaligetal is op een dergelijken grond dus erg variabel, en daardoor zal de hoeveelheid kali ten slotte ook een woordje mee gaan spreken.

Als de kali-eenheid klein is, zal het kaligetal reeds tijdens den groei van het gewas sterk dalen, het „peil” vermindert dus, en dit kan bezwaar opleveren, als de hoeveelheid tevoren niet voldoende groot was. Het is dan ook inderdaad gebleken, dat het kaligetal bij een humusarmen grond iets hooger behoort te zijn om een zekeren oogst te waarborgen dan bij een humusrijken grond. Toch is het wel zeker, dat het kaligetal een juistere maat geeft dan de hoeveelheid kali, al moet met deze laatste wel eenigszins rekening worden gehouden.

Uit het vorenstaande blijkt ook, dat aan het kaligetal bij de humusrijkere gronden een meer blijvende beteekenis toekomt, want bij de humusarme is het zeer veranderlijk, en geeft het veeleer een momenteelen dan een blijvenden toestand aan. Evenwel is de bepaling van het kaligetal ook bij de humusarme gronden niet zonder belang, omdat de grootte van het kaligetal dan een aanwijzing geeft of de gebruikelijke bemestingswijze tot een gewenschten kalitoestand heeft geleid. Aan de hand hiervan kan uitgemaakt worden of het noodig is de kalibemesting in de toekomst op dezelfde wijze uit te voeren, dan wel een zwaardere of lichtere bemesting te kiezen. Er mag

---

<sup>1)</sup> Deze groote variabiliteit van een grond met weinig actieve bodemdeeltjes geldt nog meer voor het kaligetal dan voor de pH, want de kali-eenheid, dat is de hoeveelheid kali, die noodig is om het kaligetal met 1 te doen stijgen, is in kilogrammen uitgedrukt slechts een klein getal, terwijl de kalkfactor toch altijd met een heel wat grooter aantal kg kalk overeenkomt. Zoo komt een kali-eenheid op een zandgrond met 10 % humus en een bouwvoordikte van 10 cm overeen met 10.4 kg  $K_2O$  of 23 kg kalizout 40 %, maar de kalkfactor van dezen grond bedraagt 267 kg  $CaCO_3$ , overeenkomend met ongeveer 390 kg mergel of 230 kg poederkalk per ha.



echter bij een humusarmen grond nooit uit een hoog kaligetal besloten worden, dat de kalitoestand nu voor langen tijd in orde zal zijn.

De reactie van het gewas op een fosforzuurhoeveelheid zal anders verklaard moeten worden. Om te beginnen is fosforzuur, zooals het woord zegt, een zuur, en niet zooals kalk en kali een base. De binding van deze stoffen is verschillend, een fosfaat kan wel is waar ook aan bodemdeeltjes gebonden worden, maar deze binding is, behalve dat zij van anderen aard is, toch niet van overwegend belang. Voornamelijk zet het fosforzuur zich in den grond af als onoplosbare verbindingen met kalk; soms ook met ijzer, aluminium, enz. Men mag aannemen, dat het fosforzuur meer zelfstandig aanwezig is, en niet of in mindere mate gebonden aan de humus- en kleideeltjes voorkomt; de meerdere of mindere aanwezigheid van deze deeltjes oefent althans niet, zooals bij kalk en kali, een invloed van beteekenis uit. Bij toenemenden voorraad fosforzuur stijgt de opneembare hoeveelheid, de concentratie van het fosforzuur in het bodemvocht neemt toe, zoodat het begrijpelijk wordt, dat de beschikbaarheid door de in citroenzuur of in water oplosbare hoeveelheid aangegeven wordt.

De fosforzuurtoestand is, in tegenstelling tot den kalitoestand, tamelijk onveranderlijk. Om b.v. het P-citr. cijfer met 1 te doen stijgen, is bij een bouwvoordikte van 15—20 cm dikte wel ongeveer 40 kg zuiver fosforzuur (2 balen superfosfaat 20 %) per ha noodig, voor de verandering van het P-getal meestal nog belangrijk meer. Het behoeft ons dus niet te verwonderen, dat het P-getal en het P-citr. vrij stabiel zijn, en een grondonderzoek op fosforzuur, evenals een onderzoek op den zuurgraad, voor geruimen tijd zekerheid verschaft.

Het besprokene nog eenmaal samenvattend vinden wij dus een overeenstemming tusschen het onderzoek op pH en op kaligetal in zooverre, dat in beide gevallen een graad of peil gemeten wordt, en dat aan de hoeveelheid zuur (of kalk) en kali alleen beteekenis toekomt als een voorraad, die tot de handhaving van dit peil in staat stelt, maar dat er geen of weinig beteekenis aan de aanwezige hoeveelheid als zoodanig toekomt.

Bij het onderzoek op P-getal en P-citr. cijfer is daarentegen de hoeveelheid van belang, hoewel slechts over het beschik-

bare gedeelte een aanwijzing verkregen wordt. De overeenstemming tusschen pH, P-getal en P-citr. ligt hierin, dat deze grootheden alle vrij onveranderlijk zijn, en voor geruimen tijd een bruikbare aanwijzing leveren, terwijl het kaligetal daarentegen, vooral bij de humusarmere gronden, zeer veranderlijk is. Het heeft daarom alleen bij humusrijkere gronden voor een wat langeren duur geldigheid, maar bezit overigens slechts beteekenis als aanwijzer van den oogenblikkelijken toestand.

