LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.
GRONINGEN

TOETSING VAN GRONDONDERZOEK NAAR KALITOESTAND OP NEDERLANDS GRASLAND

WITH A SUMMARY:

EVALUATION OF SOIL TESTING OF THE AVAILABILITY OF POTASH ON DUTCH GRASSLANDS

Dr F. VAN DER PAAUW
MET MEDEWERKING VAN
J. RIS

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 59.2 - 'S-GRAVENHAGE - 1953

ISN = 159060

INHOUD[1]

Blz.

I. Het verrichte onderzoek 3

1. Inleiding 3
2. Organisatie van het onderzoek 3
3. Uitvoering van de toetsing 4
4. Opzet van het onderzoek 7
5. Bewerking van de resultaten 7
6. Weersomstandigheden in de verschillende proefjaren 8

II. Toetsing van K-getal en K-HCl 9

1. K-getal op zandgrond 9
   a. Onderzoek in 1949 op proefvelden 9
   b. Onderzoek in 1943 op proefplekken 10
      Onderzoek op de Zuidelijke zandgronden 11
      Onderzoek in het Midden des lands 12
      Onderzoek op de Noordelijke zandgronden 12
      Samenvatting van alle zandgronden 13
   c. Samenvatting van alle proeven op zandgrond in 1941, 1943 en 1949 14
   d. Toetsing van K-HCl op zandgrond 14
2. K-HCl op rivierkleigrond 15
   a. Onderzoek in 1948 op proefvelden 15
   b. Onderzoek in 1943 op proefplekken 20
3. K-HCl op veengrond 23
   a. Onderzoek in 1948 op proefvelden 23
   b. Onderzoek in 1943 op proefplekken 25
   c. Bespreking van de resultaten op veengrond 28
4. K-HCl op zeekleigrond 28
   Onderzoek in 1943 op proefplekken 28
5. K-HCl op lössgrond 30
   Onderzoek in 1943 op proefplekken 30
6. Practische toepasbaarheid van het grondonderzoek op kali 31
7. De invloed van nevenfactoren 34
8. Verantwoording van het verrichte onderzoek en discussie van de noodzaak van verder onderzoek 35

Samenvatting 36

Summary 38

Literatuur 39

[1] De auteurs zijn:
Dr F. van der Paauw, hoofdlandbouwkundige bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. Groningen;
J. Ris, assistent-landbouwkundige bij dezelfde instelling.

I. HET VERRICHTE ONDERZOEK

1. Inleiding

Naast een toetsing van het grondonderzoek naar fosfaattoestand op grasland, waaraan een uitvoerig, met medewerking van de Landbouwvoorlichtingsdienst verricht onderzoek is gewijd (van der Paauw en de la Lande Cremer, 10), heeft ook een tamelijk omvangrijke toetsing van het grondonderzoek naar de kalitoestand van het grasland plaatsgevonden. In kalitoestand komen eveneens grote verschillen voor, die een belangrijke invloed hebben op de opbrengst en de samenstelling van het gras. Om deze reden is het nodig, dat over de betekenis welke het grondonderzoek kan hebben om de kalitoestand van de grond te bepalen, nauwkeurige inlichtingen worden verkregen.

Vroegere onderzoekingen, voornamelijk door het Landbouwproefstation in de omgeving van Groningen verricht, hebben zonder twijfel aangetoond, dat het grondonderzoek naar kalitoestand betekenis heeft ('t Hart en van der Paauw, 4, van der Paauw, 6). Het is echter zonder nader onderzoek niet zeker, evenmin als dit bij het fosfaatonderzoek het geval is, dat de uitkomsten van dit onderzoek ook voor de rest van het land geldig zijn, daar immers nevenomstandigheden vaak een grote invloed hebben op het resultaat. Een uitvoeriger onderzoek, dat ook in andere landsgedeelten en in verschillende jaren zou moeten worden verricht, werd daarom noodzakelijk geacht.

Het kali-onderzoek bestaat bij ons uit een bepaling van de in 0,1 n HCl oplosbare kali bij een extractieverhouding van 1 deel grond op 10 delen vloeistof. Dit kaligehalte, aangeduid als K-HCl, dat bij benadering een indruk geeft van de uitwisselbaar gebonden kali, wordt alleen op de klei- en veengronden bepaald. Bij zandgronden is een andere methode in gebruik, namelijk de bepaling van het kaligetal (K-getal). Dit geeft de in 0,1 n HCl oplosbare kali betrokken op het humusgehalte van de grond [1]. Bij de invoering van deze methode is van de overweging uitgegaan, dat de kali bij deze grondsoort voornamelijk aan de humus gebonden is, en dat het daarom van belang zou zijn om de mate van verzadiging van de humus met kali te kennen. Het is aannemelijk dat deze de beschikbaarheid van kali voor het gewas zal bepalen. Inderdaad heeft het kaligetal in verschillende gevallen vrij goed voldaan; het bleek althans dat het veel minder nodig was om bij de interpretatie nog met het humusgehalte rekening te houden, dan bij het gebruik maken van het kaligehalte (K-HCl) van de grond.

Toch zal het nodig zijn om aan de vraag, of het werkelijk noodzakelijk is de kalitoestand op zand- en kleigrond op verschillende wijze weer te geven, aandacht te besteden.

2. Organisatie van het onderzoek

Het materiaal is, evenals bij het fosfaatonderzoek, verkregen door de samenwerking van de Landbouwconsulentschappen met het Landbouwproefstation.

[1] Bij de extractie wordt een zodanige hoeveelheid grond afgewogen, dat deze 6,25 g humus bevat; deze hoeveelheid wordt geëxtraheerd met 300 cm³ 0,1 n HCl-oplossing.

Sedert 21 Juli 1952 wordt ook op zandgronden K-HCl bepaald, waaruit het K-getal met behulp van een formule wordt afgeleid.

Door de Landbouwvoorlichtingsdienst zijn verscheidene proefvelden volgens een tevoren opgesteld plan aangelegd [1]. Deze proefvelden zijn ingedeeld in series op veen-, rivierklei- en zandgrond. Beide eerste series, met resp. 35 en 29 proefvelden, zijn gehouden in 1948, de serie op zandgrond met 36 proefvelden in 1949.

Verder stond nog een omvangrijk materiaal ter beschikking, dat in 1943 op verscheidene grondsoorten is verzameld, en dat ook zijn diensten heeft bewezen bij het fosfaatonderzoek (10). In dat jaar zijn namelijk door het hele land met medewerking van de Landbouwvoorlichtingsdienst van 519 kleine plekken ($\frac{1}{4}$ m^2) even voorafgaand aan het maaien gelijktijdig monsters van de grond en van het gras genomen. De grasmonsters zijn verkregen door al het gras af te snijden. In de grondmonsters is het gebruikelijke onderzoek naar kalitoestand verricht; in de grasmonsters is het kali- en stikstofgehalte van de droge stof bepaald. Eerder onderzoek (6) had namelijk uitgewezen, dat het K_2O- (en ook het P_2O_5-gehalte, vgl. ook 10) een zeer goede maatstaf leveren voor de beoordeling van de beschikbaarheid van K, resp. P in de grond, zoals deze door het grondonderzoek worden bepaald. Ook dit materiaal werd, in afzonderlijke groepen ingedeeld, bewerkt.

In de publicatie over het fosfaatonderzoek (10) werd reeds opgemerkt, dat het bijeenvoegen van proeven tot series volgens grondsoort en geografische ligging vrij willekeurig is geweest. De resultaten zullen daarom ook nu zodanig worden gegroepeerd, als bij de bewerking het meest doelmatig bleek te zijn.

3. Uitvoering van de toetsing

De werkwijze was geheel dezelfde als bij het fosfaatonderzoek. Door bemesting met kali ontstane opbrengstverschillen zijn met K-HCl, resp. K-getal, in verband gebracht. Deze opbrengstverschillen zijn niet in absolute maat (q/ha) weergegeven. Het is nl. voor de boer weliswaar van belang hoeveel gras er onder invloed van een bemesting meer wordt verkregen, maar de procentuele toename is voor een toetsing bruikbaarder, omdat de absolute toename in sterkere mate afhankelijk is van het opbrengstniveau, waarbij gemaaid wordt, dan opbrengstverschillen, die in % worden uitgedrukt (althans als zeer vroege maaitijden buiten beschouwing worden gelaten). Dit procentuele opbrengstverschil wordt in ons geval tot uitdrukking gebracht door de opbrengst van het niet met kali bemeste object in procenten van de opbrengst, die met de hoogste kaligift op het proefveld is verkregen. Bij het gebruik maken van deze relatieve opbrengst wordt uitgegaan van de gedachte, dat met de zwaarste toegepaste K-bemesting inderdaad de op het betreffende perceel door middel van een verhoging van de K-toestand hoogst mogelijke opbrengst is verkregen. Hieronder (blz. 5—6, tabel 1) wordt nagegaan, of dit werkelijk het geval is.

Voor de toetsing van het grondonderzoek zijn verder de K_2O-gehalten van het op de niet met kali bemeste objecten gegroeide gras gebruikt. Bij het in 1943 verrichte proefplekkenonderzoek kon niet, zoals voor de factor fosfaat in dit oorlogsjaar wel het geval was, van niet met kali bemeste grond worden uitgegaan, daar kali, in tegenstelling tot het geheel ontbrekende fosfaat, in het algemeen wel werd aangewend. Aangezien de grond- en gewasmonsters echter gelijktijdig zijn genomen, komt de als bemesting toegediende kali ook in de uitslag van het grondonderzoek

[1] De geslaagde samenwerking met de Landbouwvoorlichtingsdienst wordt met waardering gememoreerd.

TABEL 1. Gemiddelde opbrengst van de 1e snede van proefvelden bij ruime kalibemesting, ingedeeld volgens K-getal-, resp. K-HCl-klassen bij verschillende proefveldenseries, (cursief gemiddelde opbrengst, tussen haakjes aantal proefvelden, hierachter de gemiddelde maaidatum)

Proefveldenserie	K-getal (zand), resp. K-HCl (veen en klei)		
	13–20	21–54	
Zand 1941 Proefstation.	*51* (9), 18/6	*49* (9), 14/6	
	12–19	21–26	27–46
Zand 1949 Interpr. serie	*44* (10), 31/5	*40* (11), 1/6	*44* (12), 28/5
	22–25	28–29	39–47
Veen 1948 Interpr. serie (28–36% humus)	*43* (3), 29/5	*52* (3), 29/5	*54* (2), 2/6
	9–14	16–18	24–30
Rivierklei 1948 Interpr. serie humus 3,5–10,3%.	*52* (4), 5/6	*55* (3), 6/6	*59* (5), 25/5
	13–15	16–20	22–29
id. humus 11,2–19,1%	*48* (4), 3/6	*54* (4), 6/6	*53* (4), 28/5
Exp. series	*K-number (sand), resp. K-HCl (peat and clay)*		

TABLE 1. *Average yield of first cut on field trials with ample potash dressing, divided into groups of K-number and K-HCl respectively of different experimental series (mean yields in italics, number of field trials between brackets and mean mowing date respectively)*

tot uitdrukking. Het is echter wel aannemelijk, dat door deze bemesting een grotere onnauwkeurigheid is ontstaan.

De toetsing is ook bij het kali-onderzoek om practische redenen beperkt tot de 1e snede. Hoewel hiertegen wel enige bezwaren te noemen zijn, wordt hierdoor, zoals in de vorige publicatie (10, blz. 49) is uiteengezet, toch een waardevol gegeven verkregen.

De vraag kan worden gesteld, of de relatieve opbrengst (opbrengst van het object zonder kalibemesting in procenten van de hoogste op het proefveld met kalibemesting verkregen opbrengst) wel als maat gebruikt mag worden om de K-waarde van de grond te toetsen. Het op 100 stellen van de hoogste opbrengst van elk proefveld veronderstelt feitelijk, dat door een enkele kalibemesting de met

behulp van kali op het betreffende perceel te bereiken opbrengst inderdaad is verkregen. Ten aanzien van fosfaat is door 'T HART (3) op een dergelijke veronderstelling (VAN DER PAAUW, 6) kritiek geoefend, daar hem gebleken was, dat de jaaropbrengst van het grasland in sterke mate met P-citr correleerde en de achterstand van de velden met laag P-citr niet door een enkele fosfaatbemesting kon worden teniet gedaan. VAN DER PAAUW en DE LA LANDE CREMER (10) toonden evenwel aan, dat dit bezwaar voor de door hen, en de door VAN DER PAAUW (6) vroeger behandelde proefvelden, niet geldt; er is getracht een aannemelijke verklaring voor het verschil in uitkomsten tussen die van hun onderzoekingen en die van 'T HART te geven (blz. 53–54).

Ten aanzien van kali lijkt het a priori minder waarschijnlijk, dat het productievermogen van percelen met verschillend K-getal, resp. K-HCl, bij voldoende K-bemesting belangrijk zou uiteenlopen, aangezien de K-toestand veel minder constant is dan de P-toestand en dus ook minder over een verloop van jaren een verandering in het grasbestand tot stand brengt, die verschillen in productievermogen tot gevolg heeft.

Om echter ten opzichte van dit punt zekerheid te verschaffen, zijn onze gegevens in tabel I samengevat. Achter de cursief gedrukte gemiddelde opbrengsten is behalve het aantal proefvelden (tussen haakjes) ook de gemiddelde maaidatum, die uiteraard op de opbrengst invloed heeft gehad, vermeld.

De zandgronden geven, zoals te verwachten is, geen enkele aanwijzing, dat het productiepeil van de 1e snede bij de gronden met hoog K-getal hoger zou zijn dan van de ruim met kali bemeste gronden met laag K-getal. Van veengrond zijn slechts enkele bruikbare gegevens beschikbaar. De lagere gemiddelde opbrengst bij laag K-HCl berust op een proefveld met lage opbrengst; beide andere proefvelden brachten ongeveer 50 q/ha op. Deze aanwijzing is dus weinig overtuigend. De proefvelden op rivierklei geven wel een aanwijzing dat bij lager K-HCl, ook als ruim kali gegeven is, lagere opbrengsten zijn verkregen dan bij hoger K-HCl. Om een mogelijke invloed van het humusgehalte enigszins te elimineren, is het materiaal in 2 humusgroepen gesplitst. In beide groepen is evenwel dezelfde aanwijzing verkregen, die nog versterkt wordt door het feit, dat bij hoger K-HCl ondanks hogere opbrengst verscheidene dagen vroeger is gemaaid. Het is dus niet onmogelijk, dat het gebruik maken van de relatieve opbrengst voor de toetsing van K-HCl bij rivierklei minder toelaatbaar is.

Een ander bezwaar, namelijk de geringere opname bij laag K-HCl en laag humusgehalte en daardoor geringe werking op de opbrengst, zal later (blz. 20) worden genoemd. Op de betekenis van het verband tussen K-HCl en absolute opbrengst, dat hier naar voren lijkt te komen, wordt hieronder (blz. 18) nader ingegaan.

Er is ook bij dit onderzoek gepoogd mogelijke invloeden van nevenfactoren op het verband tussen de kalitoestand en de reactie van het gewas te vinden, om na het elimineren van dergelijke invloeden een nauwkeuriger bepaling van de waarde van het grondonderzoek te verkrijgen (vgl. het hierover gezegde in 10, blz. 8–9). Het zal blijken, dat de beschikbaarheid van kali in veel sterkere mate van andere factoren afhankelijk is dan de beschikbaarheid van het fosfaat, zodat bevredigende resultaten alleen kunnen worden verkregen, als met deze andere factoren rekening wordt gehouden.

Het is gemakkelijk in te zien, dat nevenfactoren een grotere invloed hebben. De beschikbare kali is immers voor een belangrijk deel aan de humus gebonden.

Het humusgehalte (als maat voor het basenbindend complex) bepaalt in belangrijke mate de opneembaarheid van de aanwezige kali. Verder is bekend, dat de opname van kali mede bepaald wordt door de mate, waarin andere kationen aanwezig zijn, zodat een verband met de kalktoestand (pH) verwacht mag worden.

Een correlatie tussen het voor de toetsing gebruikte K_2O-gehalte van het gras en het N-gehalte kon meestal gevonden worden. Deze correlatie berust waarschijnlijk voornamelijk op het feit, dat het gras op de verschillende proefvelden in ongelijk physiologisch stadium verkeerde en jonger gras in den regel zowel een hoger gehalte aan N als aan K_2O heeft. Van het vastgestelde verband kon soms gebruik worden gemaakt om de invloed van de verschillen in N-gehalte op het K_2O-gehalte, dat wil dus vermoedelijk zeggen de invloed van het verschil in groeistadium, te elimineren. De samenhang tussen N- en K_2O-gehalte bleek echter veel zwakker te zijn dan destijds (6, 10) tussen N- en P_2O_5-gehalte is gevonden.

4. Opzet van het onderzoek

De proefvelden zijn aangelegd op veengrond in Friesland, Overijsel, Utrecht, Noord- en Zuidholland (1948), op rivierkleigrond in Overijsel, Gelderland, Utrecht en Noordbrabant (1948) en op zandgrond in Friesland, Drente, Overijsel, Gelderland en Utrecht (1949).

Het in 1943 verrichte plekkenonderzoek is verricht op veengrond in Friesland, Drente, Overijsel, Utrecht, Noord- en Zuidholland, op zeekleigrond in Groningen, Friesland, West-Overijsel, Gelderland, Utrecht (in de laatste gevallen Zuiderzeekleigronden), Noord- en Zuidholland, Zeeland en Noordbrabant, op rivierkleigrond in Overijsel, Gelderland, Utrecht, Noordbrabant en Limburg, op zandgrond in Groningen, Friesland, Drente, Overijsel, Gelderland, Utrecht, Noordbrabant en Limburg en op lössgrond in Limburg.

a. De proefvelden zijn aan de hand van voorafgaand grondonderzoek aangelegd, zodat een belangrijke variatie van de bij het onderzoek in aanmerking komende bodemfactoren is verkregen.

De proefvelden zijn aangelegd volgens het schema: geen kali (4-voud) en verder naar 30, 80, 140 en 220 kg/ha K_2O (2-voud).

De kali is toegediend in de vorm van k 40 in het voorjaar. De proefvelden zijn verder bemest met kalkammonsalpeter meestal naar 50 kg/ha N en met superfosfaat naar 100 kg/ha P_2O_5; in enkele gevallen is hiervan afgeweken, vooral wat de vorm en hoeveelheid van de N-bemesting betreft.

Grondmonsters werden voor de bemesting per veldje genomen, zoals gebruikelijk is van de zodelaag (0–5 cm). Van de lagen 5–10 en 10–20 cm werd een gemiddeld monster van het gehele proefveld genomen.

De proefvelden zijn in het hooistadium gemaaid. De grasopbrengsten zijn per veldje bepaald; monsters zijn van 3 proefobjecten genomen voor de bepaling van het gehalte aan droge stof en voor chemische analyse.

b. Een beschrijving van de wijze van uitvoering van het in 1943 verrichte plekkenonderzoek is in de eerdergenoemde publicatie (10) gegeven.

5. Bewerking van de resultaten

De wijze van bewerking sluit geheel aan bij het fosfaatonderzoek, zodat hiernaar kan worden verwezen (10).

Voor zover mogelijk is de reactie op kali gewaardeerd aan verschillen in opbrengsten aan droge stof. Dit is wel zeer gewenst, daar het gehalte aan droge stof bij zwaardere kalibemesting merkbaar afneemt.

Bij gebruikmaken van de opbrengst aan vers gras zouden dus te grote vermeerderingen van de opbrengst als gevolg van kalibemesting zijn gevonden. Het was evenwel

wegens onbetrouwbare bepalingen van het droge stofgehalte bij de proefveldenserie op zandgrond noodzakelijk van grasopbrengsten gebruik te maken.

6. Weersomstandigheden in de verschillende proefjaren

1943. In de voorafgaande winter kwam geen vorst voor. Maart was schraal en droog, vanaf half April en in Mei was het over het algemeen zacht weer, waardoor het grasland zich gunstig ontwikkelde. De opbrengst zou vermoedelijk hoger zijn geweest, als Mei wat minder droog was geweest. Toch mag dit jaar als normaal worden beschouwd.

1948. Op matige vorst in Februari volgden zeer zachte maanden Maart en April met vroege grasgroei, terwijl ook de eerste helft van Mei zacht was. De tweede helft van Mei was koel met regen, waardoor de grasgroei zeer goed was en hoge opbrengsten werden verkregen.

1949. Na vorst in begin Februari en begin Maart kwam in de laatste decade van deze maand warmer weer. April was warm en gunstig voor de grasgroei. Het einde van deze maand en de eerste helft van Mei was evenwel vrij koud met weinig neerslag, waardoor de hoger gelegen zandgronden, vooral in het Zuiden, leden. Aangezien er in de laatste decade van Mei veel regen viel, zijn toch nog behoorlijke hooi-opbrengsten verkregen.

II. TOETSING VAN K-GETAL EN K-HCl

1. K-GETAL OP ZANDGROND

a. Onderzoek in 1949 op proefvelden

In de volgende consulentschappen hebben geslaagde proefvelden gelegen:

Drachten	OF . . .	6	proefvelden
Assen	D . . .	4	„
Hengelo	OO . . .	5	„
Zutfen	OGe . . .	6	„
Arnhem	Ve . . .	5	„
Utrecht	U . . .	5	„
	Totaal . . .	31	proefvelden

In plaats van het beoogde aantal van 42 proefvelden, dat voor een goed welslagen nodig werd geacht, zijn door verschillende omstandigheden slechts 36 proefvelden uitgevoerd, waarvan 31 geheel of gedeeltelijk zijn geslaagd. Hiervan vallen dan nog verscheidene af wegens te onbetrouwbare opbrengstbepaling. Dit is waarschijnlijk een van de redenen, waarom de uitkomst van deze proefserie slechts matig bevrediging geeft.

Aangezien de droge-stofbepalingen niet alle even nauwkeurig leken, wordt, ondanks de hiertegen geopperde bezwaren (blz. 7), het K-getal in verband gebracht met de relatieve opbrengsten van vers gras (fig. 1). Opgemerkt zij, dat een oogstdepressie van 20% (rel. opbrengst = 80) hier overeenkomt met een vermindering van ± 14% van de opbrengst aan droge stof.

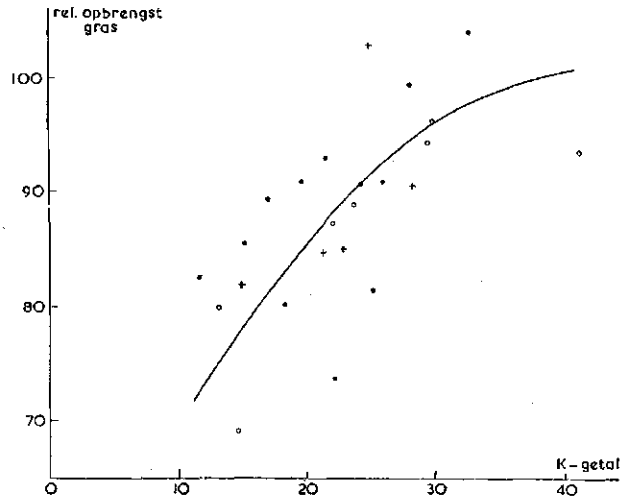


FIG. 1.
Verband tussen K-getal en relatieve opbrengsten aan gras (opbrengst van het object zonder K-bemesting in % van de bij een ruime K-bemesting verkregen gemiddelde opbrengst van het proefveld) op zandgrond (1949).
+ overwegend hooiland
● overwegend weiland
○ afwisselend

FIG. 1.
Relation between K-number and relative grass yields (yield of plots without K-dressing in % of mean yield obtained on plots with ample K-dressing) on sandy soils (1949)
+ *hayfields*
● *meadows*
○ *varied use*

Er is een vrij duidelijke samenhang, die behoorlijk overeenstemt met vroegere resultaten (6, vgl. fig. 41). Bij een K-getal 25 blijft de relatieve opbrengst nog ± 10% beneden het mogelijke, evenals destijds (6, in dat geval evenwel voor de opbrengst aan droge stof) werd gevonden.

Bij de opzet van deze proef is er op aangedrongen om zowel proefvelden op steeds als hooiland en op steeds als weiland gebruikt land aan te leggen. Het zou namelijk kunnen zijn dat het laatstgenoemde hogere eisen stelt. Hieraan is slechts in een

klein aantal gevallen gevolg gegeven; er zijn evenwel verscheidene gevallen, die of overwegend als weiland of als hooiland in gebruik zijn. De resultaten, die verkregen zijn van geheel of overwegend als weiland, resp. hooiland in gebruik zijnde percelen, zijn in fig. 1 afzonderlijk weergegeven; er kan evenwel geen verschil tussen beide groepen worden vastgesteld. Hoewel voor een goede vergelijking vooral het aantal overwegend gehooide percelen wel wat klein is geweest, lijkt het toch wel, dat het verschil in gebruikswijze niet tot een belangrijk verschil in de reactie op het K-getal heeft geleid.

Het verband tussen het K-getal en het K_2O-gehalte van de droge stof is slechts matig (fig. 2). Verschillen in gebruikswijze kunnen hier evenmin voor de vrij grote spreiding verantwoordelijk worden gesteld.

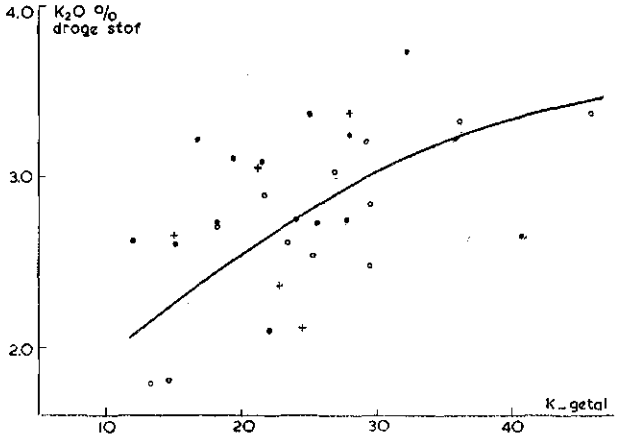


FIG. 2.
Verband tussen K-getal en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 2,17) van het niet met kali bemeste object op zandgrond (1949). Betekenis stippen als in fig. 1.

FIG. 2.
Relations between K-number and K_2O % of dry matter (corrected for N = 2.17 %) of plots without K-dressing on sandy soils (1949). For the meaning of different dots compare fig. 1.

Het K-getal van de laag 0–5 cm is met de K-getallen van de lagen 5–10 cm en 10–20 cm diepte vrij sterk gecorreleerd. Laatstgenoemde zijn echter meestal lager; een gemiddeld K-getal 25 in de bovenlaag correspondeert gemiddeld met K-getal 15 in de laag 5–10 en K-getal 11 in de laag 10–20 cm. Er kon aan de hand van dit materiaal niet aangetoond worden, dat hogere K-getallen in de ondergrond (als de K-getallen van de zodelaag ongeveer aan elkaar gelijk zijn) met een betere K-opname of geringere reactie op K samengaan dan bij lagere K-getallen in de diepere lagen.

b. Onderzoek in 1943 op proefplekken

De volgende ambtsgebieden leverden bruikbare bijdragen:

Groningen	NGr	1	monster
Drachten	OF	16	monsters
Sneek	ZWF	3	,,
Assen	D	19	,,
Zwolle	WO	9	,,
Hengelo	OO	17	,,
Zutfen	OGe	14	,,
Arnhem	Ve	8	,,
Utrecht	U	7	,,
Breda	WB	7	,,
St. Oedenrode	OB	28	,,
Roermond	L	13	,,
	Totaal	142	monsters

1. Onderzoek op de Zuidelijke zandgronden. Het verband tussen het K-getal en het K_2O-gehalte van het gras is, nadat een correctie voor de invloed van het N-gehalte en verder voor een bij dit materiaal aanwijsbare invloed van de gegeven K-bemesting is verricht (eigenlijk een rest-invloed, daar de gegeven K-bemesting reeds gedeeltelijk in het K-getal tot uitdrukking is gebracht), zeer goed (fig. 3). Het blijkt duidelijk, dat de K-opname tot een K-getal 25 sterk toeneemt, om daarna langzamer te stijgen.

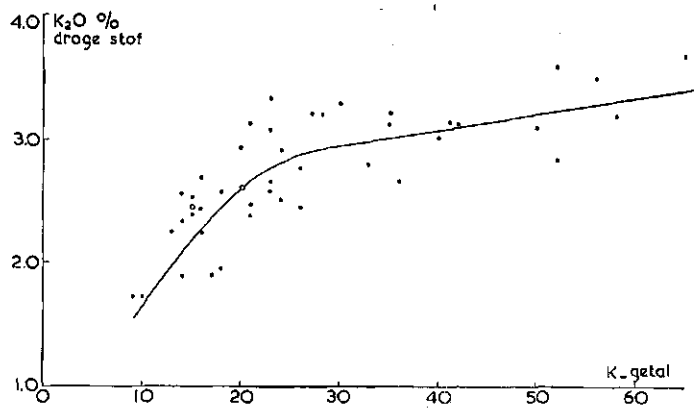


FIG. 3.
Verband tussen K-getal (tijdens afsnijden bepaald) en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,55 en K-bemesting = 100 kg/ha K_2O) van gras op zandgrond (stippen) in het Zuiden van het land (1943); ○ = bezande veengrond

FIG. 3.
Relation between K-number (determined at harvest) and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.55 % and K-dressing = 100 kg/ha K_2O) on sandy soils (dots) in the southern part of the Netherlands (1943); ○ = peaty soil with sand cover

De invloed van het N-gehalte kon hier met grote nauwkeurigheid worden bepaald. Er bleek een interactie te bestaan tussen het N-gehalte en het K-getal; bij hoge K-getallen was de invloed van het N-gehalte belangrijk groter, zodat de ingevoerde correctie van veel belang is geweest.

Belangrijk is, dat een invloed van het humusgehalte, dat tussen 4,5 en 24% varieerde, bij dit nauwkeurige materiaal niet werd gevonden (fig. 4). Dit bevestigt dus, dat het uitdrukken van de aanwezige K op humus, zoals bij de K-getal-bepaling gebruikelijk is, inderdaad deze factor volledig elimineert, zodat het gebruik van

FIG. 4.
Invloed van het humusgehalte van de grond op het verband tussen K-getal en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,55, K-bemesting = 100 kg/ha K_2O) op zandgrond (stippen) in het Zuiden van het land (1943). Verticale afwijkingen van de stippen tot de gemiddelde kromme in fig. 3 zijn uitgezet tegen humus %; ○ = bezand veen.

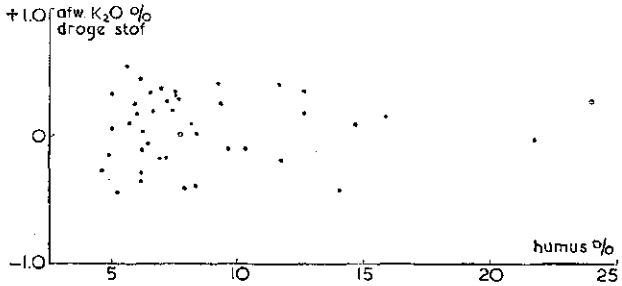


FIG. 4.
Influence of humus content of the soil on the relation between K-number and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.55 %, K-dressing = 100 kg/ha K_2O) on sandy soils (dots) in the southern part of the Netherlands (1943). Vertical deviations (i.e. perpendicular to the abscise) of the dots to the average curve in fig. 3 have been plotted against humus %; ○ = peaty soil (with sand cover).

K-getal op zandgrasland een belangrijk voordeel heeft boven een eventueel gebruik van K-HCl, waarbij steeds een correctie voor het humusgehalte moet worden toegepast.

De invloed van de pH is evenmin van belang. Er was slechts een zwakke aanduiding voor iets hogere K_2O-gehalten bij een pH van ongeveer 6,0.

2. Onderzoek in het Midden des lands. Bij het hier verkregen materiaal kon in tegenstelling tot het bovengenoemde geen enkele invloed van betekenis van andere factoren op het verband tussen K-getal en K_2O-gehalte worden gevonden, zodat dit zonder correcties wordt afgebeeld (fig. 5). De spreiding is groter dan in fig. 3, er is evenwel een bij benadering overeenkomstige lijn gevonden. Het humusgehalte had dus ook hier geen aantoonbare invloed.

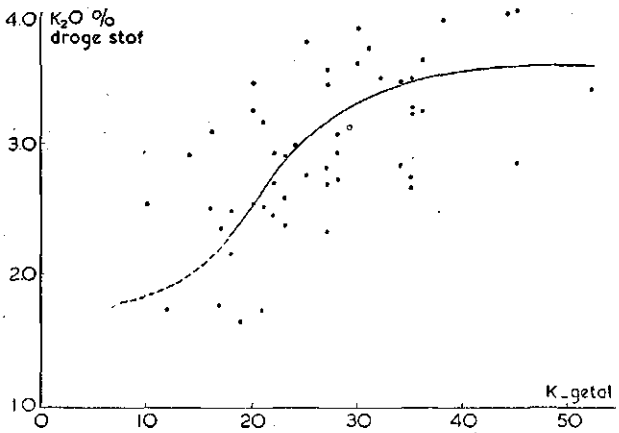


FIG. 5.
Verband tussen K-getal (tijdens afsnijden bepaald) en K_2O % van de droge stof (gem. N % = 1,80, K_2O % niet gecorrigeerd) op zandgrond in het midden van het land (1943); O = bezand veen

FIG 5.
Relation between K-number (determined at harvest) and K_2O % of dry matter (average N content = 1.80 %, K_2O % not corrected) on sandy soils in the centre of the Netherlands (1943); O = peaty soil with sand cover

3. Onderzoek op de Noordelijke zandgronden. Het verband tussen het K-getal en het K_2O-gehalte is na correctie op gelijk N-gehalte vrij duidelijk (fig. 6), hoewel een voldoende aantal bepalingen bij hoog K-getal ontbreken en enkele nogal grote uitbijters voorkomen. Het wekt echter de indruk, dat de vorm van de lijn bij benadering niet anders is dan in de andere landsgedeelten werd gevonden.

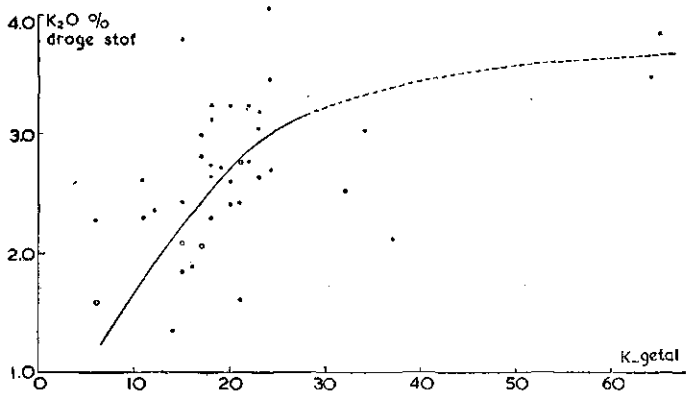


FIG. 6.
Verband tussen K-getal (tijdens afsnijden bepaald) en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 2,00) van gras op zandgrond in het Noorden van het land (1943); O = bezand veen

FIG. 6.
Relation between K-number (determined at harvest) and K_2O % of dry matter (corrected for N = 2.00 %) on sandy soils in the northern part of the Netherlands (1943); O = peaty soil with sand cover

Een invloed van het humusgehalte is hier eveneens afwezig. De invloed van de pH was zeer twijfelachtig.

S a m e n v a t t i n g v a n a l l e z a n d g r o n d e n. De overeenstemming tussen de uitkomsten in de verschillende gebieden maakt het mogelijk alle groepen samen te voegen (fig. 7). Het verband is ondanks individuele afwijkingen voor het gros van de waarnemingen duidelijk. Het blijkt dat beneden een K-getal 25 zeer lage kaligehalten in het gras kunnen voorkomen. Volgens het in 1949 en in 1941 verrichte onderzoek zijn hier opbrengstdalingen van meer dan 10% te verwachten. Bij hogere K-getallen neemt het K_2O-gehalte slechts in geringe mate toe. De bezwaren, die er wellicht kunnen bestaan met het oog op de voeding van het vee bij hoge K-gehalten van het gras, buiten beschouwing latend, zou men, alleen afgaande op de opbrengst, dus moeten streven naar een ruime K-toestand. Het weglaten van een K-bemesting, als het K-getal lager is dan 25 à 30, is uit dit oogpunt zeker ontoelaatbaar.

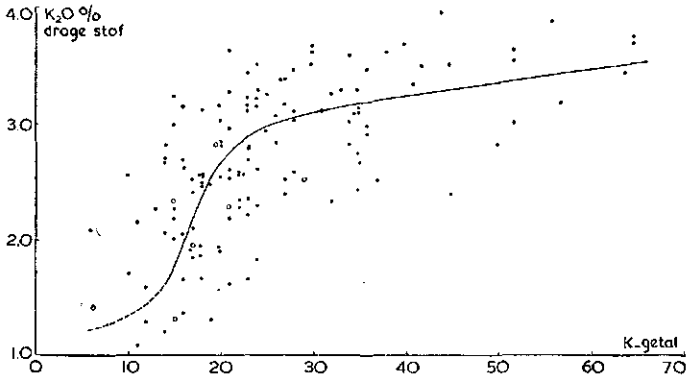


FIG. 7.
Verband tussen K-getal (tijdens afsnijden bepaald) en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,75) van gras op zandgrond in het gehele land (1943); ○ = bezand veen.

FIG. 7.
Relation between K-number (determined at harvest) and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1,75 %) on sandy soils in the whole country (1943); ○ = peaty soil with sand cover.

Zoals te verwachten is, werd ook in dit samengevoegde materiaal bij K-getal 13–24, d.w.z. het traject waarbinnen sterke en duidelijk vaststaande reactie op K is opgetreden, geen invloed van het humusgehalte gevonden (fig. 8), zodat dit binnen

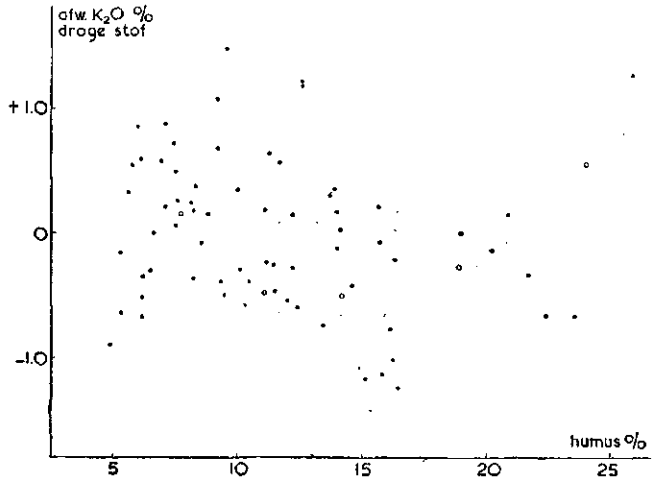


FIG. 8.
Invloed van het humusgehalte van de grond op het verband tussen K-getal en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,75) op zandgrond in het gehele land (1943). Verticale afwijkingen van de stippen bij K-getal 13-24 tot de gemiddelde kromme in fig. 7 zijn uitgezet tegen humus %; ○ = bezand veen.

FIG. 8.
Influence of humus content on the relation between K-number and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1,75 %) on sandy soils in the whole country (1943). Vertical deviations of the dots at K-number 13-24 from the average curve in fig. 7 have been plotted against humus %; ○ = peaty soil with sand cover.

een traject van ± 5–25% voor de beoordeling van het K-getal van geen belang blijkt te zijn.

Deze conclusie is belangrijk, omdat bij bouwland gevonden werd (5, 7), dat bij beoordeling van het K-getal wel vrij sterk met het humusgehalte rekening moet worden gehouden.

De op bezand veen verkregen uitkomsten (in fig. 3–8 aangegeven door cirkeltjes) passen in alle gevallen goed bij de uitkomsten op zandgrond, zodat aan het K-getal blijkbaar een gelijkewaarde toekomt.

c. Samenvatting van alle proeven op zandgrond in 1941, 1943 en 1949

Het verband tussen het K-getal en het K_2O-gehalte van niet met kali bemeste grond is in alle jaren bepaald, namelijk in 1941 op de proefveldenserie van het Proefstation in het Noorden van het land (6), in 1943 op een deel van de proefplekken, welke geen K-bemesting hadden ontvangen, en op de interprovinciale proefveldenserie in 1949. Voor deze opnieuw gegroepeerde waarnemingen is een nieuwe correctie op gelijk N-gehalte uitgevoerd. Een samenvoeging van alle resultaten wordt in fig. 9 gegeven. Het blijkt dat de uitkomst bevredigend is; de resultaten van de verschillende jaren stemmen goed overeen, ondanks het feit dat de grond in 1943 tijdens de monsterneming van het gras en in beide andere jaren in het vroege voorjaar bemonsterd is.

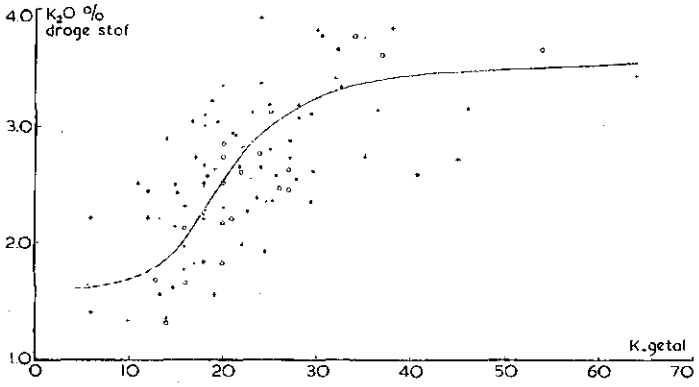


FIG. 9.
Verband tussen K-getal en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1.80) van gras op niet met K bemeste zandgrond, na samenvoeging van alle uitkomsten verkregen in 1941 (○), 1943 (+) en 1949 (●)

FIG. 9.
Relation between K-number and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.80 %) on sandy soils not dressed with potash; all results of 1941 (○), 1943 (+) and 1949 (●) summarized

Een zekere aanwijzing, dat aan de pH toch wel enige invloed toekomt, wordt bij dit materiaal gevonden. Bij pH 5,7 zouden de K_2O-gehalten van het gras het hoogst zijn.

d. Toetsing van K-HCl op zandgrond

Het zou een vereenvoudiging zijn, als het grondonderzoek in alle gevallen volgens eenzelfde methode zou kunnen gebeuren. Een toepassing van twee methoden is zowel met het oog op de uitvoering van de analyse als op de landbouwkundige interpretatie lastig. Het eerstgenoemde bezwaar is vervallen, sedert een methode gevonden is om de volgens de K-HCl-bepaling verkregen uitkomst in K-getal om te rekenen [1], wat voorheen niet mogelijk werd geacht (DE VRIES en HETTERSCHIJ, 13). Het tweede nadeel zal echter moeten worden geaccepteerd, zolang het K-getal belangrijk bruikbaarder blijkt te zijn dan het K-HCl.

[1] Deze werkwijze wordt sedert 21 Juli 1952 door het Bedrijfslaboratorium gevolgd en is bij de Consulentschappen bekend.

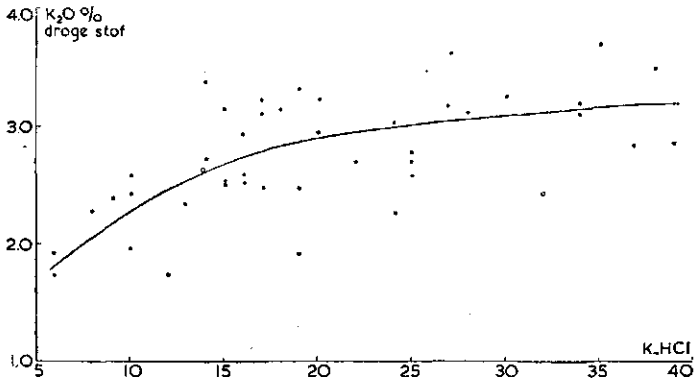


FIG. 10.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,55) van gras op zandgrond in het Zuiden van het land (1943). Vergelijk met fig. 3; O = bezand veen.

FIG. *10.*
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.55 %) on sandy soils in the southern part of the Netherlands (1943). Compare fig. 3.

Als een voorbeeld van de samenhang tussen K-HCl en het K_2O-gehalte van het gras geldt fig. 10. De K_2O-gehalten hebben hier dezelfde correcties ondergaan als in fig. 3, zodat beide figuren vergelijkbaar zijn. Het blijkt duidelijk dat K-HCl belangrijk minder goed voldoet dan het K-getal. Het is mogelijk om de invloed van het humusgehalte op het verband tussen K-HCl en K_2O % te elimineren en dan practisch een gelijkwaardig resultaat te verkrijgen als in fig. 3 is afgebeeld. Behalve het feit, dat deze invloed van het humusgehalte bij hogere gehalten als gevolg van het vrij geringe aantal humusrijke proefvelden niet heel zeker kon worden vastgesteld, komt het de toepasbaarheid van grondonderzoek niet ten goede als correcties moeten worden ingevoerd, zodat het K-getal wel de voorkeur heeft.

2. K-HCl OP RIVIERKLEIGROND

a. Onderzoek in 1948 op proefvelden

De volgende ambtsgebieden hebben aan het onderzoek bijgedragen:

Zwolle	WO . . .	2	proefvelden
Arnhem	Ve . . .	4	„
Tiel	ZGe . . .	12	„
Utrecht	U . . .	3	„
Oss	NOB . . .	4	„
Breda	WB . . .	2	„
	Totaal . . .	27	proefvelden

Het materiaal bleek zonder bezwaar als een geheel te kunnen worden behandeld.

De invloed van de K-bemesting op de opbrengst aan droge stof bleek slechts zeer gering te zijn (gem. 3% opbrengsttoename), er kan geen verband met het K-HCl worden aangetoond (fig. 11). Er is hierboven (blz. 6) reeds opgemerkt, dat de relatieve opbrengst bij deze grondsoort wellicht geen zuivere maatstaf is.

Het zal hieronder blijken, dat het humusgehalte van grote betekenis is voor de waardering van K-HCl op deze grondsoort. In dit geval was echter slechts een zwakke invloed van het humusgehalte aantoonbaar, zodat het resultaat slechts onbetekenend door invoering van een correctie op gelijk humusgehalte zou kunnen worden verbeterd. Ook de invloed van de pH is zeer twijfelachtig.

Het is aannemelijk, dat de reactie op kali in 1948, dat een goed grasjaar was, uitzonderlijk laag is geweest. Proefvelden van het Centraal Instituut voor Landbouw-

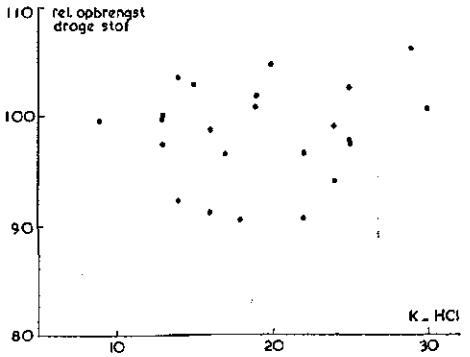


FIG. 11.
Verband tussen K-HCl en relatieve opbrengsten aan droge stof op rivierkleigrond (1948)

FIG. 11.
Relation between K-HCl and relative yields of dry matter on fluviatile clay soils (1948)

kundig Onderzoek te Wageningen hebben namelijk aanwijzingen geleverd, dat de reactie van de opbrengst op kalibemesting in andere jaren in het algemeen op deze grondsoort groter is.

Het is bovendien zeer goed mogelijk, dat de fixatie van kali door de grond, welke waarschijnlijk op de K-armste gronden een rol van betekenis heeft gespeeld, oorzaak is, dat zelfs de zwaarste toegepaste bemesting onvoldoende is geweest om in deze gevallen de voor deze gronden hoogst mogelijke opbrengst te bereiken. Het gevolg hiervan zal zijn geweest, dat de relatieve opbrengsten te hoog zijn uitgevallen, zodat er bij laag K-HCl geen gevallen zijn voorgekomen met lage relatieve opbrengsten.

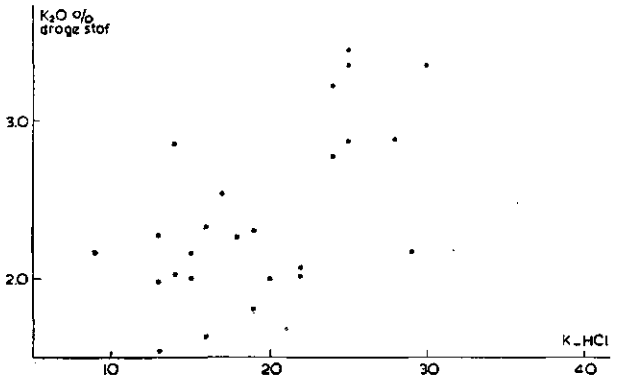


FIG. 12.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof gem. N % = 1,82; K_2O % niet gecorrigeerd) op rivierkleigrond zonder K-bemesting (1948)

FIG. 12.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (average N = 1.82 %, K_2O % not corrected) on fluviatile clay soils without potash dressing (1948)

Het verband tussen K-HCl en het K_2O-gehalte van het niet met kali bemeste gras (fig. 12) is, voordat er een correctie is uitgevoerd, zeer matig. Het blijkt echter, dat de verschillen van het humusgehalte van de proefvelden een belangrijke invloed op het verkregen resultaat hebben gehad. De invloed van het humusgehalte (fig. 13) is zeer duidelijk. Het maakt geen verschil of deze invloed bij hoog of laag K-HCl wordt bepaald, zodat het gehele materiaal in deze figuur is bijeengebracht.

Ten einde de invloed van het humusgehalte op het resultaat duidelijk tot uiting te doen komen, is het verband tussen K-HCl en K_2O % apart weergegeven voor de proefvelden met humusgehalte 3,5–10,6% (gem. 8%) en voor de proefvelden met een gehalte van 11,2–19,1% (gem. 14%) (fig. 14). In beide groepen is het K_2O%

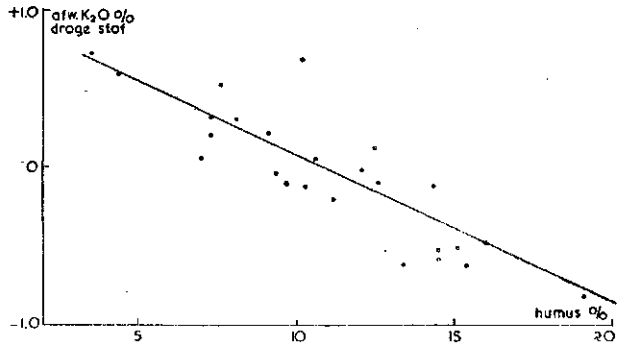


FIG. 13.
Invloed van het humusgehalte van de grond op het verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof op rivierkleigrond (1948). Verticale afwijkingen van de stippen tot een gemiddelde kromme (in fig. 12 niet afgebeeld) zijn uitgezet tegen het humus %.

FIG. 13.
Influence of humus content on the relation between K-HCl and K_2O % of dry matter on fluviatile clay soils (1948). Vertical deviations of the dots from an average curve (not reproduced in fig. 12) have been plotted against humus content.

op dit gemiddelde humusgehalte gecorrigeerd, een correctie op gelijk N-gehalte van het gras is niet verricht. Het verband is in beide gevallen goed. Duidelijk blijkt in hoe sterke mate bij de waardering van K-HCl met het humusgehalte rekening moet worden gehouden. Bij 8% humus wordt een K_2O% van 2% reeds bereikt bij K-HCl = 9, bij 14% humus pas bij K-HCl = 17,5. Het blijkt dat het gras van de niet met kali bemeste humusrijkere gronden veel armer aan kali is dan van de humusarmere. Kalirijke percelen, die tot een ruime kali-opname in staat stellen, zijn bij dit materiaal bij de humusrijkere gronden niet voorgekomen. Bij het hieronder (blz. 20—23) te bespreken grotere materiaal van 1943 waren er slechts enkele gevallen, overwegend waren deze percelen, beoordeeld aan het K_2O %, eveneens veel armer aan kali.

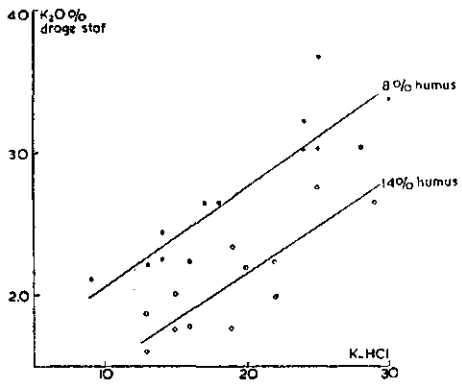


FIG. 14.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof (gem. N % = 1,82, K_2O % niet op gelijk N % gecorrigeerd) van niet met K bemest gras bij 2 verschillende humusgehalten op rivierkleigrond (1948). De waarnemingen verkregen bij grond met humus % 3,5-10,6 zijn op een humusgehalte van 8 % gecorrigeerd (●), die met humus % 11,2-19,1 op een gehalte van 14 % (O).

FIG. 14.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (average N = 1.82 %, K_2O % not corrected) at two different humus contents on fluviatile clay soils not dressed with potash (1948). The observations obtained at soils with 3.5-10.6 % of humus have been corrected to a humus content = 8 % (●), those with 11.2-19.1 % to a humus content = 14 % (O).

De wellicht voor de hand liggende conclusie, dat deze humusrijkere gronden sterker kali fixeren, mag echter niet worden getrokken. Vermoedelijk is, zoals hieronder zal worden aangetoond, veeleer het tegendeel het geval.

Het verband tussen K-HCl en het K_2O-gehalte van het gras is ook bij de naar 80 en 220 kg/ha K_2O bemeste objecten bepaald, nadat op een gemiddeld humusgehalte is gecorrigeerd. Het gevonden verband is, tezamen met de voór het niet met kali bemeste object gevonden lijn (hier in tegenstelling met fig. 14 het verband bij het gemiddelde humusgehalte = 10,8% voorstellend), afgebeeld in fig. 15. Het resultaat wijkt af van wat op andere grondsoorten gevonden wordt (vgl. met de in een 1943

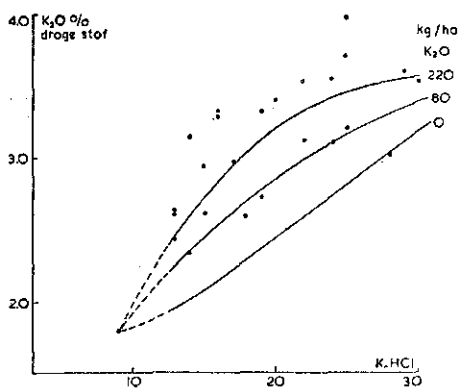


FIG. 15.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof van gras bij een gemiddeld humusgehalte van 10,8 % en ververschillende kalibemesting op rivierkleigrond (1948). Alleen de met de hoogste bemesting verkregen waarnemingen zijn door stippen weergegeven. Deze waarnemingen zijn op het gemiddelde humus % herleid.

FIG. 15.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter on river clay soils (average humus content 10.8 %) with different potash dressings (1948). Dots represent results obtained with highest potash dressing (influence of humus content being eliminated).

verschenen publicatie (6) in fig. 52 voor zandgrond en in fig. 59 voor veengrond afgebeelde resultaten). Bij zand- en veengrond is de door K-bemesting verkregen stijging van het K_2O-gehalte normaal het grootst als K-getal, resp. K-HCl, laag is; bij hoge waarde is de toename geringer. Op rivierklei is het verschil tussen het zonder kalibemesting en het met bemesting gevonden K_2O-gehalte echter bij laag K-HCl klein, het neemt bij hoger K-HCl toe en lijkt bij hoog K-HCl weer iets kleiner te worden. Deze uitkomst stemt overeen met de uitkomsten, welke FERRARI (1) met aardappelen in de Bommelerwaard verkreeg, maar is tegengesteld aan uitkomsten elders (Haarlemmermeer (VAN DER PAAUW en RIS, 11) en in andere N.-Hollandse polders (nog niet gepubliceerd)). Het verschijnsel moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de sterke fixatie van de toegevoegde kali op de rivierkleigronden, welke op de kali-armste gronden het sterkst is. Een zware K-bemesting leidt hier slechts tot een vrij geringe stijging van het K_2O-gehalte van het gras.

Het is aannemelijk, dat een dergelijke bemesting niet voldoende is om de hoogst mogelijke met kali te bereiken opbrengst te verkrijgen. De door ons hierboven berekende relatieve opbrengsten geven dus waarschijnlijk bij de proefvelden met laag K-HCl niet de opbrengst van het nul-object in procenten van het hoogst bereikbare, zodat te hoge waarden zijn gevonden. Dit kan de zeer onvoldoende correlatie in fig. 11 wellicht gedeeltelijk verklaren. De factor kali zou dus voor sommige K-arme rivierkleigronden wel eens belangrijker kunnen zijn, dan uit de geringe toename van de opbrengst bij K-bemesting schijnt te blijken.

Een ander argument voor het belang van de factor kali op deze grondsoort kan misschien geput worden uit het verband tussen K-HCl en de absolute opbrengst, waarop hierboven (blz. 5, tabel 1) reeds de aandacht werd gevestigd. Bij een bewerking van de resultaten, waarbij de invloeden van de tijd van maaien en van het humusgehalte konden worden geëlimineerd, werd het volgende verband tussen K-HCl en de (absolute) opbrengst aan droge stof gevonden (fig. 16). Hierin ligt een onmiskenbare aanwijzing dat bij laag K-HCl niet een even hoog opbrengstniveau bereikt wordt als bij betere kalitoestand van de grond.

Er mag bij de vaststelling van een dergelijk verband nooit geconcludeerd worden, dat de factor kali de werkelijke oorzaak van de opbrengstverschillen is. Het lijkt weinig aannemelijk, dat het opbrengstniveau van de armste percelen door het in orde brengen van de kalitoestand (gesteld dat dit bij deze vermoedelijk fixerende

TABEL 2. Vergelijking tussen de stijging van het K_2O% van de droge stof onder invloed van zware K-bemesting bij humus-arme en -rijke rivierkleigrond

Humusarm (7,0–12,6%)					Humusrijk (14,4–19,1%)				
Proefveld	Humus %	K-HCl	K_2O% gras zonder K-bem.	Stijging K_2O% gras bij K-bem.	Proefveld	Humus %	K-HCl	K_2O% gras zonder K-bem.	Stijging K_2O% gras bij K-bem.
ZGe 690	7,3	9	2,17	–0,04	NOB 63	16,0	20	2,00	0,93
WB 1524	12,6	13	1,99	0,30	ZGe 696	14,4	19	2,30	0,71
NOB 61	12,1	15	2,17	0,68	WO 1157	15,1	22	2,07	1,10
ZGe 698	11,2	15	2,00	0,59	ZGe 695	14,5	22	1,93	0,85
ZGe 697	10,3	14	2,03	0,36	ZGe 699	19,1	29	2,17	0,66
ZGe 691	7,3	13	2,28	0,69					
ZGe 689	9,7	18	2,26	0,45					
WO 1155	7,0	16	2,33	1,32					
Exp. field	*Humus %*	*K-HCl soil*	*K_2O% grass without K-dressing*	*Increase K_2O% grass by K-dressing*	*Exp. field*	*Humus %*	*K-HCl soil*	*K_2O% grass without K-dressing*	*Increase K_2O% grass by K-dressing*
Relatively low humus content (7.0–12.6%)					*Relatively high humus content (14.4–19.1%)*				

TABLE 2. *Comparison between increases of K_2O% of dry matter affected by ample potash dressing on fluviatile clay soils low and high in humus*

gronden mogelijk ware) ineens op een veel hoger peil zou stijgen. Het geringe effect van de op zichzelf vrij zware bemesting pleit hier reeds tegen. Waarschijnlijker lijkt het, dat de zode zich in de loop der tijden aan de K-toestand heeft aangepast en op de betere percelen een hoger productievermogen heeft. Het aantonen van een

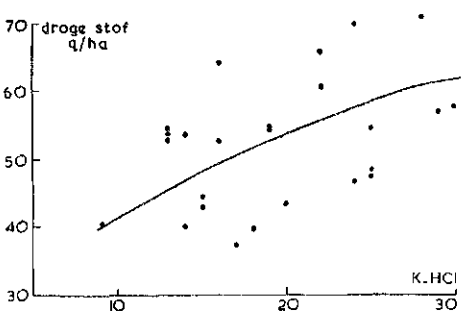


FIG. 16.
Verband tussen K-HCl en de zonder K-bemesting verkregen opbrengsten in q/ha op rivierkleigrond (1948), na elimineren van de invloeden van de maaidatum en het humusgehalte (resp. gecorrigeerd op 1 Juni en 10 % humus)

FIG. 16.
Relation between K-HCl and yields obtained without potash dressing on fluviatile clay soils (1948), influences of mowing date and humus content being eliminated (corrected to date = 1 June and to 10 % humus)

dergelijke indirecte K-invloed zou van grote betekenis zijn. Hieruit zou volgen, dat de factor kali veel belangrijker is dan uit de eenjarige proeven blijkt, zodat alle aandacht aan een verbetering van de toestand van de grond zou moeten worden besteed. Ook hierover bestaat echter geen zekerheid en men kan het alleen als een aanwijzing beschouwen waarvoor echter pleit, dat ook met het K_2O% van het gras een soortgelijke samenhang is gevonden. Het verband kan immers zuiver van

correlatieve aard zijn en een gevolg van het feit, dat de meest verwaarloosde percelen met gering productievermogen ook ten aanzien van kali achterop zijn geraakt.

Hierboven werd er op gewezen, dat op de humusrijkere gronden in het algemeen lagere K_2O-gehalten in het gras werden aangetroffen dan bij de humusarmere (fig. 14). Dit wijst op een geringere beschikbaarheid van kali op deze humusrijkere gronden. Het ligt voor de hand hier ook een sterkere fixatie van met de bemesting toegediende kali te verwachten. Wij hebben echter vrij duidelijke aanwijzingen verkregen, dat veeleer het tegendeel het geval is. Om dit na te gaan zijn de stijgingen van het K_2O-gehalte van het gras, welke een gevolg zijn van de zwaarste toegepaste K-bemesting bij gronden met laag en met hoger humusgehalte, vergeleken. Er is slechts gebruik gemaakt van die gevallen, waarin het K_2O-gehalte van het gras zonder K-bemesting metterdaad laag was en niet zeer verschillend (1,93–2,33%). Deze proefvelden zijn in tabel 2 verdeeld in 2 groepen met verschillend humusgehalte, en gerangschikt volgens de K-behoefte van de grond. Deze laatste werd beoordeeld aan het K-HCl en het humusgehalte, volgens de verkregen proefuitkomsten (fig. 14).

Vrij overtuigend blijkt, dat de stijging van het K_2O-gehalte op de humusrijkere gronden hoger is geweest dan bij de humusarme. Alleen bij het proefveld WO 1155 is op humusarme grond een aanzienlijke stijging van het K_2O-gehalte gevonden. Deze grond heeft echter, het lage humusgehalte in aanmerking genomen, reeds een vrij hoog K-HCl, en ook het K_2O-gehalte van het niet met kali bemeste gras is al wat minder laag. Hoewel het aantal gegevens te gering is om met voldoende zekerheid een uitspraak te doen, wijzen de resultaten er op dat de humusrijkere gronden minder sterk kali fixeren. Deze proeven staan bij extractie veel kali af, die niettemin voor het gewas niet gemakkelijk beschikbaar is, daar het aan een grote hoeveelheid adsorberend complex is gebonden. De verzadiging hiervan met K is slechts matig. K-rijke rivierkleigronden met hogere humusgehalten, de rijkdom aan K beoordeeld aan de K_2O-gehalten van het niet met K bemeste gras, zijn in ons materiaal niet aanwezig.

b. Onderzoek in 1943 op proefplekken

Proefplekken waren aanwezig in de volgende consulentschappen:

Zwolle	WO . . .	5	proefplekken
Arnhem	Ve . . .	4	„
Tiel	ZGe . . .	30	„
Utrecht	U . . .	16	„
Rotterdam	NZH . . .	5	„
Barendrecht	ZHE . . .	1	„
Breda	WB . . .	5	„
Roermond	L . . .	12	„
	Totaal . . .	78	proefplekken

Het verband tussen K-HCl en K_2O-gehalte van het gras is, nadat correcties op gelijk humus- en N-gehalte zijn uitgevoerd zeer bevredigend (fig. 17). Er is niet gecorrigeerd op gelijke pH, die blijkens fig. 19 een vrij duidelijke invloed heeft. Het resultaat is in overeenstemming met het in 1948 gevondene. Het grotere aantal waarnemingen stelt in staat de vorm van de lijn nauwkeuriger en over een groter traject te bepalen; deze is vermoedelijk zwak S-vormig.

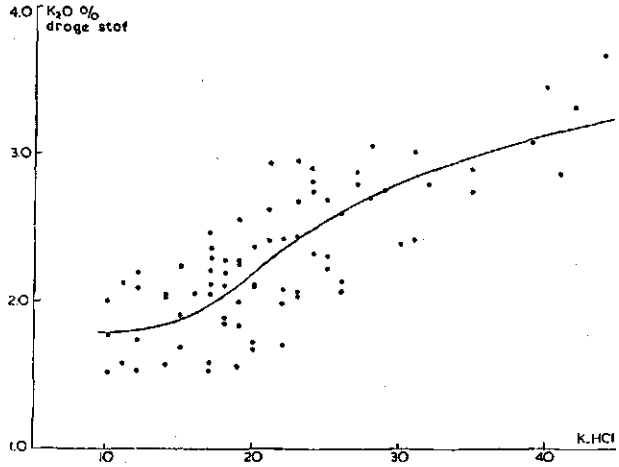


FIG. 17.
Verband tussen K-HCl (bij afsnijden bepaald) en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,63, humusgehalte = 13 %) op rivierkleigrond in het gehele land (1943)

FIG. 17.
Relation between K-HCl (determined at harvest) and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.63 %, humus = 13 %) on river clay soils in the whole country (1943)

De invloed van het humusgehalte is zeer duidelijk (fig. 18*a–c*) en, zoals te verwachten is, wel iets sterker bij laag dan bij hoger K-HCl.

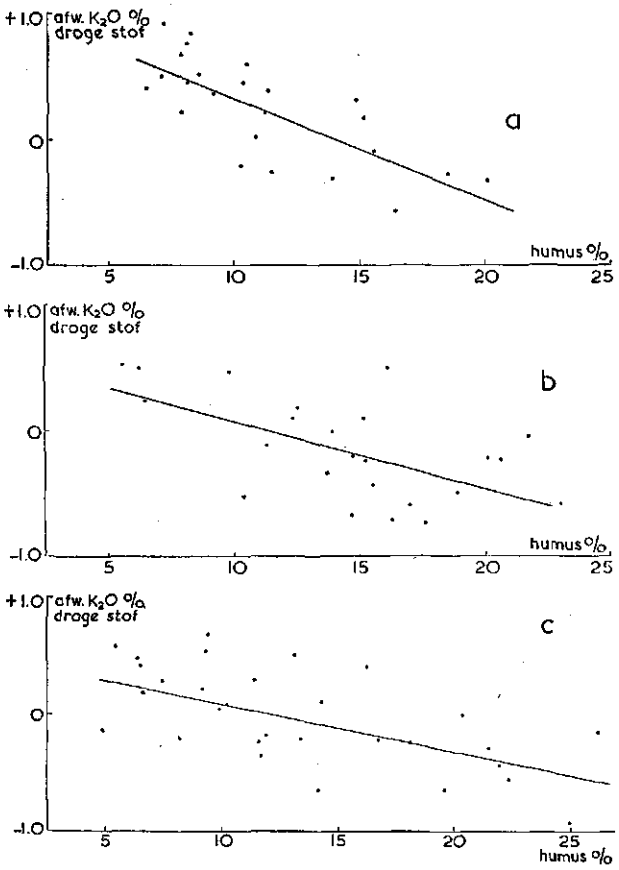


FIG. 18.
Invloed van het humusgehalte van de grond op het verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof op rivierkleigrond (1943). Verticale afwijkingen van de stippen tot de gemiddelde kromme in fig. 17 (eigenlijk niet van fig. 17, maar van een overeenkomstige figuur, waarin nog geen correctie voor het verschil in humusgehalte is uitgevoerd), zijn uitgezet tegen het humus%. *a* voor K-HCl 10-17, *b* voor 18-22, *c* voor 23-44.

FIG. 18.
Influence of humus content on the relation between K-HCl and K_2O % of dry matter on river clay soils (1943). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 17 (really a curve in a corresponding graph obtained before elimination of the influence of humus content) have been plotted against humus %. a = *K-HCl 10-17*, b = *18-22*, c = *23-44*.

Aangezien het humus- en het slibgehalte nogal sterk met elkaar gecorreleerd zijn, kon hiernaast slechts een onduidelijke restinvloed van dit laatste worden vastgesteld.

Er is gepoogd om het materiaal zodanig in groepen met geringe variatie van het humusgehalte te verdelen, dat een eventuele invloed van het slibgehalte naar voren zou kunnen komen. Op deze wijze werd echter slechts een zwakke aanwijzing hiervoor bij humusarme grond (6,2–8,3% humus) verkregen. Dit is trouwens in overeenstemming met de op bouwland op rivierkleigrond verkregen resultaten, waarop door FERRARI (1) en VAN DER PAAUW (9) geen invloed van het slibgehalte op de waarde van K-HCl werd gevonden. Indien met het humusgehalte rekening is gehouden, kan het gehalte aan afslibbare delen dus wel verwaarloosd worden.

Interessant is de invloed van de pH(fig. 19), welke niet zeer vaststaand is, maar die dank zij het betrekkelijk grote aantal waarnemingen en de overeenstemming met andere resultaten (vgl. met fig. 42, 46, 48 en 60 van de in 1943 verschenen publicatie (7)) toch vrij aannemelijk is. In de publicatie van 'T HART en VAN DER PAAUW (4) wordt eveneens van een invloed van de pH op de kalihuishouding van kleigrasland gesproken. De betreffende figuur werd evenwel niet afgebeeld wegens de onzekerheid van het resultaat. Het is echter niet onaardig te vermelden, dat de lijn, die in de betreffende figuur destijds is gezien, opvallend overeenstemt met het huidige resultaat.

FIG. 19.
Invloed van de pH van de grond op het verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof bij een gelijk N- en humusgehalte op rivierkleigrond (1943). Verticale afwijkingen van de stippen tot de gemiddelde lijn in fig. 17 zijn uitgezet tegen de pH.

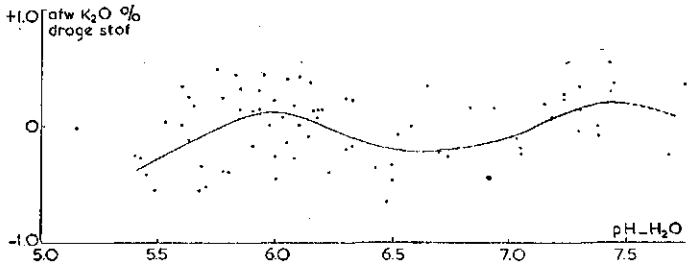


FIG. 19.
Influence of pH of the soil on the relation between K-HCl and K_2O % of dry matter on river clay soils (1943; influences of N-content and humus content having been eliminated). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 17 have been plotted against pH.

Het resultaat van fig. 19 onderscheidt zich vooral door het zeer grote pH-traject en de verkregen aanwijzing voor een tweetoppigheid.

Kali schijnt dus bij een pH-H_2O van $\pm$ 6,0 in het algemeen wat beter opneembaar te zijn. Geheel onbetekenend is dit niet; het laat zich berekenen dat het verschil in waardering, dat aan een bepaald K-HCl bij pH 6,0 en 5,5 moet worden toegekend, in de K-HCl schaal uitgedrukt wel 6 punten bedraagt.

De geringere beschikbaarheid van kali, als de pH groter dan 6,0 is, zou met enige waarschijnlijkheid aan een kalk-kali-antagonisme kunnen worden toegeschreven. Minder duidelijk is echter de oorzaak van de wederom toenemende K_2O-gehalten bij kalkhoudende gronden en de afname bij zeer lage pH.

Soortgelijke ingewikkelde invloeden van de kalktoestand op de beschikbaarheid van kali zijn door VISSER (12) op Groningse zeekleigrond gevonden. Nadere aanwijzingen verkreeg VAN DER PAAUW (8) bij proefvelden op de Zuidhollandse Eilanden

en vooral later zeer overtuigend bij onderzoek in Noordholland (VAN DER PAAUW en RIS (11), gedeeltelijk nog niet gepubliceerd).

Eigenaardig is vooral de overeenstemming met de invloed van de pH op de beschikbaarheid van het fosfaat, waarvan VAN DER PAAUW en DE LA LANDE CREMER (10) (men vergelijke vooral met fig. 14 en 26, waarin op zeeklei- en rivierkleigrond eveneens een optimum bij pH 5,7 à 6,0 werd gevonden, en verder met fig. 39 (löss) en 52 (zand)), en VAN DER PAAUW (6), reeds eerder talrijke overeenkomstige gevallen hebben gevonden. Dit alles wijst op een reëel verschijnsel, waarvan de verklaring wellicht een fundamenteel inzicht in de bij fosfaat- en kali-opname betrokken factoren zou kunnen geven, zodat een onderzoek in deze richting zeer wenselijk moet worden geacht. Bij de practische voorlichting zal evenwel met dit verschijnsel nog niet in belangrijke mate rekening kunnen worden gehouden.

3. K-HCl OP VEENGROND

a. Onderzoek in 1948 op proefvelden

De proefvelden hebben in de volgende consulentschappen gelegen:

Sneek	ZWF . . .	8	proefvelden
Drachten	OF . . .	3	„
Zwolle	WO . . .	6	„
Utrecht	U . . .	5	„
Alkmaar	NH . . .	8	„
Rotterdam	NZH . . .	6	„
	Totaal . . .	36	proefvelden

Het verband tussen K-HCl en relatieve opbrengst wordt, gescheiden naar humusgroepen, weergegeven in fig. 20 *a–d*. De toetsing heeft weinig bevredigende resultaten opgeleverd.

Het is als normaal te beschouwen, dat het humusgehalte een belangrijke invloed heeft. Het verband tussen K-HCl en relatieve opbrengst is echter alleen bij laag humusgehalte vrij bevredigend; bij hoger humusgehalte kan nauwelijks van enige samenhang worden gesproken. Opvallend is dat de relatieve opbrengst in deze gevallen nauwelijks toeneemt, zodat zelfs bij hoog K-HCl nog belangrijke vermeerdering van de opbrengst bij K-bemesting is gevonden Alle 16 proefvelden op gronden met meer dan 44% humus reageerden op kali, verscheidene zelfs in sterke mate. Het achttal proefvelden op grond met 38,5–43% humus reageerde op één na eveneens belangrijk. Deze veengronden zijn dus zeer behoeftig aan kali.

Het verband tussen K-HCl en het K_2O-gehalte van het gras was op overeenkomstige wijze van het humusgehalte afhankelijk als het verband tussen K-HCl en de relatieve opbrengst. Aangezien we deze invloed van het humusgehalte nog duidelijker bij het in 1943 verrichte onderzoek naar voren zien komen, mogen wij naar het hieronder volgende verwijzen.

Een vervanging van het K-HCl door het K-getal zou hier wellicht uitkomst kunnen geven. Bij het in 1940 op veengrond verrichte onderzoek bleek het K-getal voor dit doel echter geen betekenis te hebben. Er bleek thans wel enig verband tussen K-getal en opbrengst, resp. K_2O-gehalte. Alle K-getallen waren echter zeer laag (variërend tussen 5 en 19,5), terwijl niet in opbrengst reagerende proefvelden vrijwel ontbreken, zodat het vaststellen van het verloop van een gemiddelde kromme niet goed mogelijk is. Evenals bij zandgrond werd geen invloed van het humus-

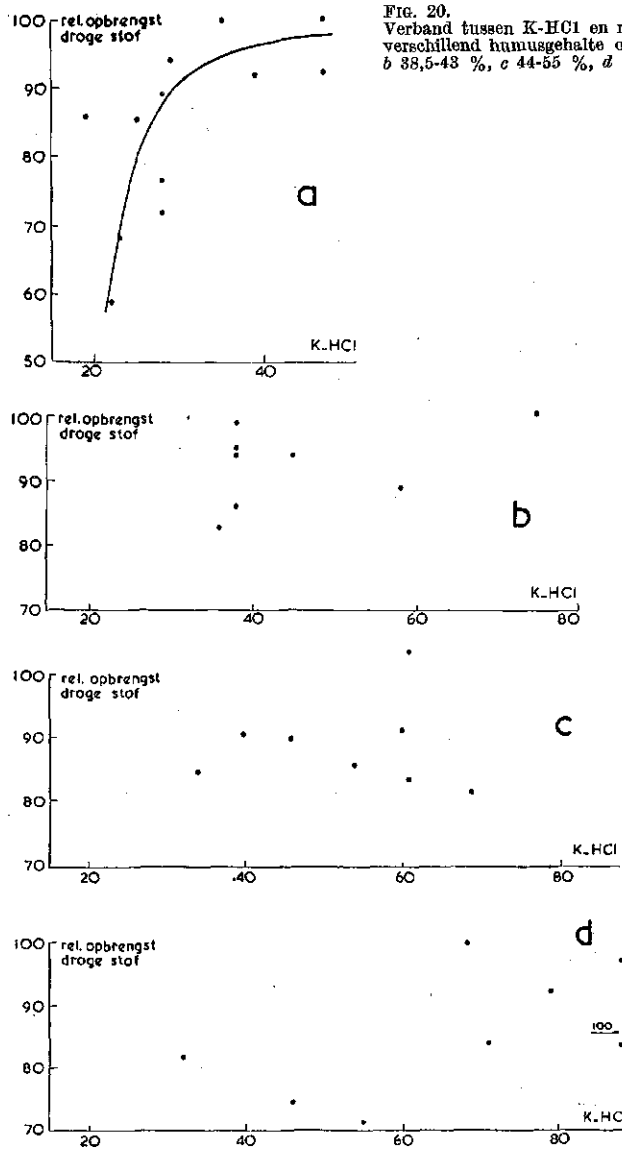


FIG. 20.
Verband tussen K-HCl en relatieve opbrengsten aan droge stof bij verschillend humusgehalte op veengrond (1948). *a* 23,5-36 % humus, *b* 38,5-43 %, *c* 44-55 %, *d* 57,5-71 %

FIG. 20.
Relation between K-HCl and relative yields of dry matter at different humus content on peaty soils (1948). a = *23.5- 36 % humus,* b = *38.5-43 %,* c = *44-55 %,* d = *57.5-71 %*

gehalte gevonden. Het verband tussen K-getal en K_2O-gehalte ligt op deze humusrijke gronden beslist heel anders dan op de gewone zandgronden, zodat aansluiting tussen beide grondsoorten ontbreekt. Het is dus weinig aannemelijk, dat het K-getal hier van betekenis kan zijn. Bovendien bleek de samenhang met het K-getal bij het hieronder te behandelen materiaal van 1943 zeer dubieus.

Een poging is gedaan om door een herleiding op de T-waarde (totaal basenbindend vermogen), in plaats van op het humusgehalte, betere resultaten te verkrijgen.

Het leek immers niet uitgesloten, dat de wellicht in verschillende staat van verwering verkerende humus nogal verschillen in adsorptief vermogen zou vertonen. Dit bleek echter niet het geval te zijn. Ook de verhouding van K-HCl tot de S-waarde (som van aanwezige basen) bleek zonder betekenis te zijn.

Er is nog nagegaan of de K-Aspergillus bepaling (GERRETSEN en BLUMENDAL, 2) ter vervanging van de K-HCl bepaling van betekenis zou kunnen zijn. Deze bepaling gaf echter uitkomsten, die in dit geval nauw met K-HCl correleerden, zodat geen principieel andere uitkomst is verkregen.

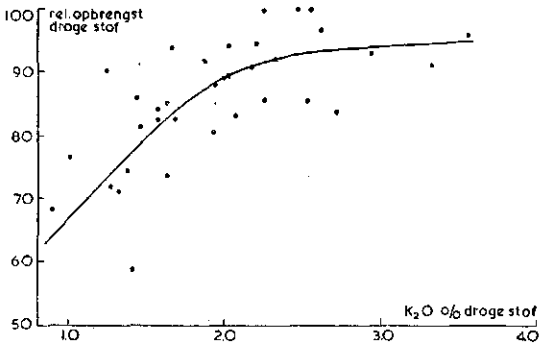


FIG. 21.
Verband tussen K_2O % van de droge stof van gras op objecten zonder K-bemesting en de relatieve opbrengsten aan droge stof op veengrond (1948)

FIG. 21.
Relation between K_2O % of dry matter without potash dressing and relative yields of dry matter on peaty soils (1948)

Men kan ten slotte nog de vraag stellen, of de voor de toetsing gebruikte relatieve opbrengsten, resp. K_2O-gehalten zelf voldoende nauwkeurig zijn geweest. De zeer behoorlijke samenhang, welke tussen deze beiden bestaat (fig. 21), toont evenwel, dat er geen reden is om te veronderstellen, dat deze bepalingen te onnauwkeurig zijn geweest. De uitkomst van het chemische gewasonderzoek geeft in dit geval dus een veel gunstiger aanwijzing over de K-behoefte van het gewas dan het grondonderzoek.

b. Onderzoek in 1943 op proefplekken

De volgende consulentschappen hebben bijgedragen:

Sneek	ZWF . . .	21	monsters
Drachten	OF . . .	3	„
Assen	D . . .	20	„
Zwolle	WO . . .	18	„
Hengelo	OO . . .	2	„
Utrecht	U . . .	14	„
Alkmaar	NH . . .	15	„
Rotterdam	NZH . . .	13	„
St. Oedenrode	OB . . .	2	„
	Totaal . . .	108	monsters

Het bij dit onderzoek verkregen resultaat bevestigt volkomen het in 1948 op proefvelden verrichte onderzoek (fig. 22*a–f*). Bij laag humusgehalte is het verband tussen K-HCl en het K_2O % van de droge stof bevredigend; bij hogere humusgehalten (zelfs al bij 30–36% humus) is dit niet het geval. Een hoog K-HCl geeft in het geheel geen zekerheid, dat kali inderdaad ruim beschikbaar is. Zoals hierboven reeds is opgemerkt, gaf het K-getal geen betere resultaten.

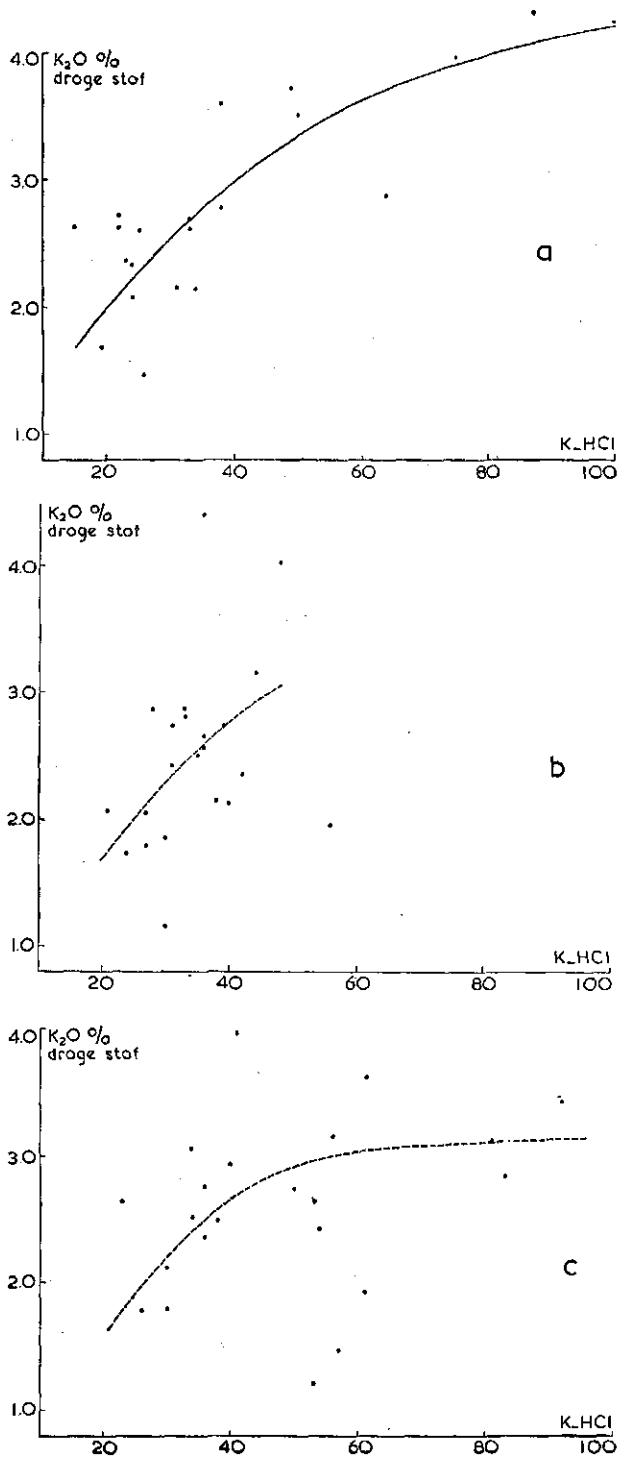
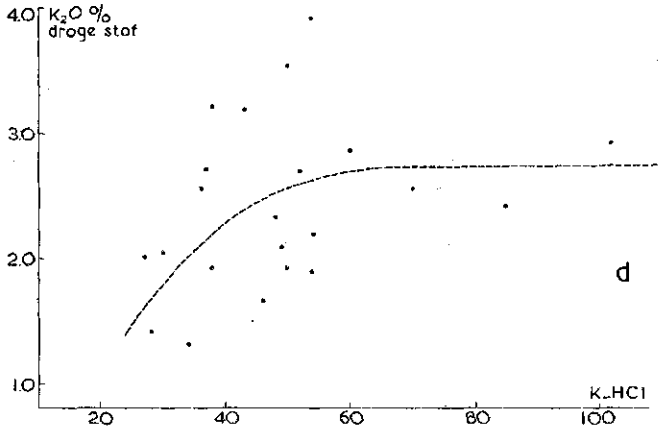
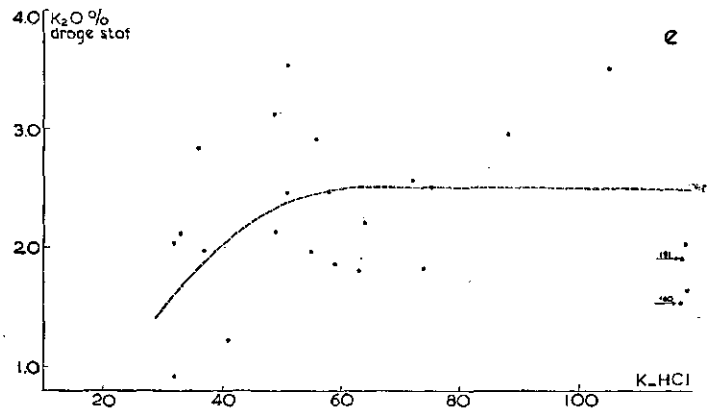


FIG. 22.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van droge stof (gecorrigeerd N = 2,00) bij verschillend humusgehalte op veengrond (1943). *a* 20-30 % humus, *b* 31-36 %, *c* 37-41 %, *d* 42-49, *e* 50-75 %, *f* samenvatting van alle krommen





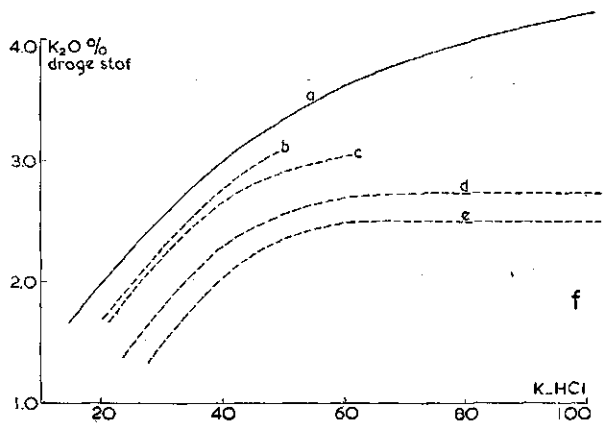


FIG. 22.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected for N = 2.00 %) at different humus content on peaty soils (1948). a = *20-30 % of humus,* b = *31-36 %,* c = *37-41 %,* d = *42-49 %,* e = *50-75 %,* f = *all curves summarized*

c. Bespreking van de resultaten op veengrond

Hoewel in een vroegere publicatie (6) de bruikbaarheid van K-HCl op veengrasland op grond van een vrij klein materiaal aannemelijk werd geacht, kan deze conclusie bij nadere beschouwing ook bij dat onderzoek slechts voor de minder humusrijke gronden worden getrokken (vgl. met fig. 54, blz. 971 van genoemde publicatie). De met humusrijkere gronden verkregen resultaten wijken weinig af van de *thans* meegedeelde.

Het blijkt dus wel, dat het K-HCl alleen voor gronden met een humusgehalte lager dan ± 40% van waarde kan zijn, maar dat het geen zin heeft deze bepaling bij hogere humusgehalten te verrichten. Een vervanging van K-HCl door het K-getal of door de microbiologische Aspergillusbepaling bleken niet in aanmerking te komen om ons uit deze impasse te helpen. De bepaling van de kalitoestand door middel van grondonderzoek blijkt, voor zover wij dit thans kunnen beoordelen, niet mogelijk. Deze veengronden hebben, ondanks hun hoge gehalte aan met 0,1 n HCl uitwisselbare kali, toch vrijwel zonder uitzondering een grote behoefte aan kalibemesting.

Deze hoge K-HCl gehalten komen in een ander licht als men bedenkt, dat de beschikbare kali uitgedrukt wordt op eenzelfde gewichtseenheid grond, maar niet op een gelijk bodemvolume. Het volumegewicht van deze gronden is namelijk zeer laag, zodat per volume-eenheid grond vermoedelijk veel minder kali beschikbaar is dan volgens de hoge kaligehalten het geval lijkt te zijn. Een ander aspect is, dat deze gehalten weliswaar hoog lijken, maar het hoge gehalte aan humus, waaraan de kali geadsorbeerd is, in aanmerking genomen, geenszins van een sterke verzadiging van de humus met kali kan worden gesproken.

4. K-HCl op zeekleigrond

Onderzoek in 1943 op proefplekken

De volgende consulentschappen hebben een bijdrage aan monsters geleverd:

Groningen	NGe . . .	24	monsters
Leeuwarden	WF . . .	30	„
Alkmaar	NH . . .	17	„
Rotterdam	NZH . . .	5	„
Barendrecht	ZHE . . .	1	„
Kruiningen	Z . . .	15	„
Breda	WB . . .	10	„
	Totaal . . .	102	monsters

Verder zijn er nog een aantal monsters afkomstig uit het randgebied van de Zuiderzee:

Zwolle	WO . . .	14	monsters
Arnhem	Ve . . .	1	„
Utrecht	U . . .	6	„
	Totaal . . .	21	monsters

Uit de uitkomst van het onderzoek blijkt (fig. 23), dat in het grootste gedeelte van de ingezonden monsters een vrij hoog K-HCl is vastgesteld en dat het aantal monsters met betrekkelijk laag K-HCl, waarbij ook lagere K_2O-gehalten van het gras voorkomen, klein is. Aangezien bij K-HCl hoger dan 25 nauwelijks meer enige stijging van het K_2O% is gevonden, is de waarde van K-HCl niet nauwkeurig te bepalen.

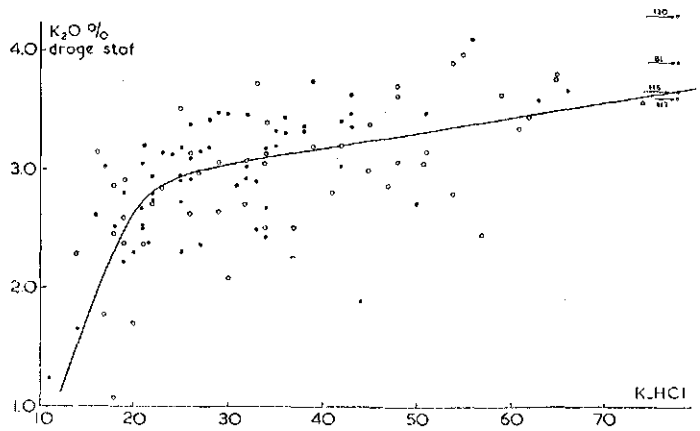


FIG. 23.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof van gras (gecorrigeerd N % = 1,85, humus = 15 %) op zeekleigrond (1943). ● Westelijke klei, ○ Noordelijke klei.

FIG. 23.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.85 %, humus 15 %) on marine clay soils (1943). ● in the western part of the Netherlands, ○ in the northern part.

Dat ook bij de zeekleigrond met het humusgehalte bij de beoordeling van K-HCl rekening zal moeten worden gehouden, is vrij waarschijnlijk, al kon deze invloed met geringere zekerheid worden vastgesteld dan bij de rivierklei het geval was (fig. 24). In deze figuur zijn alleen gevallen met laag K-HCl (15–23) opgenomen.

FIG. 24.
Invloed van het humusgehalte op het verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 1,85) op zeekleigrond (1943). Verticale afstanden van de stippen tot de gemiddelde lijn in een met fig. 23 overeenkomende tekening (zonder correctie op gelijk humusgehalte) zijn uitgezet tegen humus %, echter alleen voor de gevallen waarin K-HCl < 24. ● Westelijke klei, ○ Noordelijke klei.

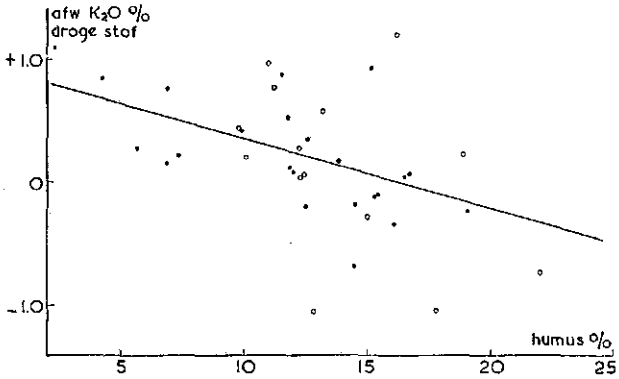


FIG. 24.
Influence of humus content on the relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected for N = 1.85 %) on marine clay soils (1943). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 23 (really a curve in a corresponding graph obtained before elimination of the influence of humus content) have been plotted against humus % for K-HCl < 24 only. ● and ○ see fig. 23.

Evenals bij rivierkleigrond is nagegaan, of aan het slibgehalte naast het humusgehalte nog invloed toekomt. Hiervoor werd echter geen aanwijzing verkregen. Alleen bij lichte, in gras gelegen zavelgronden met 10–19% afslibbaar, werd een indicatie verkregen, dat het K_2O-gehalte van het gras hoger is, dan met het in andere gevallen tussen K-HCl en K_2O% gevonden verband, het humusgehalte mede in aanmerking genomen, in overeenstemming is. Het betreft hier echter slechts enkele (in totaal 4) gevallen. Opmerkelijk is dus, dat hetzelfde resultaat als op rivierkleigrond (blz. 22) is verkregen, hoewel bij het bouwland op zeekleigrond in

tegenstelling tot rivierklei wel een invloed van het slibgehalte op de waarde van K-HCl bekend is.

De in het randgebied van de Zuiderzee verkregen uitkomsten zijn in fig. 25 afgebeeld. Het beeld is enigszins afwijkend. Van veel belang kan deze uitkomst niet worden geacht. Er kan opgemerkt worden, dat deze zeeklei zich ook ten opzichte van fosfaat afwijkend gedroeg (10).

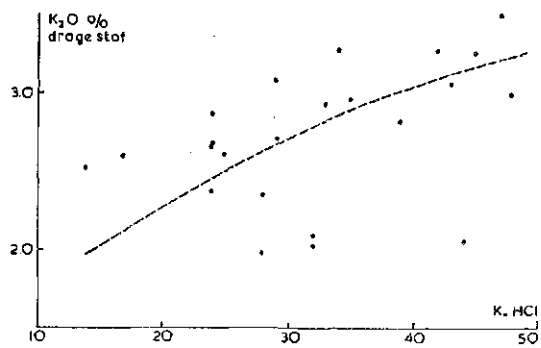


FIG. 25.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof (gecorrigeerd N % = 2,00) op zeeklei bij het IJsselmeer (1943)

FIG. 25.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected N = 2,00 %) on marine clay soils of the „Zuiderzee" (1943)

Hoewel het verloop van de lijn in fig. 23 met geringe zekerheid vaststaat, lijkt het aannemelijk, dat de vorm niet geheel dezelfde is, als bij rivierklei (fig. 17) is gevonden. De helling van het opstijgende deel is steiler en hoge K_2O-gehalten worden al bij lager K-HCl gevonden. Dit zou er op kunnen wijzen, dat op rivierklei een hoger K-HCl vereist wordt dan op zeeklei. Een overeenkomstig resultaat leverde het onderzoek van FERRARI (1) op bouwland.

Het is overigens merkwaardig, dat de resultaten op rivierklei veel gunstiger zijn uitgevallen, dan op de gelijkmatiger zeekleigronden. Een onderscheiding naar verschillende zeekleigebieden heeft geen verbetering gebracht.

Een serie proefvelden is op zeeklei nog nooit aangelegd. Het is echter niet waarschijnlijk, dat het kalivraagstuk op deze grondsoort van veel betekenis is, althans voor zover dit de grootte van de opbrengst betreft.

5. K-HCl OP LÖSSGROND

Onderzoek in 1943 op proefplekken

Het consulentschap te Roermond zond 15 monsters van deze grondsoort in.

Er werd een duidelijk verband tussen K-HCl en K_2O-gehalte gevonden (fig. 26). Opvallend hoge K_2O-gehalten zijn voorgekomen, wat in verband kan staan met het lage humusgehalte (gem. 5,5%), waardoor bij vrij laag K-HCl reeds vrij hoge K_2O-gehalten kunnen voorkomen. Het geringe aantal waarnemingen laat niet toe er een oordeel over te vormen of de reactie op deze grondsoort meer met het type van de zee- of met dat van de rivierklei overeenstemt.

Het humusgehalte varieerde slechts tussen 3,8 en 7,7%. Als gevolg van de Kortheid van dit traject en het geringe aantal waarnemingen, kon een invloed van het humusgehalte niet met zekerheid aangetoond worden, hoewel er wel enige aanwijzing voor bestaat, en eenzelfde tendens aanwezig is als bij de overige kleigronden.

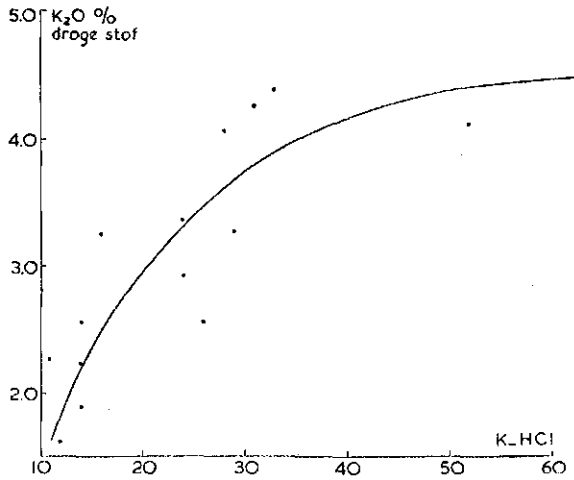


FIG. 26.
Verband tussen K-HCl en K_2O % van de droge stof van gras (gecorrigeerd N % = 1,90) op lössgrond (1943)

FIG. 26.
Relation between K-HCl and K_2O % of dry matter (corrected N = 1.90 %) on loess soils (1943)

Bij deze grondsoorten is nog nooit een serie proefvelden aangelegd. Het verloop van de lijn in fig. 26 duidt aan, dat er grotere kans is op het optreden van kaligebrek dan bij de zeekleigronden, zodat nader onderzoek met behulp van proefvelden gewenst is.

6. Practische toepasbaarheid van het grondonderzoek op kali

Het onderzoek is niet op even grote schaal opgezet geweest als het interprovinciale fosfaatonderzoek (10), zodat het vanzelf spreekt, dat niet met even grote zekerheid conclusies kunnen worden getrokken. De beide volgende punten zijn echter wel duidelijk.

1. Het op humus herleide K-getal voldoet op zandgrond beter dan het K-HCl. Dit laatste kan bruikbaar zijn onder in achtneming van een correctie voor de invloed van het humusgehalte. Bij toepassing van dit eerste kan dit achterwege blijven en voor zover wij thans kunnen beoordelen zijn gelijke K-getallen, bij sterk uiteenlopend humusgehalte bepaald, bij grasland volkomen vergelijkbaar.
2. Het K-HCl voldoet goed op rivierklei, mits met het humusgehalte rekening wordt gehouden. Hetzelfde geldt waarschijnlijk ook voor zeekleigronden. Zeekleigronden verkeren echter overwegend in een ruime kalitoestand. Een aanwijzing, dat ook hier met het humusgehalte rekening zal moeten worden gehouden, is wel verkregen en dit is ook zeer aannemelijk, maar wegens het vrij geringe aantal op kali reagerende gevallen weinig zeker vastgesteld. Ook op lössgrond is waarschijnlijk K-HCl van betekenis; het geringe materiaal laat geen zekerder uitspraak toe. Bij veengrond voldoet K-HCl alleen bij de gronden met laag humusgehalte. Bij gronden met een gehalte aan humus van meer dan $\pm$ 40% geeft het grondonderzoek naar kalitoestand geen betrouwbare uitkomsten.

Het grondonderzoek naar kalitoestand op z a n d g r o n d zal uiteraard wegens de snelle wisselingen, waaraan de uitkomst vooral op de lichtere gronden onderhevig is, niet tot een bemestingsadvies voor lange duur in staat stellen. Op kortere termijn is het echter blijkens de proefuitkomsten behoorlijk betrouwbaar. Hoewel de opbrengstbepalingen weinig zekere uitkomsten gaven, mag toch wel, mede op grond

van vroegere ervaringen, aangenomen worden, dat bij K-getallen van 20–30 in de voorafgaande winter bij weglaten van de kalibemesting opbrengstdervingen van de orde van 5–10% aan droge stof worden geleden. Om deze reden zal kalibemesting bij dergelijke K-getallen nog niet mogen worden weggelaten. Uit de proefveldresultaten kan afgeleid worden, dat een bemesting naar 80–140 kg/ha in dit geval meestal voldoende is om het maximaal bereikbare te benaderen.

Bij een K-getal 20–30 zal het K_2O-gehalte van het gras reeds vrij hoog zijn (fig. 2–9). Men zal dus om de hoogste opbrengst te verkrijgen een al vrij hoog K_2O-gehalte in het gras moeten hebben. Tegen hoge K_2O-gehalten in het gras wordt echter in de practijk herhaaldelijk gewaarschuwd. Werkelijk lage K_2O-gehalten kunnen echter aan de andere kant alleen worden verkregen, als met de kans op aanzienlijke oogstdepressies genoegen wordt genomen. Wenst men dit niet, dan zal men uiteraard steeds gras met vrij hoge K_2O-gehalten verbouwen. De verhoging van dit gehalte, welke door een K-bemesting op deze, uit een oogpunt van oogstzekerheid wenselijk geachte K-toestand van de grond, nog zou kunnen worden verkregen, lijkt aan de hand van de figuren, die het verband tussen K-HCl en K_2O-gehalte aangeven, niet van grote betekenis te kunnen zijn. Dit wordt evenwel niet bevestigd door de in 1949 gehouden proefvelden, welke vrij belangrijke stijgingen van het K_2O-gehalte van het gras te zien gaven. Bij K-getal 30 bedroeg deze bij bemesting naar 80 kg/ha K_2O gemiddeld nog 0,45, bij bemesting naar 220 kg 0,85%. In 1941 (6) zijn stijgingen van dezelfde orde gevonden. Directe bepalingen van de stijging van het K_2O-gehalte onder invloed van bemesting schijnen dus aan te wijzen, dat toch nog vrij belangrijk hogere K_2O-gehalten mogelijk zijn. Vooral bij jong gras zullen deze verschillen vermoedelijk vrij groot kunnen zijn. Kalibemesting zal daarom met mate moeten worden gegeven en tegen overmaat zal evenzeer moeten worden gewaakt als tegen een tekort. In dit opzicht kan grondonderzoek toch waardevolle aanwijzingen geven.

De uitkomst van het onderzoek op r i v i e r k l e i is niet gemakkelijk in een practische adviesbasis om te zetten. Een opbrengststijging van enige betekenis als gevolg van de kalibemesting is in 1948 niet gevonden; er is echter, zoals opgemerkt is, reden om aan te nemen, dat de uitkomst van dit proefjaar niet normaal is en als regel wel een zekere toename van de opbrengst zal worden gevonden. Het geringe effect van de kalibemesting is op kali-arme gronden vermoedelijk ook een gevolg van kalifixatie, waardoor vooral bij humusarmere gronden slechts vrij weinig van de gegeven kali door het gras is opgenomen. Het tussen K-HCl en de werkelijke opbrengsten gevonden verband geeft aanleiding tot het vermoeden, dat een tekort aan kali op de armste gronden aanwezig is, dat zijn uitwerking op de grasmat doet gelden en dat door een enkele bemesting niet opgeheven kan worden. De sterke afhankelijkheid van het K_2O-gehalte van het gras van de K-toestand van de grond toont duidelijk aan, dat grote verschillen in beschikbaarheid van kali voorkomen. Het K_2O-gehalte van het gras bleek op een grond met $\pm$ 12% humus ruim te zijn, als K-HCl $\pm$ 30 bedraagt, hoewel een verdere stijging door middel van bemesting of verhoging van de K-toestand nog wel mogelijk is. Vermoedelijk zal men bij lagere K-HCl waarden op de mogelijkheid van het optreden van oogstdepressies van enige betekenis kunnen rekenen. De mogelijkheid op vrij ernstig K-tekort lijkt groot, als K-HCl in een dergelijk geval minder dan 20 bedraagt, terwijl bij K-HCl lager dan 15 van ernstige K-armoede kan worden gesproken. In deze laatste gevallen zal zeker met de mogelijkheid van min of meer sterke fixatie van de gegeven K-meststof rekening moeten worden gehouden.

Er dient echter terdege op de invloed van het humusgehalte op de ligging van de grensgetallen gelet te worden. Uit fig. 14 (1948) kan worden afgeleid, dat een verschil van 6% in humusgehalte ongeveer overeenkomt met een verschil van 9 punten uitgedrukt in de K-HCl-schaal, d.w.z. 1½ punt verschil per percent humus.

Volgens het in 1943 verrichte onderzoek wordt echter een iets geringere invloed gevonden, namelijk van ruim 1 punt per percent humus. Als het humusgehalte dus ongeveer 4% lager is dan hierboven genoemd, d.w.z. 8% bedraagt, dan zullen de hierboven genoemde grenzen zeker ongeveer 5 punten lager moeten worden gesteld (dus 20–25 resp. 15 en 10).

Het onderzoek op zeekleigrond is vrij summier geweest en geeft geen aanleiding tot vaststaande conclusies. In een vroeger onderzoek ('T HART en VAN DER PAAUW, 4) werd een waarde van 33 (bij 17% humus) voor deze grondsoort vrij voldoende genoemd. Deze waarde was vastgesteld met behulp van nogal heterogene en niet steeds even betrouwbare proeven. Afgaande op de tot nog toe verkregen resultaten en aansluiting zoekend bij onze uitspraak betreffende de rivierkleigronden, zou kunnen worden gezegd, dat een waarde van 30 voor deze gronden vereist is. Belangrijke nadelen voor de opbrengst zijn echter vermoedelijk pas beneden 25 te verwachten. Een groot aantal zeekleigronden verkeren in een gunstige toestand. Toch zal grondonderzoek een zekere betekenis kunnen hebben, temeer daar ook enkele zeer hoge waarden gevonden worden.

Of het humusgehalte ook in rekening zal moeten worden gebracht, is niet met volle zekerheid te zeggen, hoewel er duidelijke aanwijzingen zijn. Vermoedelijk doet men goed hiervoor dezelfde regels te volgen als voor rivierklei gegeven zijn. Voorlopig zal men bij beide grondsoorten dus op gelijke wijze kunnen adviseren. Het verschil is slechts, dat op rivierkleigronden veel meer lage getallen gevonden worden dan op zeeklei.

Zou men grotere zekerheid omtrent de adviesbasis van het kleigrasland wenselijk achten, dan zal zeker nog aanvullend onderzoek nodig zijn.

De mogelijkheid van betrouwbaar grondonderzoek lijkt bij veengrond beperkt te zijn tot de gevallen met 25–± 40% humus. Om nog onbekende redenen blijkt de gebruikelijke K-HCl-bepaling geen waardevolle aanwijzing te geven op gronden met een hoger humusgehalte. Daar hetzelfde het geval bleek te zijn bij de microbiologische Aspergillusbepaling, lijkt de mogelijkheid, om in deze gevallen met vrucht grondonderzoek te verrichten, niet groot. Bij deze gronden reageerden de opbrengsten bij ons onderzoek bijna alle in belangrijke mate op K-bemesting, zodat aan een goede voorziening van deze gronden met kali stellig alle aandacht moet worden gegeven. Zelfs een zeer hoog K-HCl geeft echter geen uitsluitsel, dat de kalitoestand voldoende is.

Bij percelen met 25–± 40% humus geeft K-HCl voldoende nauwkeurige aanwijzingen voor het geven van een advies. Een K-HCl van 40 à 50 kan waarschijnlijk als vrij voldoende worden beschouwd, al is volledig weglaten van de K-bemesting hier uit een oogpunt van oogstzekerheid waarschijnlijk pas aan te bevelen als K-HCl nog hoger is. Bij K-HCl lager dan 30 à 35 wordt de kans op ernstige oogstdepressie zeer groot. Bij de beoordeling kan nog enigermate met het humusgehalte rekening worden gehouden. Uit fig. 22*f* kan worden afgeleid, dat de wijziging in de waardering van K-HCl bij een verschil van 1% in humusgehalte ongeveer ½ punt zal bedragen.

Bij de lössgrond zou men voorlopig, alvorens nader, op zichzelf wenselijk te achten, onderzoek is verricht, een K-HCl 30 eveneens als vrij voldoende kunnen

beschouwen. De uitkomst van het onderzoek (fig. 25) vestigt er de aandacht op, dat het voorkomen van vrij ernstig K-gebrek niet tot de onmogelijkheden behoort. Vermoedelijk zijn getallen lager dan 20 onvoldoende. In welke mate K-gebrek zal optreden valt echter niet te zeggen.

De behoefte van het grasland is als gevolg van de verschillende gebruikswijze zeer wisselend. Aan eenjarige proeven met de eerste snede zal daarom nimmer een geheel bevredigende adviesbasis kunnen worden ontleend. Wij volstaan dus met deze summiere aanwijzingen en verwijzen verder voor een langjarige adviesbasis naar de publicatie van 't Hart en van der Paauw (4), waarin de uitkomsten van meerjarige proeven als leidraad hebben gediend.

Het belang van ons onderzoek moet in de eerste plaats daarin gezien worden, dat een indruk over de bruikbaarheid van grondonderzoek als hulpmiddel bij het opstellen van bemestingsnormen is verkregen.

7. De invloed van nevenfactoren

Over de invloed van het humusgehalte bij de waardering van het K-HCl werd herhaaldelijk in de tekst gesproken. Deze invloed is zodanig, dat waarschijnlijk met het gehalte aan afslibbare delen practisch geen rekening zal behoeven te worden gehouden. Een vervanging van humus door klei-humus bleek geen aantoonbare verbetering te geven en is om practische redenen weinig aanlokkelijk.

Bij gebruik maken van K-getal blijkt de invloed van het humusgehalte bij grasland practisch geëlimineerd te zijn.

Aanwijzingen dat de pH van invloed is, zijn herhaaldelijk verkregen. Deze gaan meestal in de richting dat de opneembaarheid van kali bij pH-water van 5,5 à 6,0 het grootst blijkt te zijn. Bij een samenvatting van al het materiaal van zandgrasland bleek het optimale K_2O-gehalte van het gras bij pH 5,7 voor te komen. Deze invloed is echter niet groot en voor de practische adviesgeving te verwaarlozen. Wel komt hieraan een algemenere betekenis toe, omdat blijkt, dat de opname van kali, evenals trouwens van fosfaat (6), bij een dergelijke pH optimaal is, zodat dit een argument is om deze pH als wenselijk te beschouwen (het spreekt vanzelf, dat ook andere argumenten bij de vaststelling van de meest wenselijke pH in aanmerking worden genomen). Bij rivierkleigrasland lijkt een pH-water van ongeveer 6,0 het gunstigst, terwijl de K-opname bij kalkhoudende grond eveneens wat beter lijkt te zijn, dan met het gevonden K-HCl overeenstemt (fig. 19). Voor een betere beschikbaarheid van fosfaat op deze grond werden destijds eveneens enkele aanwijzingen verkregen (10), zodat ook in dit opzicht de opvallende paralleliteit tussen fosfaat en kali lijkt op te gaan.

Of aan in diepere lagen (5–10 cm en 10–20 cm van de grond) aanwezige kali nog een zodanige betekenis toekomt, dat hiermee bij de interpretatie van grondonderzoek rekening moet worden gehouden, kon alleen bij zandgrond worden nagegaan (blz. 10). Het in diepere lagen gevonden K-getal bleek vrij nauw met het K-getal gecorreleerd te zijn. Voor zover afwijkingen voorkwamen bleken deze geen aanwijsbare invloed te hebben. Bij veengrond en rivierklei was het wegens de moeilijkheid, dat bij de interpretatie van K-HCl met het humusgehalte rekening moet worden gehouden, niet mogelijk deze vraag te onderzoeken.

De conclusie is dus dat er bij zandgrond in het algemeen geen reden is om met het

K-getal van de ondergrond bij de beoordeling van de K-toestand rekening te houden. Bij veengrond en rivierklei is geen uitspraak mogelijk. De beoordeling zal uitsluitend aan de hand van K-HCl van de zodelaag moeten gebeuren.

8. Verantwoording van het verrichte onderzoek en discussie van de noodzaak van verder onderzoek

Het onderzoek over de waarde van de K-bepalingen bij het grondonderzoek is zoals gezegd opgezet in de overweging, dat het nodig is om over de bruikbaarheid op verschillende grondsoorten goed gedocumenteerd te zijn. Het tot dusverre overwegend in de omgeving van Groningen verrichte onderzoek kon aan deze vereiste niet voldoen. Het aantal proefvelden is echter belangrijk kleiner geweest dan bij het ongeveer terzelfdertijd ondernomen fosfaatonderzoek op grasland (10).

De voornaamste reden tot deze beperking is wel geweest, dat het belang van een K-onderzoek algemeen wat minder groot werd geacht. De kalitoestand van de grond is immers, vooral op de lichte gronden, in sterkere mate variabel dan de fosfaattoestand, zodat grondonderzoek naar kalitoestand alleen al om deze reden vermoedelijk nooit die belangrijke plaats zal innemen als het grondonderzoek naar fosfaattoestand. Bovendien is fosfaat vaak voor een belangrijker factor voor ons grasland aangezien, speciaal wat de kwaliteit hiervan betreft, dan kali. Dergelijke beoordelingen zijn echter in belangrijke mate subjectieve visies; het is geenszins uitgesloten dat door anderen, of in later tijd, hierover anders zal worden geoordeeld.

Het verrichte onderzoek heeft ons geleerd, dat grondonderzoek naar kalitoestand op grasland op verschillende grondsoorten uitvoerbaar en verantwoord is, een punt waaraan voordien gerechte twijfel kon bestaan. Het onderzoek geeft verder in verschillende gevallen aan op welke wijze de uitkomsten van grondonderzoek zullen moeten worden gewaardeerd.

Evenwel is de proefveldenserie in 1949 op zandgrond slechts matig geslaagd te noemen; op rivierklei werden in het proefjaar 1948 toevalligerwijze slechts zwakke reacties op kali gevonden; op humusrijkere veengronden blijkt de bepalingsmethode zelf ons in de steek te laten. Hier staat tegenover, dat het proefplekkenonderzoek in 1943 belangrijk aanvullend materiaal heeft opgeleverd. Op zeeklei en lössgrond zijn voorts geen proefveldseries aangelegd. Het proefplekkenonderzoek wijst aan, dat het grondonderzoek naar kalitoestand op zeeklei slechts van vrij beperkt belang zal zijn, daar deze grondsoort in het algemeen ruim van kali is voorzien. De voor deze grondsoort opgestelde adviesbasis is echter nog zwak. Het van lössgrond beschikbare materiaal is zeer gering, een verantwoorde toepassing van grondonderzoek op deze grondsoort vereist ongetwijfeld nader uitgebreid onderzoek.

Er zijn dus verschillende argumenten te noemen om het onderzoek nog niet te beëindigen. Hieraan kan worden toegevoegd, dat ook ten aanzien van de samenhang tussen K-toestand en de jaarproductie, in plaats van met de productie van de 1e snede, nog onzekerheid bestaat.

De afsluiting en publicatie van dit onderzoek moge daarom geen verhindering zijn om nieuwe onderzoekingen op dit gebied te beginnen. Wel zal hierbij uiteraard met het reeds verkregen inzicht rekening moeten worden gehouden. Het gepubliceerde onderzoek stelt wel duidelijk in het licht, dat slechts omvangrijke en doelbewuste onderzoekingen werkelijk waardevolle bijdragen aan onze kennis zullen kunnen verschaffen.

SAMENVATTING

1. Opzet

Een landbouwkundige toetsing is verricht van beide in gebruik zijnde bepalingsmethoden van de kalitoestand van de grond op grasland. Het is gebruikelijk, dat op zand- en dalgrond met 3–25% humus het zogenaamde kaligetal bepaald wordt, van alle overige grondsoorten het K-HCl gehalte (definities op blz. 3). De bepaling geschiedt bij grasland voor practijkonderzoek in een van de bovenste 5 cm van de zodelaag genomen grondmonster.

Er zijn 3 series eenjarige proefvelden gehouden, namelijk series op rivierkleigrond en laagveengrond van resp. 27 en 36 proefvelden in 1948 en een serie van 31 proefvelden op zandgrond in 1949. Deze proefvelden waren over het hele land verspreid. Bovendien is gebruik gemaakt van een in 1943 verzameld materiaal van 519 over het gehele land verspreid gelegen kleine proefplekken, waarvan gelijktijdig grond- en gewasmonsters zijn genomen.

De opbrengsten van de eerste snede van de niet met kali bemeste objecten van de proefvelden, uitgedrukt in procenten van de hoogste op de proefvelden met kalibemesting verkregen opbrengsten (zogenaamde relatieve opbrengsten), en de K_2O-gehalten van het gras van de eerste snede zijn met de K-waarden van de grond in verband gebracht.

Op de gevonden K_2O-gehalten is soms een correctie aangebracht voor de invloed van, waarschijnlijk met het groeistadium van het gras samenhangende, verschillen in N-gehalte. Deze K_2O-gehalten blijken een zeer bruikbare maatstaf voor de K-toestand van de grond te zijn.

2. Bruikbaarheid van grondonderzoek

Het onderzoek heeft uitgewezen, dat van grondonderzoek op zandgrond en rivierklei redelijk betrouwbare en voor het bemestingsadvies bruikbare resultaten kunnen worden verwacht. Op veengrond is dit alleen het geval voor gronden met 25–40% humus; bij hoger humusgehalte blijft de methode in gebreke. Dit is ook het geval als in plaats van K-HCl resp. het K-getal, een in plaats van op humus op de T-waarde herleid K-getal, of het K-Aspergillus-getal worden gebruikt. Bij zeekleigrond en lössgrond zijn eveneens aanwijzingen verkregen, die op goede bruikbaarheid van de methode van grondonderzoek wijzen; hier is echter nog onvoldoende onderzoek verricht.

Het K-getal blijkt op zandgrond betere resultaten te geven dan K-HCl. Het voordeel van de K-getal-methode is, dat bij grasland bij de waardering geen rekening behoeft te worden gehouden met het humusgehalte. Bij rivierklei moet bij de waardering van K-HCl wel in ernstige mate aandacht aan het humusgehalte worden besteed. Ook bij veengrond met 25–40% zal enigszins op het humusgehalte moeten worden gelet. Vermoedelijk zal het humusgehalte ook bij de interpretatie van K-HCl bij zeeklei en löss in rekening moeten worden gebracht. Het gehalte aan afslibbare delen zal waarschijnlijk geheel kunnen worden verwaarloosd.

In den regel zijn vrij zwakke invloeden van de pH gevonden. Bij zandgrond lijkt de beschikbaarheid van kali het beste te zijn als de pH-water $\pm$ 5,7 (pH–KCl = 4,75) bedraagt. Deze invloed is echter vrij zwak en weinig vaststaand.

Bij rivierklei werd een aanwijzing voor een dergelijk optimum gevonden bij pH 6,0 (pH–KCl = 5,0) en een tweede optimum bij koolzure kalkhoudende grond. Van grote practische betekenis voor de voorlichting zijn deze aanwijzingen evenwel niet.

3. Kalihuishouding van de verschillende grondsoorten

Bij zandgrond zijn bij K-getallen 20–30 zonder kalibemesting nog merkbare oogstdepressies te verwachten, zodat matige K-bemesting nodig lijkt, tenzij bezwaren van te hoge kaligehalten in het gras zouden overwegen.

Op rivierklei werden in 1948 slechts geringe reacties op kalibemesting gevonden. In dit jaar was de reactie op deze grondsoort waarschijnlijk toevallig geringer dan normaal. De geringere reactie op arme grond kan bij enkele zeer kali-arme percelen aan kalifixatie worden toegeschreven (geringe toename van de K-opname). Er zijn aanwijzingen dat de K-fixatie op de humus-armere gronden het sterkst is. De absolute opbrengsten blijken met K-HCl gecorreleerd te zijn. Het is mogelijk, dat een aanpassing van het grasbestand aan K-HCl heeft plaatsgevonden. In dat geval zouden aanzienlijke oogstdepressies op deze grondsoort aan K-gebrek te wijten zijn.

Bij veengrond werden met K-bemesting belangrijke opbrengstvermeerderingen verkregen. Bij laag humusgehalte bleek dit effect dus door K-HCl bepaald te zijn; bij hoog humusgehalte reageerden alle proefvelden op kali, ondanks zeer hoge K-HCl gehalten, die dus geen enkele aanwijzing over de K-toestand opleveren.

Zeeklei en löss zullen waarschijnlijk bij benadering als rivierklei moeten worden beadviseerd. De zeekleigronden zijn echter veel beter van kali voorzien en kaligebrek is hier waarschijnlijk vrij zeldzaam. Op löss komen waarschijnlijk grote verschillen in beschikbaarheid van kali voor.

SUMMARY

EVALUATION OF SOIL TESTING OF THE AVAILABILITY OF POTASH ON DUTCH GRASSLANDS

The availability of potash in Dutch soils is determined by means of two methods. On clay and peaty soils exchangeable potash soluble in 0.1 n HCl (1 part soil to 10 parts of HCl) is determined (K-HCl content). On sandy soils the so-called K-number is determined, which number gives the potash content soluble in 0.1 n HCl related to the humus content [1]. On grassland soil samples are taken from the upper layer of 2 inches.

The methods have previously been tested on grassland (6), generally proving their suitability in the regions investigated. A more systematic investigation on the main soil types of the Netherlands was carried out in the years 1943, 1948 and 1949. In 1947 and 1948 100 short term field trials were laid out by the Agricultural Advisory Service. In 1943 from 519 "experimental spots", scattered over the whole country, corresponding samples of soil and grass were taken. The surface of these spots was $\frac{1}{4}$ m².

The experiments have been divided into 3 series according to soil type. The results are accordingly represented in graphs. The main soil types investigated were sandy soils, fluviatile clay soils, peaty soils, marine clay soils and loess soils. The latter two types were investigated only by means of "experimental spots" in 1943.

The field trials in 1948 and 1949 included 12 plots of 5 × 5 metre each; 4 of these did not receive any dressing with potash, the other eight were dressed with 30, 80, 140 and 220 kg/ha K_2O (in duplicate) as muriate of potash (40%). Nitrogen was added as nitro-chalk (50 kg/ha N), phosphate as superphosphate (100 kg/ha P_2O_5). Only the first cut was harvested.

The "experimental spots" were selected on various farms. For the greater part these fields were only dressed with potash, as phosphate was not available and nitrogen was not applied to grassland during the war. Part of these spots were not dressed at all.

Soil samples of the experimental fields were taken before dressing in the early spring; soil samples and samples of the first cut grass from the "spots" were taken simultaneously about the beginning of June.

As a touchstone for soil testing average relative yields of the plots without potash dressing in percentages of the highest yield obtained on the plot with ample potash dressing have been used.

The use of relative yields for this purpose is justified on sandy soils, as it could be shown (table 1) that the highest yields of the first cut of grass grown with a heavy dressing of potash on land poor in potash are practically equal to those obtained on land with a much higher potash level. However, this is very questionable on river clay soils, where a positive correlation between absolute yields and K-contents of the soils was found (fig. 16). This may be due to an adaptation of the grass sod to the low K-level of some potash fixing river clay soils, resulting in a lower productivity which is not restored by a first potash dressing. The same is also dubious for peaty soils. Potash contents of grass grown on unfertilized plots of the trial fields and on the "experimental spots" were also used as a measure of the availability of soil potash. In some cases corrections had to be introduced for the varying contents of nitrogen in the grass which may have influenced the potash content. By means of this correction influences of different physiological stages of the grass may be eliminated.

The correlations between K-characteristics of the soil and potash contents of the grass were generally satisfactory; they proved to be better than those between these characteristics and the relative yields.

It has been shown that reliable results of soil testing are obtained on sandy and river clay soils (figs. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 14). On peaty soils this is only true of soils with humus contents below 40%, the method of soil testing on availability of potash not being applicable to soils with higher humus contents (figs. 20, 22). The same negative result was obtained if the K-content was related to the adsorbing capacity (humus content) or to the T-value (total base) of the soil. The microbiological Aspergillus method gave results very much in agreement with those of the chemical method. Satisfactory results have also been obtained on marine clay (fig. 23, 25) and loess soils (fig. 26); further investigations are desirable here, however.

[1] In the analysis an amount of soil containing 6.25 g of humus is extracted with 300 cm³ HCl. The quantity of potash is related to humus and multiplied by a certain factor. From 22 July 1952 the K-HCl content has been also determined on these soils; the K-number is deduced by means of a formula which makes allowance for the humus content.

The K-number gave better results on sandy soils than the K-content (K-HCl) of the soil (compare figs. 3 and 11). The advantage of the first method is that no attention has to be paid to the influence of the humus content (fig. 4). Moderate dressing with potash is necessary if the K-number amounts to 20–30 on sandy soils.

The evaluation of K-HCl on fluviatile clay soil is impossible without taking into account the influence of the humus content (figs. 13, 18).

A slight influence of the humus content was also found on peaty soils containing 25–40% of humus (figs. 20, 22). It is probable that the humus content must be taken into account also on marine clay (fig. 24) and loess soils. The content of particles smaller than 16 μ does not considerably affect the interpretation of the results.

Weak influences of the pH were often found. Potash seems to be best available if pH-H_2O amounts to ca. 5.7 (pH-KCl = 4.75) on sandy soils. On river clay soils two optima were found, one at pH-H_2O 6.0 (pH-KCl = 5.0) and a second one on calcareous soils (fig. 19). These indications, however, are not very important for practical purposes.

The increase of yield by potash dressing was slight on river clay soils (fig. 11). Probably the reaction was less than normal in 1948. It is also likely that the slight reaction on very poor soils must be attributed to fixation of potash by the soil, as the increase of the amount of potash absorbed by the grass was small in these cases (fig. 15). Potash fixation seems to be most serious on soils low in humus (table 2).

Considerable increases of yields were obtained on peaty soils (fig. 20). All trial fields with high humus contents showed marked reactions to K-dressing notwithstanding the high K-HCl contents.

It seems to be advisable to treat marine clay and loess soils in the same way as river clay soils. The potash content of marine clay soils, however, is generally much higher. Potash deficiency may occur here only occasionally. The K-status of loess soils varies considerably.

LITERATUUR

1. FERRARI, TH. J.: Een onderzoek over de stroomruggronden van de Bommelerwaard met als proefgewas de aardappel. *Versl. landbouwk. onderz. 58.* 1 (1952).

2. GERRETSEN, F. G. en NORA BLUMENDAL: Een onderzoek naar de bruikbaarheid van de Aspergillus-methode voor de bepaling van phosphorzuur en kali in den grond. *Versl. landbouwk. onderz. 46* (4) A (1940) 219.

3. HART, M. L. 'T: Opbrengst en gebruik van het grasland in Nederland. *Maandbl. Landbouwvoorlichtingsd. 6* (1949), 344.

4. HART, M. L. 'T en F. VAN DER PAAUW: Kalibemesting op grasland. *Landbouwvoorlichtingsd. Med. 30* (1942).

5. PAAUW, F. VAN DER: Het kalivraagstuk op de zand- en dalgronden. *Versl. landbouwk. onderz. 42* (12) A (1936), 393.

6. —— Grondonderzoek naar fosfaat- en kalitoestand op grasland. *Versl. landbouwk. onderz. 49* (17) A (1943), 917.

7. —— Kalitoestand van zand- en dalgrond en opbrengst en onderwatergewicht van aardappelen. *Versl. landbouwk. onderz. 51* (10) A (1945), 193.

8. —— Onderzoekingen over fosfaat- en kalibemesting op de kleigronden van de Zuidhollandsche eilanden. *Versl. landbouwk. onderz. 53.* (5) A (1947), 214.

9. —— Fosfaat- en kalibemestingsonderzoek op de Betuwse rivierklei met behulp van zeer eenvoudig opgezette proefvelden. *Landbouwk. T. 60* (1948), 290.

10. PAAUW, F. VAN DER en L. CH. N. DE LA LANDE CREMER: Toetsing van grondonderzoek naar fosfaattoestand op Nederlands grasland. *Versl. landbouwk. onderz. 57*. 15 (1951).

11. PAAUW, F. VAN DER en J. RIS: Kalionderzoek in de Haarlemmermeerpolder in 1947 en 1949 (serie 11). Centraal Instituut v. Landbouwk. Onderzoek. *Gestenc. Versl. Interprov. Proeven* no *24* (1951).

12. VISSER, W. C.: Een onderzoek naar de kali- en fosforzuurhuishouding van de Groninger klei- en zavelgronden. *Versl. landbouwk. onderz. 48* (3) A (1942), 87.

13. VRIES, O. DE en C. W. G. HETTERSCHIJ: Onderzoekingen over de methodiek bij kalibepalingen in grond. *Versl. landbouwk. onderz. 50* (4) A (1945), 139.