

631.416  
631.42

OVER MINERALENBALANSEN  
VAN INTENSIEF BEHANDELDE PERCELEN  
BLIJVEND GRASLAND

*(On the mineral balances of some intensively  
treated Dutch grassland plots)*

Summary and conclusions see page 685

Ir. F. K. VAN DER KLEY, prof. ir. M. L. 't HART en K. NIJENHUIS agr. stud.  
*Afdeling Graslandcultuur der Landbouwhogeschool*

# OVER MINERALENBALANSEN VAN INTENSIEF BEHANDELDE PERCELEN BLIJVEND GRASLAND

*(On the mineral balances of some intensively  
treated Dutch grassland plots)*

Summary and conclusions see page 685

Ir. F. K. VANDER KLEY, prof. ir. M. L. 't HART en K. NIJENHUIS, agr. stud.

*Afdeling Graslandcultuur der Landbouwhogeschool*

## 1. INLEIDING

Meestal wordt op grasland niet vaker dan eenmaal in de 4 à 5 jaar grondonderzoek verricht. In de tussenliggende perioden veranderen de in de zode beschikbare mineralenvoorraden geleidelijk en wel sterker naarmate bemesting en onttrekking minder op elkaar zijn afgestemd.

Daarom behoort men bij het bemesten van grasland zowel met de resultaten van het laatst verrichte grondonderzoek, als met de bemestingen en onttrekkingen daarna rekening te houden. Dit kan het best geschieden met behulp van mineralenbalansen (zie FRANKENA, 1948; SJOLLEMA, 1951). Wat een mineralenbalans is en hoe zij wordt opgesteld komt onder 2 ter sprake.

Wanneer twee- of meermalen grondonderzoek is verricht en men voor de tussenliggende perioden mineralenbalansen heeft opgesteld, kan men tevens berekenen welke invloed bemesting en onttrekking op de zode hebben gehad en hoeveel kg  $P_2O_5$  resp.  $K_2O$  men nog zal moeten gebruiken om, waar nodig, een hoger P-citroencijfer of kaligetal te bereiken en te handhaven. Een en ander wordt – bij wijze van voorbeeld – uitgewerkt voor 85 percelen blijvend grasland, afkomstig van 7 stikstofproefbedrijven.

## 2. MINERALENBALANSEN

Mineralenbalansen zijn overzichten van de hoeveelheden van een bepaald mineraal, die gedurende een zekere periode aan een graslandperceel of weidebedrijf zijn toegevoegd en daarvan zijn afgevoerd (VAN DER KLEY, 1953). Zij worden bij voorkeur voor ieder perceel afzonderlijk en voor perioden van een aantal jaren opgesteld. Tabel 1 geeft een voorbeeld van een fosfaat- en kalibalans.

Op de linkerzijde van de balans staan alle posten vermeld die de mineralenvoorraad in de zode hebben verbeterd. Dit zijn de op de grasmat gebrachte hoeveelheden kunstmest, gier en stalmest en de aan het weidend vee verstrekte hoeveelheden bijvoeder. De totale in deze produkten voorkomende mineralenhoeveelheid wordt *bruto-aanvoer* genoemd.

Uit tabel 1 blijkt dat de grootste hoeveelheden mineralen steeds met kunstmest, gier en stalmest worden aangevoerd. De gehalten hiervan aan P en K waren bijna steeds bekend. De in bijvoeders voorkomende hoeveelheden fosfaat en kali zijn meestal klein. Zij kunnen zonder bezwaar met behulp van de in tabel 2 vermelde normen worden geschat.

## MINERALENBALANSEN VAN BLIJVEND GRASLAND

TABEL 1. Voorbeeld van een fosfaat- en kalibalans

TABLE 1. An example of a phosphorus and potassium balance

Aanvoer (Income) in kg/ha				Afvoer (Outgo) in kg/ha			
Jaar	Produkt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Jaar	Produkt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1950	211 kg superfosfaat 17%	36		1950	3800 kg melk (milk)	9	6
	6000 kg gier (liquid manure)	9	93		82 kg groei (growth by the cattle)	1	-
	75 kg kalizout (KCl) (40%)		30		2500 kg hooi (hay)	13	49
	100 kg koekjes (concentrates)	2½	7		1500 kg gedroogd gras (dried grass)	11	51
1951		80	150	1951		50	100
In 2 jaar: Totale (bruto) aanvoer In 2 years: (Total (gross) income)		127½	280	In 2 jaar: Totale (bruto) afvoer In 2 years: Total (gross) outgo		84	206
Totale netto-aanvoer (Total net income)		43½	72				

TABEL 2. Enige gemiddelde kali- en fosfaatgehalten van produkten, die op mineralenbalansen kunnen voorkomen

TABLE 2. Some mean P and K contents of products that may occur on mineral balances

	Produkt	In het verse materiaal (In the fresh material)	
		% K <sub>2</sub> O	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Linkerzijde (aanvoer) (income)	Stalmest (Manure)	0,55	0,34
	Gier (Urine)	±1,0	0,10
	Toemaak (Manure + mud)	0,25	0,10
	Weidekoekjes (Concentrates)	0,72	0,25
	Haverstro (Strow of oats)	0,50	0,86
	Bietenblad (Leaf of beats)	0,58	0,78
	Aardappelvezels (Potato fibre)	0,02	0,02
	Ondermelk (Skim milk)	0,21	0,20
	Wei (Whey)	0,12	0,09
Rechterzijde (afvoer) (outgo)	Melk (Milk)	0,18	0,23
	„Groei” van het vee (Growth of the cattle)	0,23	1,7

Op de rechterzijde der mineralenbalansen worden alle met melk, vee, gras en hooi van het land afgevoerde mineralen geboekt. De totale hierin voorkomende mineralenhoeveelheid wordt *afvoer* genoemd; het verschil tussen de (bruto) aan- en afvoer heet de *netto-aanvoer*. De belangrijkste posten aan de rechterzijde zijn hooi en gras dat gedroogd, gekuild of elders opgevoerd is. Van deze produkten waren niet alle gehalten aan fosfaat en kali bekend. De ontbrekende gehalten werden zo nauwkeurig mogelijk geschat met behulp van de (steeds beschikbare) gehalten aan ruw eiwit, de bemestingen en de analyserapporten van het jaarlijks verrichte grondonderzoek.

Dit geschiedde als volgt:

**Fosfaat.** Voor ieder bedrijf afzonderlijk werden de beschikbare eiwit- en fosfaatgehalten van het gras uitgezet. Door het gemiddelde punt werd een regressielijn getrokken, evenwijdig aan die van 'T HART (1944). Deze lijn werd gebruikt om, rekening houdend met het eiwitgehalte, de fosfaatgehalten van gras bij gemiddeld P-citroencijfer en bij gemiddelde fosfaatbemesting af te lezen. Voor andere P-citroencijfers werden de afgelezen fosfaatgehalten gecorrigeerd met behulp van lijnen van VAN DER PAAUW en DE LA LANDE CREMER (1951), die de invloed van het P-citroencijfer op het  $P_2O_5$ -gehalte van gras weergeven. De invloed van de P-bemesting werd ten dele uit gegevens van VAN DER PAAUW en de DE LA LANDE CREMER (1951) door ir. DE VRIES (CILO) berekend. Wij hebben aangenomen dat bij een P-citroencijfer van 50 of meer een fosfaatbemesting op zand-, veen- en kleigrond het  $P_2O_5$ -gehalte van gras resp. verhoogde met 0,006%, 0,012% en 0,006% per 10 kg  $P_2O_5$ .

**Kali.** De kaliegehalten van gras bij gemiddelde kalivoorraad en -bemesting werden op soortgelijke wijze geschat als de fosfaatgehalten. Bij andere K-HCl-cijfers of kaligetallen in de zode werden de afgelezen  $K_2O$ -gehalten in het gras gecorrigeerd met behulp van lijnen van VAN DER PAAUW (1953). Wij hebben aangenomen dat een kalibemesting het  $K_2O$ -gehalte van gras op zand-, veen- en kleigrond bij voldoende hoog kaligetal verhoogde met resp. 0,045, 0,0475 en 0,030% per 10 kg  $K_2O$ .

### 3. DE STIKSTOFPROEFBEDRIJVEN

Van 8 stikstofproefbedrijven waren verslagen over minstens 3 jaren beschikbaar. Van één bedrijf waren de opbrengsten per perceel niet te achterhalen. Tabel 3 geeft enkele bijzonderheden van de overige 7 bedrijven. Voor de percelen blijvend grasland van de in deze tabel vermelde bedrijven werden fosfaat- en kalibalansen opgesteld. De gemiddelde looptijd van deze mineralenbalansen bedroeg 3,6 jaar.

TABEL 3. Enkele gegevens van 7 Nederlandse stikstofproefbedrijven

TABLE 3. Some figures of 7 Dutch nitrogen experiment farms

Grondsoort <i>Type of Soil</i>	Bedrijf en plaats <i>Farmer and Village</i>	% blijvend grasland % perm. past.	% org. stof in zode 1954	Kunstmest kg N/ha/jr mean art. pure N
Zand (Sandy)	M. Kamphorst, Nijkerk	63	3-14	128
	B. H. Versteeg, Almelo	80	3-11	230
	R. Teunissen, Den Hulst	83	4-11	243
Klei en veen (Peaty clay)	J. M. Spruit, Kamerik	100	19-25	244
	J. Lettinga, Edens	100	15-23	218
	A. de Haan, Bleskensgraaf	100	28-44	123
	E. Groot, Wormer	100	38-63	102

Uit tabel 3 blijkt dat de stikstofbemesting op deze bedrijven hoog is. De uitkomsten der kali- en fosfaatbalansen zijn uitgezet in de figuren 1 en 2. Van ieder beeldpunt stellen ordinaat en abscis resp. bruto aan- en afvoer van één perceel voor; de netto-aanvoer wordt voorgesteld door de verticale afstand van elk punt tot de lijn  $y = x$ .

#### Fosfaatbemesting

De figuren 1A en 1B geven resp. een beeld van het fosfaatbemestingsbeleid op zand- en kleiveengrond. Uit deze figuren blijkt dat de afvoer van fosfaat op alle drie grondsoorten ongeveer gelijk is geweest. Gemiddeld bedroeg deze 45 à 55 kg  $P_2O_5$ /ha/jaar.

MINERALENBALANSEN VAN BLIJVEND GRASLAND

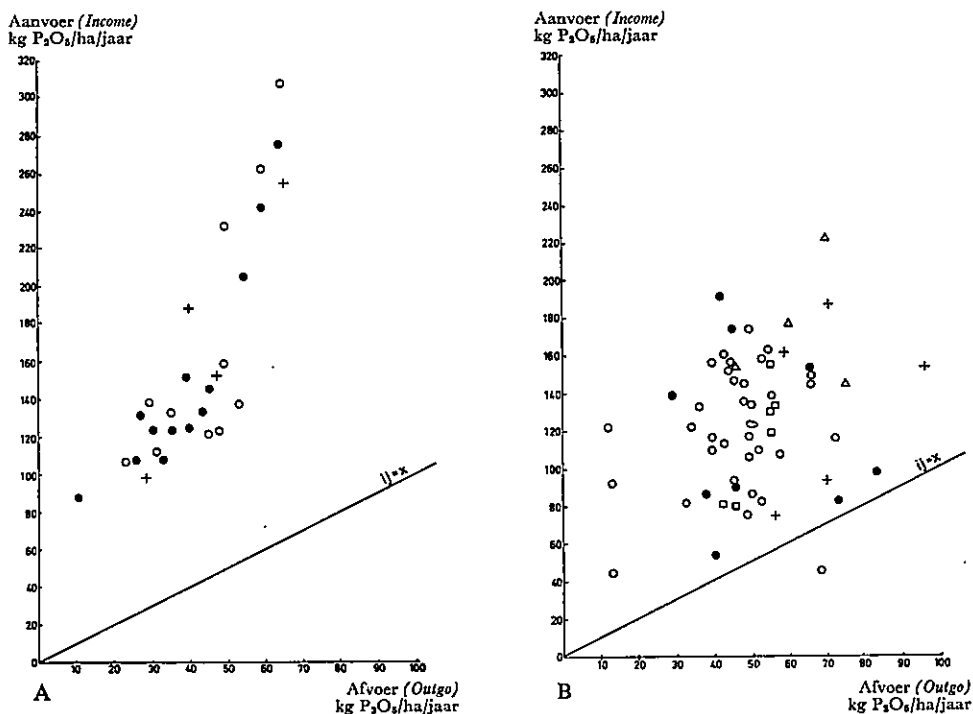


FIG. 1. (A, B). DE OVER MINSTENS 3 JAREN GEMIDDELDE FOSFAATAAN- EN AFVOER VAN 85 PERCELEN BLIJVEND GRASLAND (A: zandgrond, B: kleiveengrond)

FIG. 1. The phosphate income and output from 85 plots permanent grassland (means from at least 3 years). (A: sandy soils, B: clay and peaty soils). The symbol P-citr. corresponds with the number of milligrams P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, which can be extracted from 100 gram dry soil by 1% citric acid)

Verticale as:	△ Gem. P-citr. 25-40
Aanvoer (income) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/jaar	+ " " 40-55
	● " " 55-70
Horizontale as:	○ " " 70-100
Afvoer (outgo) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/jaar	□ " " >100

Omdat de meeste percelen zowel gemaaid als geweid worden, varieerde de fosfaat-afvoer weinig; op geen enkel perceel was hij kleiner dan 13-of groter dan 97 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar.

Daarentegen loopt de *aanvoer* op alle grondsoorten van perceel tot perceel sterk uiteen. Op kleiveengrond (fig. 1B) varieerden bruto- en netto-aanvoer resp. van 40 tot 220 en van 25 tot 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar. Bij de bemesting van deze gronden werd weinig rekening gehouden met de fosfaat-afvoer. Op zandgrond (fig. 1A) geschiedde dit wel, doch te sterk. De variatie in netto-aanvoer was daardoor op zandgrond het grootst; deze bedroeg daar 60-240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar. Tussen het P-citroencijfer en de fosfaat-bemesting bestond alleen op de kleibedrijven enig verband. Gemiddeld bedroeg de netto-aanvoer op zand-, veen- en kleigrond resp. 118, 87 en 59 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar, terwijl

de gemiddelde P-citroencijfers resp. 68, 85 en 69 bedroegen. Zoals reeds is opgemerkt door 't HART en VAN DER KLEY (1956), werd in het algemeen bemest boven de in de *Landelijke Adviesbasis Grondonderzoek* (1956) vermelde normen.

*Kalibemesting*

De figuren 2A en 2B geven resp. een beeld van het kalibemestingsbeleid op zand- en kleiveengrond. Uit deze figuren blijkt dat de afvoer van kali overal tussen 5 en 240 kg K<sub>2</sub>O/ha/jaar heeft geschommeld en gemiddeld 115 à 135 kg heeft bedragen. De bruto-aanvoer schommelde op zand en kleiveen resp. tussen 40 à 70 en 325 à 350 kg K<sub>2</sub>O/ha/jaar. Alleen op de twee bedrijven met humusgehalten beneden 25 % in de zode was de netto-aanvoer duidelijk het grootst op percelen met lage kaligetallen; de netto-aan-

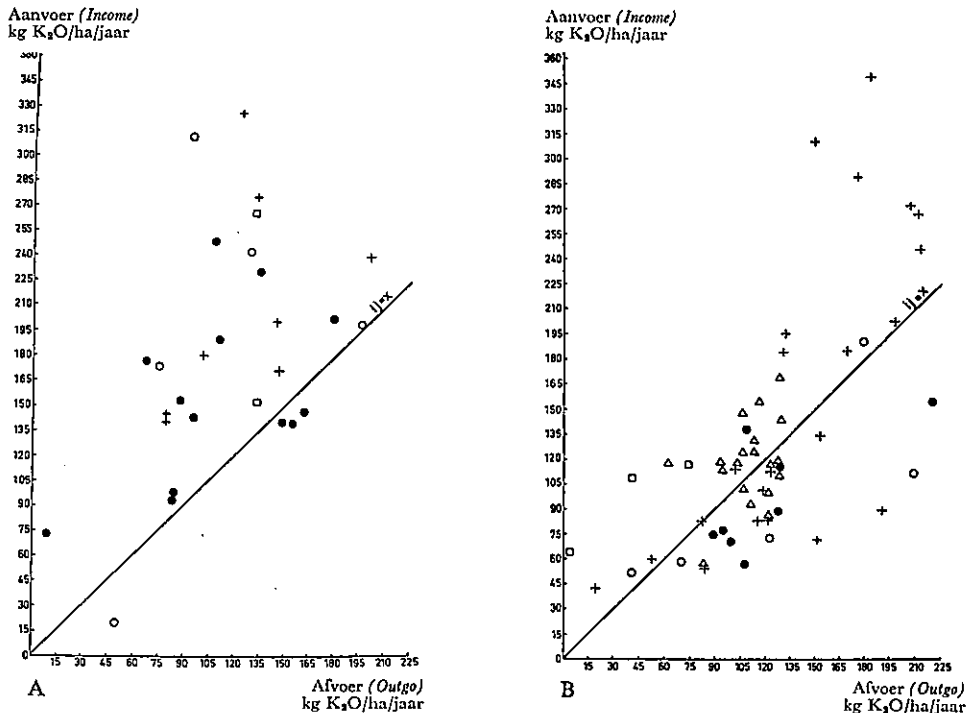


FIG. 2. (A, B), DE OVER MINSTENS 3 JAREN GEMIDDELDE KALI-AAN- EN AFVOER VAN 85 PERCELEN BLIJVEND GRASLAND (A: zandgrond, B: kleiveengrond)

FIG. 2. *The potassium income and outflow from 85 plots permanent grassland (means from at least 3 years). A: sandy soils, B: clay and peaty soils). The „Kaligetel” is expressed as  $\frac{\text{gram K}_2\text{O}_1}{90}$  from 1000 kg organic soil dry matter to be extracted by 0,1 N chloric acid*

Verticale as:	
Aanvoer (income) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/jaar	△ Gem. K-getal > 15
	+ „ „ 15-22
	● „ „ 22-30
Horizontale as:	
Afvoer (outgo) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/jaar	○ „ „ 30-40
	□ „ „ >40

voer bedroeg hier gemiddeld 21 kg  $K_2O$ /ha/jaar. Op zandgrond was de netto-aanvoer het hoogst (gem. 66 kg  $K_2O$ /ha/jaar) en op de kleiveenbedrijven met meer dan 28 % organische stof in de zode het laagst (-5 kg  $K_2O$ /ha/jaar).

#### 4. FOSFAATBEMESTING EN P-CITROENCIJFER

De figuren 3A en 3B laten resp. voor zand- en kleiveengrond zien, welke invloed de netto-fosfaataanvoer ( $x$ ) op het P-citroencijfer van de zode ( $y$ ) heeft gehad. De netto-aanvoer is gemakshalve niet in kg  $P_2O_5$ /ha/jaar, doch in P-citroeneenheden (fosfaateenheden) uitgedrukt.

Het P-citroencijfer geeft aan hoeveel mg  $P_2O_5$  per 100 gram luchtdroge grond in oplossing gaat bij een extractie met 1%-citroenzuur. De P-citroeneenheid (fosfaateenheid<sup>1</sup>) is de hoeveelheid  $P_2O_5$  die het P-citroencijfer van de zode met één zou verhogen, als alle toegevoegde P in de zode, en bij eerste extractie in citroenzuur, oplosbaar zou blijven. Voor een zodelaag 0-5 cm met soortelijk gewicht  $x$  komt een P-citroeneenheid dus overeen met (5 X) kg  $P_2O_5$ /ha. De waarde van  $x$  kan bij bekend humusgehalte uit tabellen (DE VRIES en DECHERING, 1947) worden afgelezen. Op zand- en kleigronden met humusgehalten van 10 à 15 % komt één P-citroeneenheid ongeveer overeen met 5,2 à 5,8 kg  $P_2O_5$ /ha; op veengronden met 30 à 40 % humus echter met 3,3 à 3,8 kg.

Uit fig. 3 komt naar voren dat een grote netto-aanvoer gemiddeld gepaard gaat met een stijging van het P-citroencijfer.

De spreiding is echter vrij groot. Grafisch bleek dat het gehalte aan organische stof in de zode weinig invloed op de spreiding uitoefent. Vervolgens werd langs numerieke weg een meervoudige regressie volgens FISHER (1938) berekend tussen de factoren:

$y$  = verandering P-citroencijfer (eenh./jaar)  
 $x_1$  = netto-aanvoer (eenh./jaar)  
 $x_2$  = gem. P-citroencijfer tijdens de balansperiode.

De gevonden vergelijkingen luiden

voor zandgrond:

$$(1a) \quad y = 6,5 + 0,41 (x_1 - 19,1) - 0,085 (x_2 - 67,8); R = 0,65$$

$$(1b) \quad y = 6,5 + 0,39 (x_1 - 19,1); R = 0,61$$

voor kleiveengrond:

$$(2a) \quad y = 8,3 + 0,47 (x_1 - 20,9) + 0,11 (x_2 - 77,4); R = 0,73$$

$$(2b) \quad y = 8,3 + 0,45 (x_1 - 20,9); R = 0,66$$

Alle in de vergelijkingen voorkomende coëfficiënten komen overeen met een overschrijdingskans  $P > 0,99$ ; de verschillen tussen de regressiecoëfficiënten (0,47 en 0,41) en (0,45 en 0,39) zijn kleiner dan hun standaardafwijkingen. De lage correlatiecoëfficiënten worden vermoedelijk grotendeels veroorzaakt door de bemonsterings- en analysefouten die bij het grondonderzoek worden gemaakt.

Bij onderlinge vergelijking der regressiecoëfficiënten in de formules 1a en 2a blijkt, dat de invloed die de netto-aanvoer ( $x_1$ ) op de veranderingen ( $y$ ) van het P-citroencijfer heeft, veel groter is dan de invloed van het P-citroencijfer zelf ( $x_2$ ) daarop. Laatstgenoemde invloed zou bovendien op zand- en kleiveengrond tegengesteld zijn aan de

<sup>1</sup> De hier gegeven definities van P-citroenzuureenheid (fosfaateenheid) en kaligetaleenheid zijn niet algemeen gangbaar. Beide begrippen worden in dit artikel slechts gebruikt in de door ons gedefinieerde betekenis.

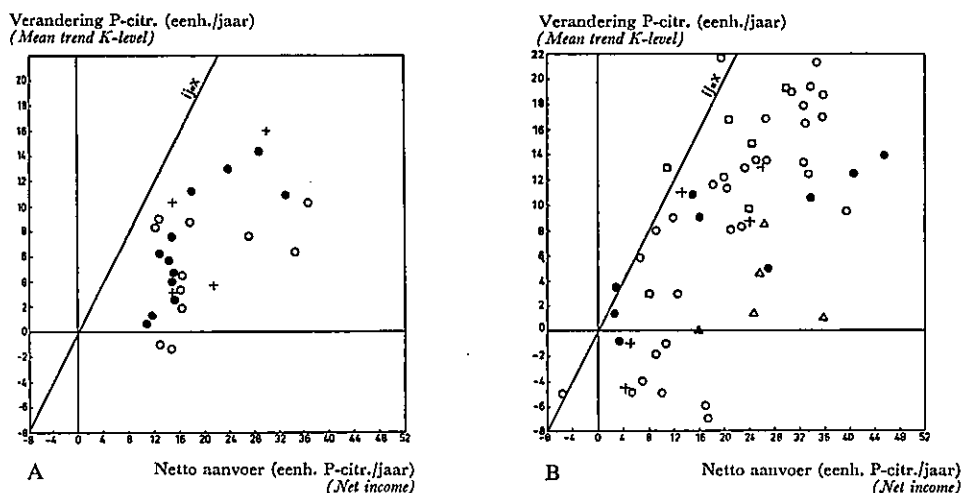


FIG. 3. (A, B). DE OVER 3 À 4 JAREN GEMIDDELDE NETTO-FOSFAATAANVOER ( $X_1$ ) EN DE DAARDOOR VEROORZAAKTE VERANDERINGEN IN DE P-CITROENCIJFERS VAN DE ZODE (Y). (A: zandgrond B: kleiveengrond).

FIG. 3. The trends of the P-status of the soil ( $\text{mg P}_2\text{O}_5/100$  gram dry soil soluble in 1% citric acid), as induced by the net phosphate income (means from  $\pm 3.6$  year). Explanation of symbols see figure 1

Verticale as:	$\Delta$ Gem. P-citr. 25-40
Verandering P-citr. (eenh./jaar) (mean trend P-citr).	+ „ „ 40-55
	● „ „ 55-70
	○ „ „ 70-100
Horizontale as:	□ „ „ >100
Netto-aanvoer (eenh. P-citr./jaar) (net income)	

eerstgenoemde. Mogelijk hangt dit samen met de keuze der normen (zie 2). Waarschijnlijk is de uitgang P-toestand gemiddeld van weinig invloed op de P-bemesting, die nodig is om P-citroen op peil te houden of met eenzelfde waarde te verhogen (VAN DER KLEY en 't HART 1957).

Uit de formules 1a en 2a blijkt verder, dat eenzelfde P-citroencijfer gemiddeld met 0,41 à 0,47 eenheid stijgt, wanneer de netto-aanvoer één eenheid groter wordt. Er „verdwijnt” dus gemiddeld ongeveer 53 à 59 % van deze extra fosfaataanvoer. Elders hebben VAN DER KLEY en 't HART (1957) uit onafhankelijk van dit onderzoek verkregen gegevens berekend, dat op zand-, klei- en veengrond resp. 57, 47 en 50 % van de netto-fosfaataanvoer gebruikt wordt om de P-citroencijfers van de grondlagen 5-20 cm te verhogen.

*Er gaan dus onder normale bedrijfsomstandigheden niet meer dan enkele kilogrammen  $\text{P}_2\text{O}_5$  per hectare per jaar met het regenwater verloren.* Deze conclusie stemt goed overeen met talrijke, door HETTERSCHIJ (1935) en SCHARRER en KUEHN (1952) besproken uitkomsten van lysimeterproeven.



MINERALENBALANSEN VAN BLIJVEND GRASLAND

TABEL 4. De netto-fosfaataanvoer (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar), die gemiddeld nodig is om de in kolom 1 vermelde P-citroencijfers van de zode op peil te houden.

TABEL 4. The net P-incomes/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha required each year for maintaining the P-status of the turf, as indicated in column 1

Grondsoort	Humusgehalte in de zode						
	5 %	10 %	15 %	30 %	30 %	40 %	50 %
zand ( <i>sandy</i> ) (P-citr. = 67) . . . . .	17	15	13	(12)			
kleiveen ( <i>peaty clay</i> ) (P-citr. = 77) . .	(16)	(14)	12	11	9	8	7½

Type of soil | % organic matter in the turf

Verder kan uit de formules 1b en 2b worden berekend, dat op zand- en kleiveengrond netto-fosfaataanvoeren van 2,6 en 2,4 eenheden per jaar gemiddeld voldoende zijn om P-citroencijfers van ca. 70 op peil te houden. Deze hoeveelheden komen overeen met de in tabel 4 vermelde aantallen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jaar. De tussen haakjes geplaatste getallen berusten op extrapolatie.

5. KALIBEMESTING EN KALIGETAL

In figuur 4 zijn de veranderingen uitgezet die gedurende de diverse balansperioden zijn ontstaan in het kaligetel (y) als gevolg van een zekere netto-aanvoer (x). De netto-aanvoer is uitgedrukt in kali-eenheden.

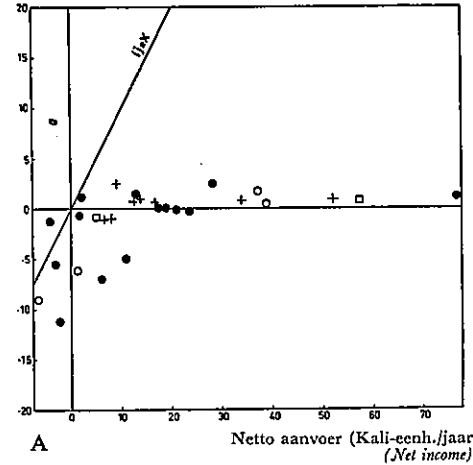
Het kaligetel geeft aan hoeveel maal 90 gram K<sub>2</sub>O per 1000 kg humus in oplossing gaat bij extractie met 0,1 N-zoutzuur. De kali-eenheid<sup>1</sup> is de hoeveelheid K<sub>2</sub>O die het kaligetel van de zode met één zou verhogen als alle toegevoegde K in de zode aanwezig, en bij eerste extractie in 0,1 N zoutzuur, oplosbaar zou blijven. Voor een zodelaag 0-5 cm met humusgehalte h en soortelijk gewicht x komt een kali-eenheid overeen met (0,45 x h) kg K<sub>2</sub>O. Op zand- en kleigrond telt een kali-eenheid dus weinig, op veengrond echter veel kilogrammen.

Bij beschouwing van fig. 4A blijkt dat op zandgrond het verband tussen de netto-aanvoer (x) en de verandering van het kaligetel (y) kromlijinig is. Vermoedelijk zal dit op kleiveengrond (fig. 4B) ook het geval blijken, als men grote netto-aanvoerttrajecten beschouwt. In het thans beschikbare materiaal is geen enkel kaligetel meer dan 3 punten per jaar gestegen, zelfs niet bij een netto-aanvoer van 20 of meer eenheden per jaar. Deze ervaring stemt overeen met uitkomsten van mineralenbalansen, die VAN DER KLEY (1953) voor andere graslandpercelen opstelde. Beide onderzoeken suggereren dat het kaligetel op ieder perceel een bovengrens bezit, die niet, of slechts zeer langzaam kan worden overschreden.

Er is dus vooralsnog geen enkele reden om andere hoeveelheden kali te geven dan de officiële bemestingsnormen voorschrijven. Voor graslandpercelen die in normale be-

<sup>1</sup> De hier gegeven definities van P-citroenzuureenheid (fosfaateenheid) en kaligetaleenheid zijn niet algemeen gangbaar. Beide begrippen worden in dit artikel slechts gebruikt in de door ons gedefinieerde betekenis.

Verandering Kaligetel (eenh./jaar)  
(Mean trend K-level)



Verandering Kaligetel (eenh./jaar)  
(Mean trend K-level)

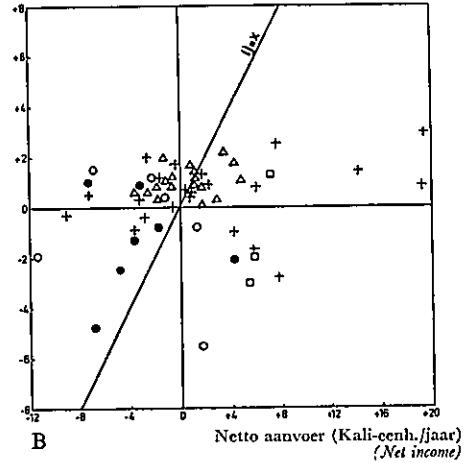


FIG. 4. (A, B). DE OVER 3 À 4 JAREN GEMIDDELTE NETTO-KALI-AANVOER ( $x_1$ ) EN DE DAARDOOR VEROORZAAKTE VERANDERINGEN IN DE KALIGETALLEN VAN DE ZODE ( $y$ ). (A: zandgrond B: kleiveengrond).

FIG. 4. The trends of the K-status of the soil ( $y$ ), as induced by the net potassium income (means from  $\pm 3.6$  year). Explanation of symbols and K-status see figure 2

Verticale as:	$\Delta$ Gem. K-getal < 15
Verandering kaligetel (eenh./jaar) (Mean trend K-level)	+ „ „ 15-22
	• „ „ 22-30
	○ „ „ 30-40
Horizontale as:	$\square$ „ „ > 40
Netto-aanvoer (Kali-eenh./jaar) (Net income)	

mestingstoestand verkeren komt de in de *Landelijke Adviesbasis Grondonderzoek* (1956) vermelde norm voor alle grondsoorten ongeveer overeen met een netto-aanvoer van 0 à 20 kg  $K_2O$ /ha/jaar.

Uit het voorgaande volgt verder, dat men niet moet trachten een te laag kaligetel in één of enkele jaren op peil te brengen. Beter is het gedurende enige achtereenvolgende jaren een toeslag te geven op bovenstaande norm voor de netto-aanvoer (0-20 kg  $K_2O$ /ha/jaar). De in de *Landelijke Adviesbasis Grondonderzoek* (1956) geadviseerde toeslagen komen ongeveer overeen met netto aanvoeren van ca. 100 kg  $K_2O$ /ha/jaar voor 2e en volgende sneden. In verband met kopziektegevaaren e.d. zouden wij willen adviseren op weiland deze toeslag na 1 juni te geven. Na het eerstvolgend grondonderzoek kan men uit de netto-aanvoer en het verschil tussen de oude en nieuwe kaligetallen berekenen of de meest gewenste kaligetallen inderdaad op rendabele wijze bereikt kunnen worden.

#### SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Er werd uiteengezet en met een voorbeeld toegelicht, hoe balansen van bemesting en onttrekking (mineralenbalansen) op graslandpercelen de landbouwvoorlichter van

dienst kunnen zijn als hulpmiddel ter vaststelling en controle van een doelmatig bemestingsbeleid.

Met behulp van mineralenbalansen werd voor 7 stikstofproefbedrijven de invloed onderzocht van bemesting en onttrekking op de P-citroencijfers en kaligetallen van de zode.

Berekend werd (tabel 4) dat, afhankelijk van het humusgehalte in de zode, netto-fosfaataanvoeren van 8 à 17 kg  $P_2O_5$ /ha/jaar voldoende zijn om P-citroencijfers van 60 à 80 op peil te houden. Wanneer de netto P-aanvoer één eenheid groter wordt, zullen op alle grondsoorten de P-citroencijfers in de zode gemiddeld stijgen met 0,41 à 0,47 eenheid.

De kalibemestingen uit de *Landelijke Adviesbasis Grondonderzoek* (1956) komt voor percelen die in goede vruchtbaarheidstoestand verkeren overeen met een netto-aanvoer van 0 à 20 kg  $K_2O$ /ha/jaar. Van aanmerkelijk zwaardere kalibemestingen (zie 5) is het nuttig effect gering, daar het kaligetal, ongeacht de netto-aanvoer, waarschijnlijk hoogstens 3 eenheden per jaar stijgt.

Op vele intensieve bedrijven kan met voordeel op de fosfaat- en kalirekening worden bezuinigd.

#### SUMMARY AND CONCLUSIONS

##### *On the mineral balances of some intensively treated Dutch grassland plots*

Mineral balances were defined (VAN DER KLEY, 1953) as surveys that show the income and outgo of minerals in the turf of grassland plots during a certain period. Table 1 shows an example of a phosphorus and potassium balance. It is pointed out in table 1 that manuring rather more than concentrates and roughage is the main part of  $P_2O_5$  and  $K_2O$  income; and that silage, hay and grass to be dried contribute rather more to the outgo of minerals than do milkproduction by and growth of the cattle. Some standards for estimating mineral compositions are presented in table 2.

It is worked out how to use mineral balances as a guide for increasing and controlling the efficiency of grassland manuring. This is illustrated with some figures of 7 nitrogen experiment farms. These farms have been described briefly in table 3, and the results of its mineral balances have been presented in the figures 1 to 4.

Figure 1 shows the gross income (y), the outgo (x) and the net income (y-x) of phosphorus for all its plots, on the sandy soil (fig. 1A), and the peaty clay soil (fig. 1B). For these soils the figures 3A and 3B show respectively the trends of its „P-citroencijfer” (mg  $P_2O_5$ /100 gr dry soil soluble in 1 % citric acid) as induced by these net income. In fig. 3 the line  $y=x$  shows the increase, which might be expected if all phosphate manure should stay in the turf, and if its solubility in citric acid should not decrease in the soil. It is concluded from the formulae 1 and 2, however, that for all types of soil the actual increases amount to 41 à 47 % of the values thus expected. Furthermore it is calculated from the formulae 1b and 2b that the net P-incomes, shown in table 4, are sufficient, on an average, for maintaining a good P-status on all types of grassland sorts.

The „potassium figure” 2 corresponds to the „phosphate figure” 1 in the same way as figure 4 does to figure 3. Regardless of the net potassium income of the paddocks, the potassium status of the soil (Kaligetal) if expressed as  $\frac{\text{gram K}_2\text{O}}{90}$  per 1000 kg organic dry soil dry matter soluble in 0,1 n-chloric acid, did not increase to a higher rate than 3 units each year. It is stressed that, according to the official K-manuring standards, net K-incomes of 0–20 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha/year are sufficient for all types of grassland soils having a good K-status.

It is recommended to use chemical soil analyses together with mineral balances for calculating whether optimal K-levels can be obtained for peaty soils in an economical way or not. In actual fact many intensive Dutch farmers will do well to economize in purchasing P and K.

#### LITERATUUR

- FISHER, R. A., Statistical methods for research workers. 7th enlarged edition, London (1938) 158–197.
- FRANKENA, H. J., De meststoffenbalans. *De Nieuwe Veldbode* 14 (1948) 379–381.
- 'T HART, M. L., Over de gehalten aan enkele minerale bestanddelen in gras. *Landbouwk. Tijdschr.* 56/57 (1944/45) 477–487.
- 'T HART, M. L. en F. K. VAN DER KLEY, De kali- en fosfaatbemesting bij intensieve graslandexploitatie. *Stikstof* no. 10 (juni 1956) 303–309.
- HETTERSCHIJ, C. W. G., Die Verteilung der Phosphorsäure im Boden. *Die Phosphorsäure* 5 (1935) 215–230.
- VAN DER KLEY, F. K., Over mineralenbalansen van graslandpercelen in Nederland. Ingenieurscriptie Graslandcultuur, voorjaar 1953, 1–32.
- VAN DER KLEY, F. K. en M. L. 'T HART, Fosfaatvoorziening en zuurgraad van zode en ondergrond van Nederlandse graslandpercelen. *Landbouwk. Tijdschr.* (ter perse).
- KOOPMANS, J., De bemesting van grasland in de praktijk, in verband met de bemestingstoestand en het gebruik. Verslag C.I.L.O. over 1954, 157–164.
- Landelijke Adviesbasis Grondonderzoek*, Uitgave Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (1956).
- PAAUW, F. VAN DER en L. C. N. DE LA LANDE CREMER, Toetsing van grondonderzoek naar fosfaatstoestand op Nederlands grasland. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 57 (1951) 5–67.
- PAAUW, F. VAN DER, Toetsing van grondonderzoek naar kalistoestand op Nederlands grasland. *Versl. Landbouwk. Onderzoek* 59 (1953) 1–40.
- SCHARRER, K. en H. KUEHN, Sickerersuche zur Ermittlung der Auswaschung und Tiefenwirkung verschiedener Phosphorsäure. *Zeitschr. Pfl. ern., Düngung und Bodenkunde* 58 (1952) 146–162.
- SIJLLEMA, B., Over de oorzaken en gevolgen bij koeien van irrationele opname van de macroëlementen. *Landbouwk. Tijdschr.* 63 (1951) 615–621.
- VRIES, O. DE en F. DECHERING, Grondonderzoek, 3e druk, Groningen (1948) 19–21.