



**De bepaling van het phosphorzuur in meststoffen
volgens de gewijzigde methode
Pemberton en volgens de methode Von Lorenz.**

DOOR

D. J. HISSINK.

In 1905 deed ik in dit tijdschrift ¹⁾ eene kleine mededeeling over de methode-PEMBERTON ter bepaling van het phosphorzuur in meststoffen.

De methode-PEMBERTON had steeds vrij goede resultaten gegeven bij de bepaling van het in zuur oplosbare phosphorzuur in thomasmeel, maar bij de bepaling van het in water oplosbare phosphorzuur in superphosphaat, ammoniak-superphosphaat, samengestelde meststoffen en opgeloste perugvano's werden volgens PEMBERTON afwijkende cijfers gevonden. Reeds DE MOLINARI ²⁾ had eene modificatie der methode-PEMBERTON voorgesteld, hierop neerkomende, dat PETERMANNsche oplossing en meer ammoniummolybdaat-oplossing werden toegevoegd. In 1904 stelde ik vast, met medewerking van den heer v. d. WAERDEN ³⁾:

¹⁾ Deel II, blz. 179.

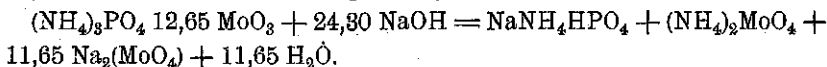
²⁾ Chemisch Weekblad, Deel II, blz. 123.

³⁾ Chemisch Weekblad, Deel II, blz. 182.

- 1/. dat bij toevoeging van PETERMANN'sche oplossing een geel neerslag verkregen werd van de samenstelling $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 11,65 MoO_3 ;
- 2/. dat door toevoeging van zwavelzuur voor het precipiteeren het aantal moleculen MoO_3 in het gele neerslag steeg;
- 3/. dat door meer ammoniummolybdaat-oplossing te gebruiken het gele neerslag eveneens rijker werd aan MoO_3 .

De door DE MOLINARI aangebrachte wijziging berust nu hierop, om door eene combinatie van 1, 2 en 3 het gele neerslag op zijne goede samenstelling, met 12 MoO_3 , te houden.

Ik ging vervolgens den invloed van wisselende hoeveelheden zwavelzuur op de samenstelling van het gele neerslag na, waarbij bleek, dat het gehalte aan MoO_3 geleidelijk steeg van 12,25–12,65 moleculen op $\frac{1}{2}$ molecule P_2O_5 . Reeds bij gebruik van 10 mGr. H_2SO_4 op ongeveer 15 à 16 mGr. P_2O_5 was de samenstelling van het gele neerslag $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 12,65 MoO_3 en bij toevoeging van meer zwavelzuur (tot 2500 mGr. H_2SO_4 toe werd nagegaan) vermeerderde het gehalte aan MoO_3 -moleculen niet. Één molecule van dit neerslag heeft 24,30 moleculen NaOH noodig om op te lossen:



Hierop werd eene modificatie van de methode-PEMBERTON gebaseerd, hierop neerkomende, dat behalve de bekende reagentia (HNO_3 en NH_4NO_3) ook eenig zwavelzuur werd toegevoegd (zie dit Tijdschrift, Deel II, 1905, 183).

De methode-PEMBERTON, in den door mij gewijzigden vorm, is sinds dien tijd met stijgend succes aan de verschillende stations toegepast. Aanvankelijk werd ze alleen ingevoerd voor de bepaling van het in het water oplosbare phosphorzuur, maar weldra bleek, dat ze practisch ook kon worden aangewend bij de bepaling van het in zuur oplosbare phosphorzuur. Hierbij wordt 5 gram van de stof (thomasmeel, beendermeel, ruwe perugvano, natuurlijke phosphaten) gekookt met zoutzuur en salpeterzuur en het was derhalve noodzakelijk den invloed na te gaan van de verschillende stoffen, welke in de verkregen oplossing konden voorkomen, op de samenstelling van het gele neerslag. Een onderzoek, in den zomer van 1908 door de heeren VAN KAMPEN en TOMBROCK ingesteld, bracht aan het licht, dat de invloed van de hierbij toegevoegde hoeveelheden salpeterzuur en zoutzuur practisch gelijk nul is. Bovendien is toen nagegaan:

- 1/. de invloed van ijzerzouten, welke eveneens practisch gelijk nul bleek te zijn en

2/. de invloed van kiezelzuur. De hier verkregen resultaten kloppen onderling niet, zoodat het onderzoek zal worden herhaald. Wel kan gezegd worden, dat de gewoonlijk in thomasmeel en andere meststoffen voorkomende hoeveelheden kiezelzuur van nagenoeg geen invloed zijn op de samenstelling van het gele neerslag.

Sommige onderzoekers meenen, dat ook de aanwezigheid van vet eenige wijziging brengt in de samenstelling van het gele neerslag. **TOMBROCK** vond, dat ook deze invloed buiten beschouwing kan blijven.

Bij de toepassing van de methode-**PEMBERTON** bij ruwe perugano's waren vroeger af en toe afwijkende cijfers verkregen. Ten einde de oorzaak hiervan na te gaan, verzocht ik de Anglo-Continentale¹⁾ mij eene collectie ruwe perugano's te doen toekomen, van de meest uiteenlopende samenstelling. Dr. **SCHÉELE** te Emmerik voldeed met de meest mogelijke welwillendheid aan dit verzoek. De uitkomsten van dit onderzoek worden in onderstaande tabel vermeld. Het phosphorzuur is niet alleen bepaald in eene oplossing, verkregen door 5 gram ruwe perugano te koken met zoutzuur en salpeter, maar ook in de oplossing, verkregen door destructie van 5 gram met 50 c.c. zwavelzuur (zie methoden 1909, blz. 10).

Analysenummer M.	Gehalte aan stikstof (N)	Gehalte aan phosphorzuur (P ₂ O ₅)					
		A. Koken met zoutzuur en salpeterzuur			B. Na destructie		
		molybdeen- methode	gewijzigde PEMBERTON	v. LORENZ	molybdeen- methode	gewijzigde PEMBERTON	v. LORENZ
9964	4	20,5	20,2	20,3	20,4	20,3	20,2
9965	6	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,7
9966	7	19,6	19,1	19,0	19,2	19,2	19,1
9967	9	14,5	14,4	14,4	14,3	14,1	14,4
9968	9	15,9	15,5	15,9	15,8	15,6	15,8
9969	11	11,9	11,8	11,9	11,7	11,7	12,0
9970	11	14,9	14,8	15,1	15,0	14,8	15,1
9971	12	10,5	10,3	10,4	10,4	10,5	10,4
9972	13	11,3	11,0	11,0	11,2	11,0	11,1
247	5	13,2	13,0	—	—	—	—
248	7	11,9	12,2	—	—	—	—

De cijfers stemmen zeer goed overeen en dit in verband met de omstandigheid, dat thans ook de ingekomen monsters steeds goede resultaten geven, maakt verder onderzoek overbodig.

1) Anglo-Continentale Guano-Werke, Agentur Emmerich.

De invloed van aluminiumzouten op de samenstelling van het gele neerslag zal dit jaar nog worden nagegaan, maar a priori kan worden aangenomen, dat die gering is, want nooit is van dezen invloed in de 5 jaren, dat de methode toegepast wordt, iets gebleken.

Daarmede zal dan nagegaan zijn de invloed van de voornaamste stoffen, die voorkomen kunnen in de oplossing, waarin het phosphorzuur moet worden bepaald.

Ten slotte moet nog worden beantwoord de vraag naar den invloed van de hoeveelheid phosphorzuur, welke in bewerking genomen wordt, op de resultaten, met de gewijzigde methode-PEMBERTON verkregen. Indertijd is de methode nagegaan aan eene oplossing van KH_2PO_4 en werd telkens 10 c.c. bevattende ongeveer 15 à 16 mGr. P_2O_5 in gebruik genomen. Bij onderzoek van thomasmeel van 14 à 17 % phosphorzuur wordt deze hoeveelheid ongeveer aangewend door van de oplossing van 5 gram in den halven Liter 10 c.c. te gebruiken, dat is derhalve 100 mGr. thomasmeel. Bij superphosphaat van 14 %, waarvan 20 Gram in 1 Liter wordt opgelost, bevindt zich in 10 c.c. 28 mGr. P_2O_5 . Wordt deze hoeveelheid in bewerking genomen, dan zijn de uitkomsten te laag en ik schreef derhalve in 1904 reeds voor slechts 5 c.c. af te pipetteeren, of 10 c.c. der half verdunde oplossing. Men heeft dan tevens het voordeel 100 mGr. Super in gebruik te nemen en het aantal c.c. NaOH geeft direct het percentage phosphorzuur aan. Volgens een nader in 1908 ingesteld onderzoek moet niet meer dan 20 mGr. P_2O_5 in bewerking genomen worden en niet minder dan 10 mGr. De afwijkingen voor 9 en 8 mGr. zijn echter al zeer gering. Komt het echter op groote nauwkeurigheid aan, dan zal men goed doen met zooveel c.c. der oplossing af te pipetteeren, dat ongeveer 15 à 17 mGr. of 14–18 mGr. phosphorzuur in bewerking zijn. Natuurlijk kan ook door variatie van de hoeveelheid molydeenoplossing het verschil worden opgeheven, maar eenvoudiger is het door variatie der af te pipetteeren hoeveelheid oplossing binnen de gestelde grenzen te blijven. Deze grenzen zijn voorloopig gesteld op 10–20 mGr. P_2O_5 . Intusschen zal in den zomer van 1909 een nader onderzoek hieraangaande worden ingesteld.

De door mij gewijzigde methode-PEMBERTON, welke derhalve kan worden aangewend bij alle meststoffen, zoowel ter bepaling van het in water oplosbare als van het in zuur oplosbare phosphorzuur wordt als volgt in de methoden van Onderzoek aan de Rijkslandbouwproefstations vóór het jaar 1909 beschreven (blz. 12):

GEWIJZIGDE METHODE PEMBERTON.

A. Benodigde reagentiën:

- 1^o. *molybdeenoplossing*, verkregen door 90 gram molybdeenzuren ammoniak in zooveel water op te lossen dat bijna een volumen van 1 liter verkregen wordt, waarna een paar druppels sterke ammoniak toegevoegd worden en vervolgens het volumen op 1 liter wordt gebracht;
Na 12 uur wordt deze oplossing gefiltreerd; zij mag niet gebruikt worden indien ouder dan 3 weken;
- 2^o. een verzadigde oplossing van *ammoniumnitraat* in water;
- 3^o. *salpeterzuur*, verkregen door menging van 1 liter salpeterzuur, s.g. 1,4, met 1 liter water;
- 4^o. *zwavelzuur*, bevattende per liter 5 gram H_2SO_4 ;
- 5^o. *ammoniumnitraat-salpeterzuur-zwavelzuurmengsel*, verkregen door bij 1,5 liter ammoniumnitraatoplossing, als vermeld sub 2, te voegen 2,5 liter water, 1 liter salpeterzuur, als sub 3, en 1 liter zwavelzuur als sub 4;
- 6^o. *zwavelzuur* van 0,8422 normaal;
- 7^o. *kali- of natronloog* van 0,8422 normaal;
- 8^o. *phenolphthaleïneoplossing*, verkregen door 1 gram op te lossen in 100 cm^3 alcohol van 60 percent (1 = 100).

B. Bereiding der oplossingen, waarin het phosphorzuur bepaald wordt.

1/ Bepaling van het in water oplosbaar phosphorzuur.

20 gram der stof worden met koud gedestilleerd water of kalkvrij regenwater in een literkolf geslibd, de vloeistof op ongeveer 900 cm^3 aangevuld, een half uur machinaal geroteerd, tot 1 liter aangevuld en gefiltreerd (zie methoden blz. 8).

2/ Bepaling van het in zuur oplosbaar phosphorzuur.

5 gram der stof worden met 150 cm^3 water, 40 cm^3 salpeterzuur van 1,2 s.g. en 10 cm^3 zoutzuur van 25 percent een half uur gekookt; na bekoeling wordt tot 500 cm^3 aangevuld en gefiltreerd (zie methoden, blz. 9).

C. Uitvoering der analyse.

Uit de phosphorzuuroplossing, verkregen als sub B, 1 en 2 omschreven, worden zooveel cm^3 in een bekerglas van Jena'sch glas gepipeteerd, dat 10 tot 20 milligram phosphorzuur (P_2O_5) in bewerking wordt genomen, waarna 60 cm^3 van het ammoniumnitraat-salpeterzuur-zwavelzuurmengsel (zie A, sub 5) worden toegevoegd.

Men verwarmt nu op een kopergaas totdat de vloeistof juist kookt (d.w.z, totdat de dampbellen de oppervlakte bereiken), laat 1 minuut afkoelen, voegt onder omroeren in eens (niet druppelsgewijze) 10 cM³ molybdeenoplossing toe, laat het neerslag grootendeels bezinken, voegt dan na ongeveer 1 minuut onder omroeren nog 5 cM³ molybdeenoplossing toe en filtreert na 7 minuten, waarbij 5 à 6 maal gedecanteerd wordt, alvorens de hoofdmassa van het neerslag op het filter te brengen. Neerslag en filter worden met water uitgewasschen, totdat de zure reactie ten opzichte van lakmoespapier is verdwenen (lakmoespapier brengen achter tegen het filter).

Het filter met neerslag wordt nu weer in het bekglas gebracht, ongeveer 50 cM³ water toegevoegd en onder voortdurend roeren met een glasstaaf (met caoutchouc ringetje), waarbij het papier tot een papje wordt aangeroerd, zooveel 0,3422 normaal loog toegevoegd, dat het gele neerslag oplost. Een overmaat van enkele cM³ loog is geoorloofd. Vooral moet er op gelet worden, dat de aan het filtreerpapier gehechte deeltjes van het gele neerslag worden opgelost. Dit bereikt men door wrijven tegen den wand of door de stukjes er uit te halen en er loog op te druppelen.

Men voegt nu ongeveer 5 druppels phenolphtaleïne toe en titreert terug met zwavelzuur van 0,3422 normaal, totdat de roode kleur juist is verdwenen: door één druppel loog wordt de vloeistof weer rose. Hiermede is het eindpunt bereikt. Het verschil tusschen het aantal cM³ loog en zuur geeft, omgerekend op 100 milligram stof, direct het percentage P₂O₅ aan.

Evenals bij elke methode komt het bij de uitvoering der methode PEMBERTON op sommige onderdeelen meer aan dan op andere en aangezien vooral deze methode beginners zeer veel moeilijkheden schijnt te bieden, komt het mij wenschelijk voor, met een enkel woord de verschillende onderdeelen te bespreken, te meer waar de methode thans onder de Officieele is opgenomen.

Het afpipetteeren der 10 c.c. oplossing moet natuurlijk met groote nauwkeurigheid geschieden. De vereischte nauwkeurigheid wordt echter ten volle bereikt bij het gebruik van de bekende pipetten met STAspunt, die bij snelmethoden de voorkeur verdienen, omdat ze vlug uitvloeien.

De toevoeging van 60 c.c. mengsel (salpeterzuur, ammoniumnitraat zwavelzuur en water) geschiedt met eene automatische pipet. Groote nauwkeurigheid wordt hier niet vereischt; hoofdzaak is vlug werken. De toe- en afvoeropeningen der pipet zijn daarom zeer wijd, zoodat

in ongeveer 15 à 20 seconden het vullen en leegloopen plaats vindt.

Het verhitten geschiedt op een gaasje tot begin koken. Het oogenblik moet worden afgewacht, waarop de dampbellen aan de oppervlakte verschijnen, enkele seconden langer verhitten is zonder invloed. Voorgeschreven wordt, dat de vloeistof daarna 1 minuut moet afkoelen. Het komt hier op een 20 à 25 seconden meer niet aan, maar langer dan $1\frac{1}{2}$ minuut mag de vloeistof niet staan voordat de molybdeenoplossing wordt toegevoegd. Wacht men langer, dan vallen de resultaten te laag uit. Of het affiltreren van het gele neerslag na iets meer dan 7 minuten (bijv. 7—10) plaats vindt, is van geen invloed. De 10 en 5 c.c. molybdeenoplossing worden afgemeten in glazen maatcilindertjes, afpipetteeren is onnoodig.

Het gele neerslag is practisch in water onoplosbaar, zoodat uitwasschen met 100 à 150 c.c. water boven de juiste hoeveelheid van geen invloed is. Intusschen is dit gedeelte der methode eenigszins langdradig, zoodat men het zooveel mogelijk zal willen bekorten. Gewoonlijk gebruiken wij gemiddeld ongeveer 350 c.c. waschwater in het geheel.

Bij het titreeren dient er in de eerste plaats op gelet te worden, dat ook de laatste aan het filtreerpapier klevende deeltjes van het gele neerslag opgelost zijn. Dit duurt soms betrekkelijk lang. Men kan het oplossen iets verhaasten door met de roerstaaf het papier tegen den wand van het glas te wrijven of door de stukjes papier uit de vloeistof te halen en er loog op te druppelen. De overmaat van loog mag niet al te groot genomen worden; ongeveer 3 à 5 c.c. Na het terugtitreeren met zwavelzuur overtuigt men er zich steeds van of de kleurlooze vloeistof met één druppel loog weer rose getint wordt; dit is het eindpunt der titratie.

Het stellen van loog en zuur geschiedt aan de proefstations op koolzure soda- en barnsteen-zuur. Nagegaan zal worden of het aanbeveling verdient de normaliteit op de helft te brengen, van 0,3422 op 0,1711.

Het is gebleken, niet alleen te Wageningen, doch aan meerdere proefstations, dat de methode-PEMBERTON zeer betrouwbare cijfers geeft en in dit opzicht boven de molybdeenmethode te verkiezen is. Bovendien werkt de methode-PEMBERTON veel vlugger dan de molybdeenmethode. Terwijl volgens de laatste methode hoogstens 8 à 10 bepalingen per dag verricht kunnen worden, is dit aantal bij de methode-PEMBERTON thans reeds 16 à 18. En wanneer het gelukt het

filtreren en uitwasschen van het gele neerslag aanzienlijk te bekorten, dan zal dit aantal wel op ongeveer 24 zijn te brengen. En in de derde plaats verbruikt de methode-PEMBERTON minder aan materiaal (vooral minder molybdeen en geen platinakroezen).

Zocals bekend is, worden de analyses aan de proefstations steeds in duplo verricht. Voor de bepaling van het in water oplosbare phosphorzuur beschikt men thans over twee snelmethoden, te weten de GRETE en de PEMBERTON. Voor de bepaling van het in zuur oplosbare phosphorzuur moet naast de snelmethode-PEMBERTON omgezien worden naar eene nieuwe snelmethode. Deze is gevonden in de methode van VON LORENZ, die toegepast kan worden voor alle meststoffen, zoowel voor de bepaling van het in water als van het in zuur oplosbare phosphorzuur¹⁾. De methode GRETE wordt daarmede overbodig en te Wageningen zijn thans in gebruik voor de bepaling van het phosphorzuur in alle meststoffen: de door mij gewijzigde methode PEMBERTON en de methode van VON LORENZ.

Aangezien de methode-von LORENZ niet algemeen bekend zal zijn, volgt hier de beschrijving voor het gebruik bij meststoffen; voor de toepassing bij gronden, enz. verwijs ik naar het oorspronkelijke stuk.

A. *Benodigde reagentia.*

- 1/. *Sulfaat-molybdeenoplossing*, bereid als volgt:
100 gram ammoniumsulfaat worden in salpeterzuur van 1,86 S.G. (15° C.) opgelost tot 1 Liter, en 800 gram ammoniummolybdaat in water, eveneens tot 1 Liter. Na afkoeling wordt de molybdeenoplossing in een dunnen straal onder voortdurend omroeren geschonken bij de ammoniumsulfaatoplossing. Na 48 uur wordt de oplossing gefiltreerd en in het donker bewaard.
- 2/. *Zwavelzuurhoudend salpeterzuur*, bereid, door 30 c.c. zwavelzuur van 1,84 S.G. te schenken in 1 Liter salpeterzuur van 1,2 S.G.
- 3/. 2%_o-oplossing van ammoniumnitraat. Ingeval de oplossing niet zuur reageert, worden een paar druppels sterk salpeterzuur per Liter toegevoegd.
- 4/. Alcohol van 90–95 volume procenten.

1) Phosphorsäurebestimmung in Dünger, Boden und Asche durch direkte Wägung des Ammonium-Phosphormolybdates. Von Dr. N. v. LORENZ, Wien, Die landw. Versuchs-Stationen, 1901, LV, 183.

5/. Aether. 150 c.c. aether moeten nog ongeveer 1 c.c. water kunnen opnemen.

B. *Bereiding der oplossingen, waarin het phosphorzuur wordt bepaald.*

1/. Bepaling van het in water oplosbare phosphorzuur in superphosphaat, ammoniaksuperphosphaat, samengestelde meststoffen, opgeloste perugano's.

20 gram der stof (bij dubbel supers 10 gram) worden volgens pag. 8 der officieele methoden in een literkolf geslibd, na schudden tot 1 liter aangevuld en gefiltreerd.

2/. Bepaling van het in zuur oplosbare phosphorzuur in thomasmeel, beendermeel, ruwe perugano, natuurlijke phosphaten.

5 gram der stof worden volgens pag. 9 der officieele methoden met zoutzuur en salpeterzuur gedurende $\frac{1}{2}$ uur gekookt, na afkoeling tot $\frac{1}{2}$ liter aangevuld en gefiltreerd.

C. *Uitvoering der analyse.*

10 c.c. der sub B bereide oplossingen, waarin hoogstens 50 mGr. P_2O_5 aanwezig mag zijn, worden na toevoeging van 40 c.c. zwavelzuurhoudend salpeterzuur (2) tot begin koken verhit. Na het bekeerglas eenige malen omgeschud te hebben, zoodat de wanden niet verhit zijn, wordt 50 c.c. sulfaatmolybdeenoplossing inééns (in eënem Guss) toegevoegd. Het bekeerglas wordt daarna nog eenige malen goed omgeschud, waarbij het neerslag zich vormt. Dit omschudden wordt na eenige minuten herhaald. Het neerslag wordt na 2-18 uren gestaan te hebben (bij oplossingen met minder dan 3 mGr. P_2O_5 12-18 uren), door een NEUBAUER-kroes gefiltreerd, eerst uitgewasschen met ammoniumnitraat (3), daarna met alcohol (4) en ten slotte met aether (5). De kroes wordt vervolgens met een doekje van buiten afgedroogd en gedurende een half uur geplaatst in een ruimte bij 100-200 mM. luchtdruk, waarna gewogen wordt.

$P_2O_5 = 0,08295$ maal de gevonden hoeveelheid geel neerslag.

D. *Opmerkingen.*

Evenals bij de methode-PEMBERTON volgen hier eenige toelichtingen.

Neergeslagen wordt in bekeerglazen volgens PHILIPS, van Jena'sch glas, met tuit, inhoud ongeveer 300 c.c. De 40 c.c. zwavelzuurhoudend salpeterzuur worden toegevoegd uit eene automatische pipet. Het verhitten geschiedt op kleine vlam, zoodat het glas niet te sterk verhit wordt. Bij goed werken hecht zich nagenoeg niets van het

gele neerslag aan den glaswand vast, zoodat bij het filtreren een roerstaaf nagenoeg niet behoef te worden gebruikt; het neerslag is bijna in zijn geheel uit het bekglas in de kroes te spuiten en het filtreren kan derhalve vlug geschieden. De molybdeenoplossing wordt toegevoegd uit eene automatische pipet met wijde toe- en afvoerbuis. Het ledigen geschiedt in 2 à 3 seconden. Het filtreren en uitwasschen van het gele neerslag met ammoniumnitraat geschiedt bij goed werkende kroezen in ongeveer 2, hoogstens 3 minuten. Voor het uitwasschen met alcohol en aether is ongeveer 2 à 3 minuten noodig. Bij het uitwasschen met alcohol wordt de kroes één keer geheel en twee keer half met alcohol gevuld; bij het uitwasschen met aether één keer geheel en één keer half.

Na gebruik wordt het gele neerslag uit de kroesjes geklopt, de kroesjes begoten met warme verdunde ammoniak, en na eenige minuten gestaan te hebben, nogmaals één keer ammoniak en 2 keer gedestilleerd water doorgezogen. Ze zijn dan weer voor het gebruik gereed. Een keer in de week of in de twee weken wordt het gewicht gecontroleerd. De kroesjes worden daartoe, na met ammoniak te zijn schoongemaakt, gedroogd met alcohol en aether en $\frac{1}{2}$ uur in den exsiccator bij 100–200 mM. luchtdruk geplaatst. De gewichtsverandering is zeer gering. ¹⁾

De overeenstemming van de methode-PEMBERTON—HISSINK met de methode-von LORENZ is zeer goed. Bij een 108-tal volgens beide methoden onderzochte monsters gaf de PEMBERTON meer dan de LORENZ:

0,3%	in 1 geval,
0,2%	in 6 gevallen,
0,1%	in 17 gevallen,
0,0%	in 36 gevallen,
-0,1%	in 28 gevallen,
-0,2%	in 14 gevallen,
-0,3%	in 6 gevallen.

Gemiddeld is de afwijking 0,04% geweest.

De methode von LORENZ werkt voorloopig iets vlugger dan de methode-PEMBERTON. Wanneer men zich voorziet van een achttal platinakroesjes volgens NEUBAUER en zich overigens practisch inricht, kan één persoon in een werkdag van 7 uur zonder te veel inspanning

¹⁾ Over het gebruik van NEUBAUER-kroezen ontvangt men bij aankoop inlichtingen.

3 × 8 is 24 analyses (bepaling van in zuur of in water oplosbaar phosphorzuur) verrichten. De methode-von LORENZ gebruikt echter meer aan materiaal dan de PEMBERTON; meer molybdeenoplossing, veel waterleidingwater, verder alcohol en aether.

Ter omrekening van het gewicht van het gele neerslag op P_2O_5 volgt hier eene tabel:

Methode-von LORENZ.

Milligrammen geel neerslag × 0,03295 = milligrammen P_2O_5 .

300 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	400 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	500 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	600 mGr. geel neerslag	% P_2O_5
305,0	-10,1	399,1	-13,2	499,2	-16,5	599,4	-19,8
308,0	-10,2	402,1	-13,3	502,3	-16,6	602,4	-19,9
311,1	-10,3	405,2	-13,4	505,3	-16,7	605,5	-20,0
314,1	-10,4	408,2	-13,5	508,3	-16,8	608,5	-20,1
317,1	-10,5	411,2	-13,6	511,4	-16,9	611,5	-20,2
320,2	-10,6	414,3	-13,7	514,4	-17,0	614,6	-20,3
323,2	-10,7	417,3	-13,8	517,4	-17,1	617,6	-20,4
326,2	-10,8	420,3	-13,9	520,5	-17,2	620,6	-20,5
329,3	-10,9	423,4	-14,0	523,5	-17,3	623,7	-20,6
332,3	-11,0	426,4	-14,1	526,5	-17,4	626,7	-20,7
335,4	-11,1	429,4	-14,2	529,6	-17,5	629,7	-20,8
338,4	-11,2	432,5	-14,3	532,6	-17,6	632,8	-20,9
341,4	-11,3	435,5	-14,4	535,6	-17,7	635,8	-21,0
344,5	-11,4	438,5	-14,5	538,7	-17,8	638,8	-21,1
347,5	-11,5	441,6	-14,6	541,7	-17,9	641,9	-21,2
350,5	-11,6	444,6	-14,7	544,7	-18,0	644,9	-21,3
353,5	-11,7	447,6	-14,8	547,8	-18,1	647,9	-21,4
356,6	-11,8	450,7	-14,9	550,8	-18,2	651,0	-21,5
359,6	-11,9	453,7	-15,0	553,9	-18,3	654,0	-21,6
362,7	-12,0	456,7	-15,1	556,9	-18,4	657,0	-21,7
365,7	-12,1	459,8	-15,2	559,9	-18,5	660,1	-21,8
368,7	-12,2	462,8	-15,3	563,0	-18,6	663,1	-21,9
371,8	-12,3	465,9	-15,4	566,0	-18,7	666,1	-22,0
374,8	-12,4	468,9	-15,5	569,0	-18,8		
377,8	-12,5	471,9	-15,6	572,1	-18,9		
380,9	-12,6	475,0	-15,7	575,1	-19,0		
383,9	-12,7	478,0	-15,8	578,1	-19,1		
386,9	-12,8	481,0	-15,9	581,2	-19,2		
390,0	-12,9	484,1	-16,0	584,2	-19,3		
393,0	-13,0	487,1	-16,1	587,2	-19,4		
396,0	-13,1	490,1	-16,2	590,3	-19,5		
399,1	-13,2	493,1	-16,3	593,3	-19,6		
		496,2	-16,4	596,3	-19,7		
		499,2	-16,5	599,4	-19,8		

Wageningen, Januari 1909.

Methode-von Lorenz.

Milligrammen geel neerslag \times 0,03295 = milligrammen P_2O_5 .

300 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	400 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	500 mGr. geel neerslag	% P_2O_5	600 mGr. geel neerslag	% P_2O_5
305,0	-10,1	399,1	-13,2	499,2	-16,5	599,4	-19,8
308,0	-10,2	402,1	-13,3	502,3	-16,6	602,4	-19,9
311,1	-10,3	405,2	-13,4	505,3	-16,7	605,5	-20,0
314,1	-10,4	408,2	-13,5	508,3	-16,8	608,5	-20,1
317,1	-10,5	411,2	-13,6	511,4	-16,9	611,5	-20,2
320,2	-10,6	414,3	-13,7	514,4	-17,0	614,6	-20,3
323,2	-10,7	417,3	-13,8	517,4	-17,1	617,6	-20,4
326,2	-10,8	420,3	-13,9	520,5	-17,2	620,6	-20,5
329,3	-10,9	423,4	-14,0	523,5	-17,3	623,7	-20,6
332,3	-11,0	426,4	-14,1	526,5	-17,4	626,7	-20,7
335,4	-11,1	429,4	-14,2	529,6	-17,5	629,7	-20,8
338,4	-11,2	432,5	-14,3	532,6	-17,6	632,8	-20,9
341,4	-11,3	435,5	-14,4	535,6	-17,7	635,8	-21,0
344,5	-11,4	438,5	-14,5	538,7	-17,8	638,8	-21,1
347,5	-11,5	441,6	-14,6	541,7	-17,9	641,9	-21,2
350,5	-11,6	444,6	-14,7	544,7	-18,0	644,9	-21,3
353,5	-11,7	447,6	-14,8	547,8	-18,1	647,9	-21,4
356,6	-11,8	450,7	-14,9	550,8	-18,2	651,0	-21,5
359,6	-11,9	453,7	-15,0	553,9	-18,3	654,0	-21,6
362,7	-12,0	456,7	-15,1	556,9	-18,4	657,0	-21,7
365,7	-12,1	459,8	-15,2	559,9	-18,5	660,1	-21,8
368,7	-12,2	462,8	-15,3	563,0	-18,6	663,1	-21,9
371,8	-12,3	465,9	-15,4	566,0	-18,7	666,1	-22,0
374,8	-12,4	468,9	-15,5	569,0	-18,8		
377,8	-12,5	471,9	-15,6	572,1	-18,9		
380,9	-12,6	475,0	-15,7	575,1	-19,0		
383,9	-12,7	478,0	-15,8	578,1	-19,1		
386,9	-12,8	481,0	-15,9	581,2	-19,2		
390,0	-12,9	484,1	-16,0	584,2	-19,3		
393,0	-13,0	487,1	-16,1	587,2	-19,4		
396,0	-13,1	490,1	-16,2	590,3	-19,5		
399,1	-13,2	493,1	-16,3	593,3	-19,6		
		496,2	-16,4	596,3	-19,7		
		499,2	-16,5	599,4	-19,8		