

De kali- en magnesiumtoestand van de Belgische gronden.
Normen en invloed van kali- en magnesiumbemesting op
opbrengst en plantsamenstellingen van akkergewassen.

R.Piot, directeur en R.Boon, hoofd van de
afdeling "Wetenschappelijk Onderzoek" van
de Bodemkundige Dienst van België te Heverlee.

I. KALI.

1.1. Evolutie van de kalitoestand in de Belgische akkergronden.

Tabel 1.

Kalitoestand van de Belgische akkergronden van 1960 tot 1976 (1).

Streken	Jaar	% gronden met kaliumgehalten (in mg/100g grond)			
		0-10 laag	11-15 normaal	16-20 gunstig	+20 rijk aan kali
Kempen	1960	24,4	24,7	20,0	30,9
	1966	38,0	26,9	14,7	20,4
	1972	33,3	23,5	17,6	25,6
	1976	23,4	23,3	19,2	34,0
Vlaamse zand- streek	1960	17,6	28,3	24,6	29,5
	1966	28,2	28,1	21,5	22,2
	1972	19,6	25,6	21,9	32,9
	1976	8,8	14,3	16,7	60,2
Zandleemstreek	1960	17,4	33,0	26,1	23,5
	1966	8,6	26,0	30,9	34,5
	1972	5,4	20,3	27,3	47,0
	1976	2,8	10,9	20,8	65,5
Leemstreek	1960	14,4	34,2	28,6	22,8
	1966	5,2	22,6	31,6	40,6
	1972	2,3	10,6	23,8	63,3
	1976	1,2	5,4	16,1	77,4
Condroz-Famenne	1960	7,8	22,2	33,6	36,4
	1966	3,8	16,5	24,9	54,8
	1972	2,7	8,5	15,8	73,0
	1976	2,3	4,9	12,3	80,4
Ardennen	1960	4,8	11,9	18,7	64,6
	1966	5,0	13,4	17,4	64,2
	1972	4,8	8,5	13,2	73,5
	1976	2,3	7,7	12,9	77,1

(1) De statistische gegevens werden bekomen dank zij de medewerking van het I.W.O.N.L. centrum voor de biometrie onder leiding van Professor Rotti te Gent.

Bij het overlopen van tabel 1 valt op dat onze gronden nog geregeld verrijken aan kali. Op de zwaardere gronden (zandleem en zwaarder) ging dit proces van 1960 tot 1976 ononderbroken door t.t.z. steeds minder kali-arme en meer kalirijke gronden.

Op de zandgronden wijzen de gegevens voor 1966 op een gevoelige daling van de kalitoestand. Dit is het logisch gevolg van de sterke kaliuitspoeling op deze gronden (met gering colloidaal bodemcomplex) tijdens de zeer natte jaren 1965 en 1966. We hadden toen te Ukkel respectievelijk 1072,9 en 1054,3 mm neerslag tegenover een normaal jaargemiddelde van 835 mm.

1.2. Oorzaken van de regelmatige kaliaanrijking van de Belgische landbouwgronden.

Er zijn factoren die de bouwlaag verrijken aan kali en andere die ze verarmen. Het is klaar dat de toestand op een bepaald ogenblik de resultante is van al deze verschillende invloeden.

Kaliverarmend werken : de kaliuitspoeling (gebeurlijk de kalifixering) en de kaliuitvoer door de oogst van de gewassen.

Kaliverrijkende invloeden zijn daarentegen : de minerale en de organische bemesting, de ontbinding van bepaalde kleimineralen, het mobiliseren van kali uit de ondergrond door de plantenwortels en tijdelijk ook de zeer droge seizoenen (zie zomer 1976), waardoor niet alleen geen kali uitspoelde, doch door de opgaande waterstroom werd een belangrijke hoeveelheid kali uit de ondergrond naar de bouwlaag en zelfs naar het bodemoppervlak getransporteerd.

Over deze verschillende punten nu meer bijzonderheden.

1.3. De kaliuitspoeling.

Ons steunende op de gegevens van lysimeterproeven (Vömel 1966) en talrijke bepalingen op onze proefvelden, nemen we aan dat de jaarlijkse kaliuitspoeling bij ons, in een jaar met een gemiddelde neerslag, gelegen is tussen 10 en 70 kg K_2O /ha. Op leemgronden zullen we dichterbij 10 en op zandgronden dichterbij de 70 kg per ha komen.

De kaliuitspoeling wordt natuurlijk in sterke mate beïnvloed door : de neerslag, het bodemprofiel, waarin zowel grondsoort als doordringbaarheid belangrijk zijn, het kaliniveau van de grond, de vegetatie en zelfs de biologische activiteit van de grond.

In tabel 2 vermelden we voor de periode 1967-1976 de jaarlijkse neerslag te Ukkel. Op de tien jaren kwamen er 9 droge jaren en slechts één enkel vochtig jaar voor. Tegenover de normale neerslag hadden we voor deze periode een te kort van bijna 1000 mm, wat duidelijk meer is dan de gemiddelde neerslag van een gans jaar. Wij hebben gedurende de laatste 10 jaren dan ook zeer weinig kaliuitspoeling gehad, in ieder geval merkbaar minder dan normaal, wat duidelijk geïllustreerd wordt door de abnormale verrijking van onze zandgronden.

K en Mg werden steeds bepaald op het A.L.extrakt van de grond en uitgedrukt in mg element per 100 g luchtdroge grond. Door A.L.extrakt verstaan we een mengoplossing van azijnzuur, melkzuur en ammoniak; pH 3,75; verhouding grond/vloeistof 1/20; schudduur 4 uur.

Tabel 2.

Neerslag te Ukkel gedurende de periode 1967-1976 volgens het K.M.I.

Jaar	Neerslag in mm	Normale neerslag
1967	707,4	835
1968	776,5	835
1969	776,5	835
1970	727,3	835
1971	691,9	835
1972	709,6	835
1973	689,8	835
1974	1039,6	835
1975	734,6	835
1976	540,9	835
totaal gedurende de 10 jaren	7394,1	8350

1.4. Kaliuitvoer door de oogst (2).

Tabel 3.

Uitvoer aan K_2O en MgO door enkele teelten (volgens proefveldgegevens Bodemkundige Dienst)

Teelt	kg	mg/100 g D.S.		export in kg/ha	
	D.S./ha	K	Mg	K_2O	MgO
suikerbiet wortels	13800	800	110	133	25
suikerbiet loof en koppen	7500	3500	395	316	49
suikerbiet totaal	21300			449	74
wintertarwe graan	6000	400	96	29	10
wintertarwe stro	7000	1400	80	118	9
wintertarwe totaal	13000			147	19
aardappelen knollen	11000	2000	94	265	17
aardappelen rijp loof	3000	1000	216	36	11
aardappelen totaal	14000			301	28
raaigras	16000	2900	130	559	35

In tabel 3 vermelden we de gemiddelde uitvoer voor enkele gewassen, berekend op een groot aantal van onze proefvelden. Dit kan zeer sterk verschillen volgens de kalirijkdom van de grond, de kalibemesting en het weder. Zo hadden we in 1972 op sommige van onze betenproefvelden in de leemstreek een uitvoer die de 750 kg K_2O /ha overtrof. Anderzijds vonden we voor 6 wintertarweproefvelden in 1973 een gemiddelde uitvoer langs de oogst van 195 kg K_2O /ha, terwijl dit gemiddelde voor 6 identieke proefvelden in dezelfde streek en eveneens op wintertarwe in 1974 slechts 94 kg bedroeg.

Als men de kalibemesting achterwege laat dan verloopt de kaliuitputting van zandgronden zeer snel, vooral als men gewassen verbouwt als raaigras, aardappelen en voederbieten. In tabel 4 wordt dit aangegeven voor vier proefvelden in de Kempen.

(2) De proefveldgegevens van al de aangehaalde eigenproeven zijn afkomstig van proefvelden aangelegd met de steun van het I.W.O.N.L. te Brussel.

Tabel 4.

Invloed van de uitvoer van een aardappelteelt plus één snede raaigras op het kaligehalte van de grond bij afwezigheid van kalibemestingen - 4 proefvelden in de Kempen.

nr. proefveld	K-gehalte bij begin proef	K-uitvoer door aardap. + één snede raaigras	K gehalte na de 1 ^e snede raaigras
954	12	374	5
961	12	367	5
963	12,5	338	7
964	14,5	457	5
Gemiddelden	12,75	384	5,5

Na de teelt van aardappelen en één enkel snede raaigras daalde het kaligehalte van gemiddeld 12,75 tot 5,5 mg K per 100 g grond.

1.5. De kalibemestingen in België.

Volgens voorzichtige ramingen bedroeg in België de jaarlijkse gemiddelde kalibemesting van onze akkers en weiden de laatste 5 jaar 269 kg K_2O /ha t.t.z. 110 kg K_2O onder minerale vorm (3) en 159 kg K_2O /ha langs de organische bemesting (4). Wij steunden ons voor de berekening van de organische bemesting op het aantal stuks vee (6 maanden per jaar), varkens, paarden en pluimvee (volgens de officiële statistieken 1976). Tevens werd rekening gehouden met 75 % van de stroproduktie. We hielden evenwel geen rekening met de uitwerpselen van het vee tijdens de weideperiode en evenmin met ingeploegde bietkoppen en dergelijke.

Indien we aannemen dat de gemiddelde jaarlijkse uitvoer 220 kg K_2O /ha bedraagt wat zeer ruim genomen is, dan zou de bemesting jaarlijks met gemiddeld 49 kg K_2O /ha de uitvoer overtreffen, vandaar kaliverrijking van onze gronden.

Een gemiddelde zegt ons evenwel niets over de sterk verschillende gewestelijke toestanden. De kalibalansen van de laatste tien jaren (1967-1976), op onze meerjarige proefvelden enerzijds en de jaarlijkse statistische gegevens over de kalitoestand anderzijds lieten ons toe te berekenen (zie tabel 5) dat bij akkerland in de leemstreek de toegediende kalibemesting tussen 1972 en 1976 met gemiddeld 44,5 kg K_2O /ha de uitvoer overtrof. Voor de Kempen was dit met 74,3 kg en voor Zandig Vlaanderen met niet minder dan 170 kg K_2O /ha. Het hoeft geen betoog dat, in dit laatste geval vooral, het hoog gebruik aan drijfmest hier in grote mate toe bijdroeg.

Tabel 5.

Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid kalibemesting boven de uitvoer voor enkele Belgische landbouwstrekten.

Streek	hoeveelheid K_2O in kg/ha	gemiddelde stijging van het K geh. van 1972 tot 1976	berekende hoeveelheid K_2O bemest boven de uitvoer in kg/ha
Leemstreek	84,3	2,113	44,5
zandstreek	Kempen	2,287	74,3
	Zandig-Vl.	5,235	170,0

(3) Volgens gegevens van Belcopotasse en Cogépotasse.

(4) Volgens gegevens van de Bodemkundige Dienst van België.

1.6. Verband tussen de kalibalans en het kaligehalte van de grond op leem- en zandgronden.

Hiervoor verwijzen we naar de figuren 1 en 2 die het resultaat zijn van een massa proefveldgegevens over verschillende jaren. Fig.1 duidt aan dat er op leemgrond een uitgesproken correlatie bestaat tussen de kalibalans over meerdere jaren en het kaligehalte van de bouwlaag. Op te merken valt dat bij een balans gelijk aan nul op leemgrond een lichte aanrijking van de bouwlaag plaats heeft. Dit bewijst naar onze mening dat de gewassen op leemgrond een niet onbelangrijke hoeveelheid kali uit de ondergrond benutten, zodat uit de bouwlaag minder verdwijnt dan de uitvoer en deze bij volledige compensatie van de uitvoer dus zal verrijken. Tevens valt op te merken dat bij een positieve kalibalans de aanrijking van de bouwlaag nagenoeg rechtlijnig gebeurt. Theoretisch zou in deze positieve zone van de balans 42,1 kg K_2O /ha moeten volstaan om het K gehalte van de grond 1 mg te verhogen tenminste als men rekent met een bouwlaag van 3.500.000 kg/ha. Op proefvelden die slechts over één enkel seizoen lopen vinden wij ook dergelijke uitkomsten.

Fig 1

Verband tussen de kalibalans en het kaligehalte van leemgrond na 12 proefjaren.

wijziging van het K-gehalte
van de grond na de 5 proef-
jaren in mg K per 100 g grond

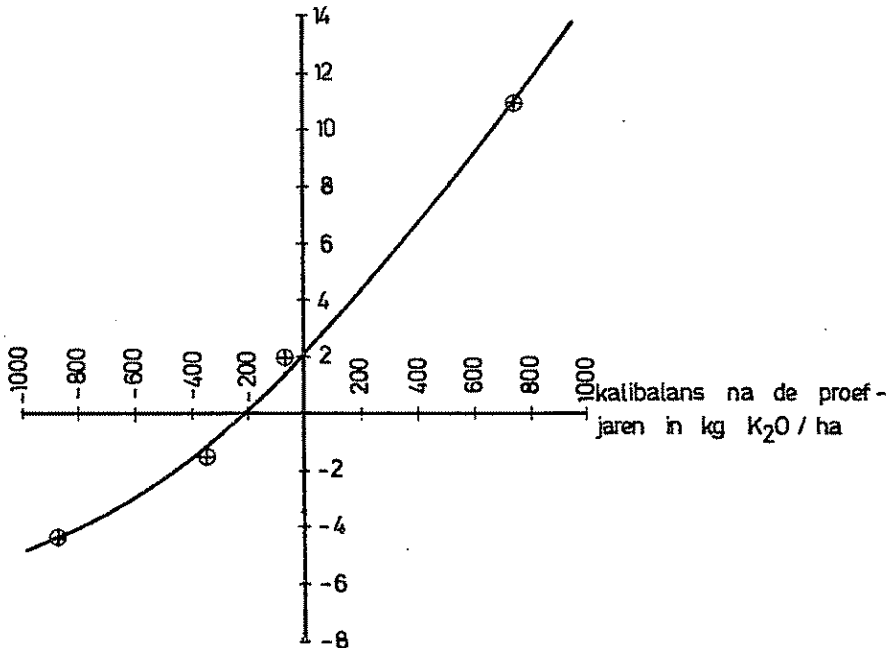
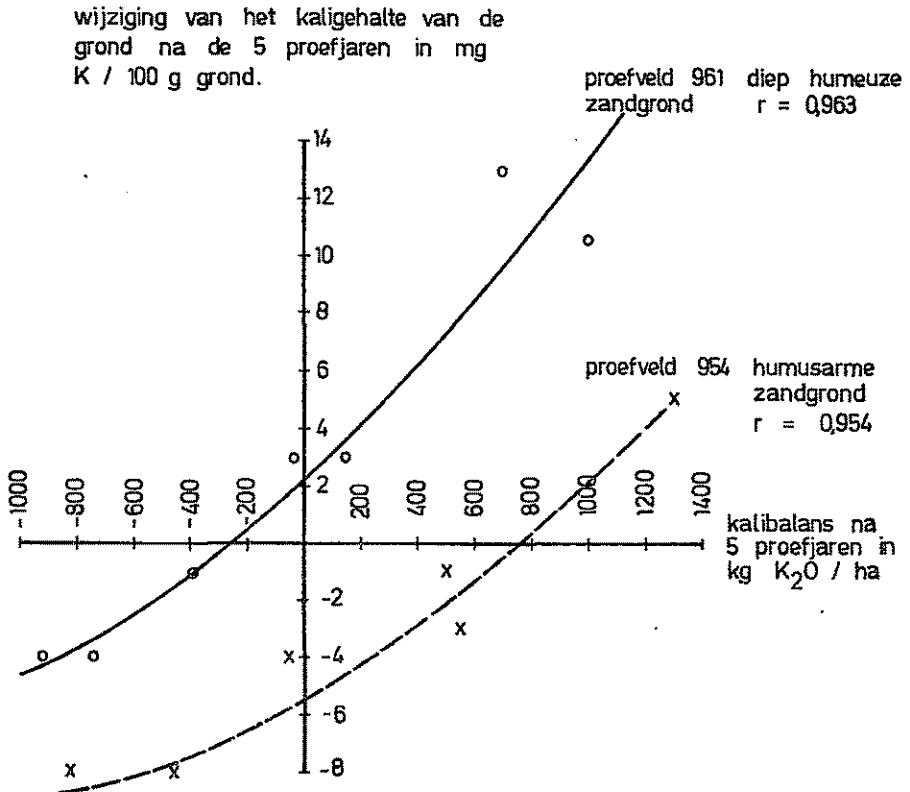


fig 2

Verband tussen de kalibalans en het kaligehalte van zandgrond na 5 proefjaren.



Bij meerjarige en langdurige proefvelden zal men ongeveer met het dubbele, dus + 85 kg K_2O /ha boven de balans, dienen te bemesten om de grond met 1 mg K/100 g² grond verder te verrijken. Dit wijst erop dat van de toegediende kalimeststoffen, na langere tijd, toch een gedeelte uit de bouwlaag verdwijnt of geïmmobiliseerd wordt.

Zeker is het dat een gedeelte van de kalivoorraad van de bouwlaag langzaam naar de ondergrond migreert want op langdurige proefvelden en op willekeurig genomen akkergronden vinden wij een behoorlijk goede correlatie tussen de kalirijkdom van de bouwlaag en deze van de ondergrond (tussen 25 en 100 cm).

Figuur 2 toont ons het verband tussen de kalibalans en het kaligehalte van de bouwlaag van zandgronden na 5 proefjaren. Proefveld 961 is een diephumeuze zandgrond. De kurve loopt iets vlakker dan voor leem, wat er op wijst dat men een ietwat groter kalibemesting boven de nulbalans nodig heeft om de grond nog verder te verrijken. Verder komt de kurve zeer goed overeen met deze van leemgrond en verrijkt de bouwlaag eveneens bij een nulbalans.

Proefveld 954 is een humusarme zandgrond met onder de bouwlaag een zeer humusarm zand. Bij een kalibalans gelijk aan nul verarmt deze grond vrij snel. Ook het verrijken bij sterke bemestingen verloopt trager. Hier heeft men natuurlijk te doen met aanzienlijke verliezen door uitspoeling.

Bij al de gronden, zowel leem als zand, vlakt de kurve naar onder toe af, wat aanduidt dat de uitputting tot een zeker niveau vrij regelmatig en bijna rechtlijnig gebeurt, doch van dan af geschiedt de kaliuitputting van de grond in vertraagd tempo en zal ook de ondergrond meetbaar verarmen.

Deze balansen leren ons verder dat de restitutie van de uitvoer door de gewassen op leem- en diephumeuze zandgrond ruim volstaat om de kalivoorraad op peil te houden. Voor de humusarme zandgronden is de restitutie van de kaliuitvoer door de gewassen totaal onvoldoende om een bepaald kaliniveau in de grond te handhaven. Op zulke gronden dient men ten andere niet te streven naar te grote kalivoorraden, daar deze al te zeer aan uitspoeling zijn blootgesteld.

1.7. Invloed van kalibemestingen op de opbrengst en de plantsamenstelling.

Tabel 6.

Gemiddelde relatieve opbrengsten op zandgrond bij verschillende kalibemestingen (gemiddelden van 5 proefjaren).

nr. proefveld	K_0	K_1	K_2	K_3
954	82	93	97	100
955	91	101	107	100
957	72	97	107	100
959	79	97	99	100
961	82	96	103	100
963	75	89	98	100
964	78	92	93	100
1007	82	92	97	100
Gemiddeld	80,1	94,6	100,1	100

Ter vergelijking bij $N_0 = 59,0$
bij $P_0 = 95,0$

Bij het weglaten van een kaliumbemesting bekomt men op zandgrond vrij vlug uitgesproken opbrengstderving (zie tabel 6). Het achterwege laten van kalibemestingen heeft voor teelten als aardappelen, beten, raaigras en maïs een duidelijk belangrijkere opbrengstderving voor gevolg dan voor andere gewassen als b.v. granen. Op zandgrond is de opbrengstderving als gevolg van het weglaten van kalibemestingen veel groter dan voor het weglaten van fosforbemestingen b.v. en ligt na enkele jaren in de buurt van de opbrengsten die men bekomt zonder stikstof.

Bij het achterwege laten van kalibemestingen op leemgrond duurt het merkkelijk langer eer men daar een merkbare invloed op de opbrengst bekomt, vooral als men vertrekt van een grond met een behoorlijke kalitoestand. Aardappelen en suikerbeten reageren snelst en ook sterkst op een kalibemesting, wintertarwe daarentegen minst, althans wat de graanopbrengst betreft. Tussen de graangewassen is gerst gevoeliger aan kalitekort dan tarwe.

Tabel 7.

Invloed van kalibemestingen op de opbrengst en het kaliumgehalte van de gewassen op leemgrond (uitslagen van het meerjarig proefveld te Ath; K_0 is vanaf 1965 zonder kalibemesting).

Jaartal	Teelt		Relatieve opbrengsten		
			op K_0 $K_2 = 100$	op K_0	op K_2
1971	Z.gerst	graan	96	472	506
		stro	92**	733	1251
1972	S.biet	wortel	66**	774	1300
		koppen	{ 78**	1056	2716
		loof		2443	4632
		suikeropb.	65**		
1973	W.tarwe	graan	106**	520	541
		stro	81**	965	1518
1974	W.gerst	graan	88	595	771
		stro	87**	626	2178
1975	aardap.	knollen	62**	1348	2366
1976	W.tarwe	graan	94**	547	519
		stro	93**	931	2067
Algemeen gemiddelde: wortels, knollen en graan			85		

Bij K_0 bedroeg de rel. opbrengst (periode 1971-1976) : 64 %

Bij P_0 bedroeg de rel. opbrengst (periode 1971-1976) : 96 %

$K_2 = 240$ kg K_2O /ha voor graangewassen en aardappelen.

400 kg K_2O /ha voor suikerbieten.

Tabel 8.

Gemiddelde invloed van kalibemestingen op de graanopbrengst van tarwe bij 2 x 6 proefvelden op zandleemgronden in 1973 en 1974.

nr.proefveld	relatieve graanopbrengst		graanopbrengst op K_0 in kg/ha 84 % D.S.
	bij K_0	$K_2 = 100$	
in 1973			
1010		107,0	7079
1011		99,0	7128
1012		100,0	5625
1013		101,9	5566
1014		92,3	6542
1015		102,1	6272
Gemiddelde der 6 proefvelden 1973			
		100,4	
in 1974			
1018		100,0	6156
1019		96,3	5892
1020		97,2	6043
1021		98,0	6765
1022		99,6	5231
1023		103,9	5513
Gemiddelde der 6 proefvelden 1974			
		99,2	

Naast de opbrengst wordt ook de kwaliteit bij kaligebrek beïnvloed. Zo nam b.v. bij suikerbieten het aantal zaaddragers met grote wiskundige zekerheid af met de kali- en toe met de stikstofbemesting.

De planten reageren op kalibemestingen door een gevoelige verhoging van hun kaligehalte en een evenredige vermindering van hun gehalte aan de andere kationen : magnesium en calcium.

Op een aardappel- en een zomergerstproefveld, bemest met een vaste hoeveelheid equivalenten K + Mg + Ca, doch wisselende verhoudingen (zie tabel 9) konden wij de invloed van de kationenbemesting op de plantsamenstelling als volgt samenvatten : het bemesten met K had een verhoging van het K gehalte in de plant voor gevolg. Zo ook veroorzaakten magnesiumbemestingen een verhoging van het magnesiumgehalte en calciumbemestingen, alhoewel in veel geringere mate, een verhoging van het calciumgehalte in het gewas. Er had tevens een negatieve onderlinge beïnvloeding van de kationen plaats in de zin van $K > Mg > Ca$.

Tabel 9.

Invloed van verschillende equivalentverhoudingen kationen op het K, Mg en Ca-gehalte van de gewassen.

Verhouding van de gegeven kationenbemesting			Kationensamenstelling v.h. gewas in mg/100 D.S.		
K	Mg	Ca	K	Mg	Ca
1. teelt:aardappelen			aardappelloop		
0	0	0	500	181	1400
4	1	1	2045	125	773
1	4	1	800	393	1190
1	1	4	810	217	1323
2. teelt:zomergerst			stro		
0	0	0	950	20,0	204
4	1	1	1267	19,2	156
1	4	1	837	31,7	150
1	1	4	950	25,8	172

De talrijke gewasontledingingen op het materiaal van onze pot- en veldproeven lieten ons toe de invloed van wisselende K, Mg en Ca-bemestingen op de minerale samenstelling van de gewassen na te gaan. Deze invloed was gering bij het graan, doch gevoelig op stro, gras en bladeren, zoals aan-gegeven in tabel 10.

Tabel 10.

Invloed van de bemesting op de scheikundige samenstelling van stro, gras en bladeren.

Element waarmede bemest wordt	minerale samenstelling van het gewas.		
	K	Mg	Ca
K	gevoelige stijging	gevoelige daling	gevoelige daling
Mg	zeer lichte daling	gevoelige stijging	gevoelige daling
Ca	weinig invloed	lichte daling	lichte stijging

1.8. Verband tussen het kaligehalte van de grond en de kalibehoeftte.

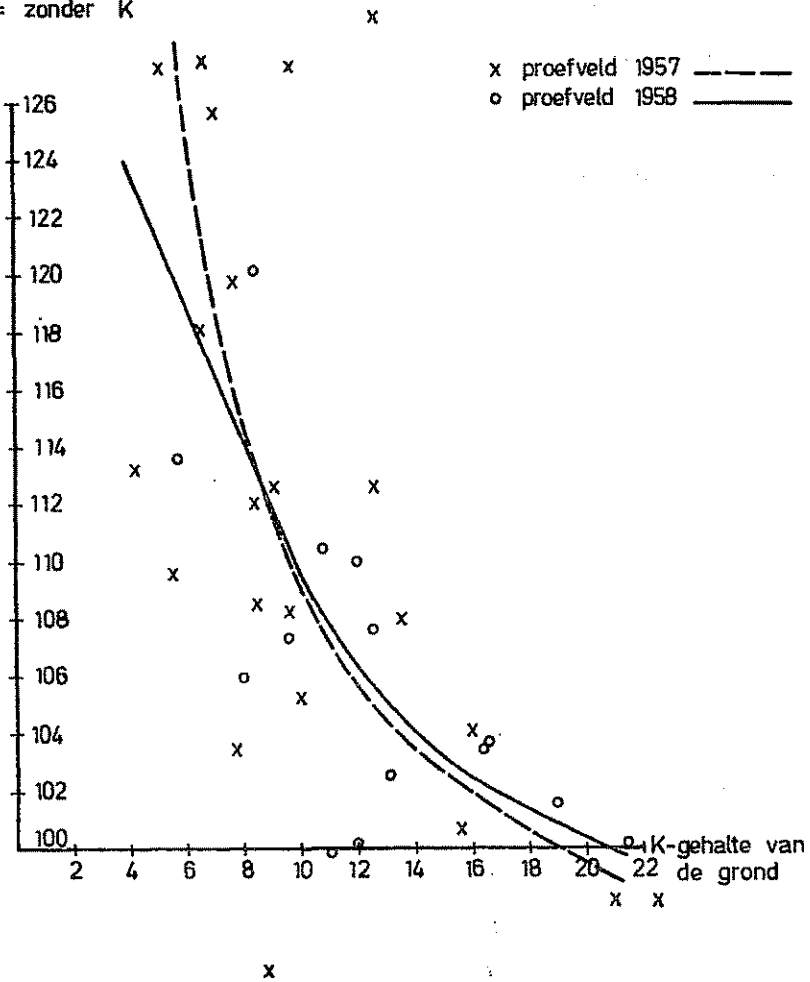
In 1957 en 1958 werden 36 kaliproefvelden in de leemstreek aangelegd op suikerbeten. In fig. 3 staat, voor beide jaren afzonderlijk, de invloed van een bemesting van 260 kg K_2O /ha op de opbrengst uitgezet tegenover het K gehalte van de grond. Men ziet duidelijk dat in beide proefjaren op de kaliarmste gronden met de kalibemesting een opbrengstverhoging werd bekomen, die verminderde naarmate het kaligehalte van de gronden steeg, om rond 20 mg K/100 g grond geheel te verdwijnen. Soortgelijke resultaten vindt men trouwens in de literatuur voldoende terug. De correlatie tussen het kaligehalte van leemgrond en het effect van een kalibemesting is gevoelig groter dan dit voor fosfor het geval is. De spreiding rond de twee kurven is vooral een gevolg van pH afwijkingen van de grond. Het effect van een kalibemesting op de bietenopbrengst is in te zuur midden duidelijk groter dan op minder zure gronden. Op 21 suikerbetenproefvelden op leemgrond bekwamen we met 260 kg K_2O bemesting volgende gemiddelde invloed op de opbrengst :

pH-KCl	Relatieve wortelopbrengst met 260 kg K ₂ O/ha, K ₀ =100
5	132,4
5,0- 6,0	116,5
6,1- 7,0	112,4
7,0	105,6

Fig 3

Invloed van een kalibemesting (260 kg K₂O/ha) op de wortelopbrengst van suikerbieten bij verschillende kalivoestanden op leemgrond.

relatieve opbrengst aan suikerbietwortels
 bekomen met 260 kg K₂O / ha
 100 = zonder K

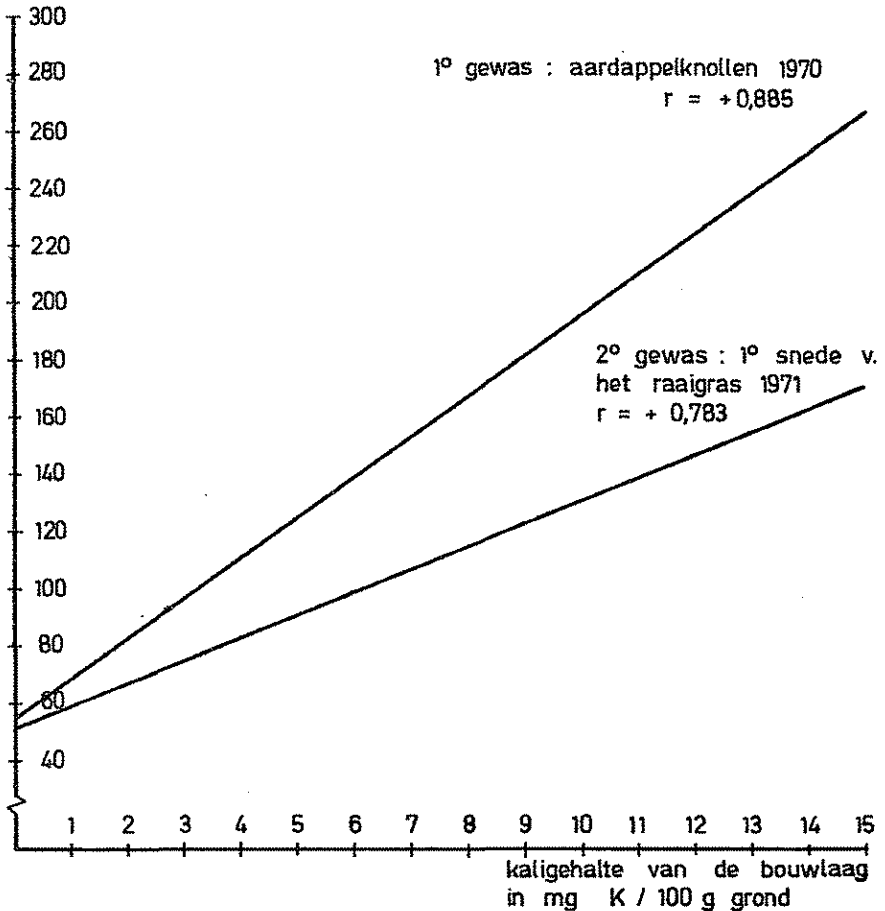


Ook op zandgronden bestaat een goed verband tussen het kaligehalte van de grond en de kalilevering door de bodem. In fig. 4 werd de kaliopname door de gewassen uitgezet tegenover het kaligehalte van de grond. Het gaat om kalibepalingen gedaan op de grondmonsters van 15 proefvelden. Deze monsters werden genomen in maart 1970. De kaliuitvoer van de eerste en tweede daaropvolgende teelt werd bepaald. De correlatiecoëfficiënten wijzen op een zeer grote significantie, zelfs voor de teelt van het tweede jaar volgend op de bemonstering.

Fig 4

Correlatie tussen het kaligehalte van de bodem en de kaliopname door de twee eerstvolgende gewassen.

K_2O opname in kg / ha
op K_0



II. MAGNESTIUM.

2.1. Evolutie van de magnesiumtoestand in de Belgische gronden.

Tabel 11.

Magnesiumtoestand van de Belgische akkergronden van 1960 tot 1976.

Streken	Jaar	% gronden met Mg gehalten in mg/100 g grond			
		0-4	5-10	11-20	+20
Kempen	1960	63,1	34,0	2,5	0,4
	1966	45,4	48,5	5,6	0,5
	1972	42,5	48,0	8,9	0,6
	1976	54,9	42,3	2,7	0,2
Zandig Vlaanderen	1960	38,6	52,3	8,0	1,1
	1966	26,0	55,6	15,8	2,6
	1972	22,5	54,2	20,5	3,2
	1976	28,6	57,0	10,8	3,6
Zandleemstreek		0-6	7-10	11-20	+20
	1960	42,4	34,8	19,8	3,0
	1966	33,7	35,9	25,1	5,3
	1972	39,2	31,4	25,9	3,5
Leemstreek	1960	33,0	40,7	20,9	5,4
	1966	34,4	37,7	23,9	4,0
	1972	40,9	32,5	23,2	3,4
	1976	32,3	40,8	21,6	5,3
Condros-Famenne	1960	29,5	37,6	24,4	8,5
	1966	23,4	33,5	34,2	8,9
	1972	31,1	31,3	30,9	6,7
	1976	21,9	40,1	29,1	8,9
Ardennen	1960	61,9	29,3	7,8	1,0
	1966	41,3	29,6	21,5	7,2
	1972	46,4	29,6	21,5	2,5
	1976	35,6	38,1	20,1	6,2

In de vijftiger jaren kwam op de Belgische landbouwgronden zeer veel magnesiumgebrek voor, vooral dan in de Vlaamse Zandstreek. Vanaf 1959 werd door de Bodemkundige Dienst van België op alle grondstalen voor praktijk-onderzoek de magnesiumbepaling uitgevoerd. Hierdoor werd, vooral op lichte gronden, het gebruik van magnesiumhoudende kalk, kieseriet en magnesiumhoudende meststoffen bevorderd. Het kalk- en het kieseriet verbruik wijst in die richting (zie tabel 12).

Tabel 12.

Verbruik van kieseriet en patentkali (periode 1955-1977).

Volgens gegevens van Belcopotasse.

Landbouwjaar	Kieseriet (27% Mg) in duizend.ton	Patentkali in duizend.ton
1956-57	+ 2	
1971-72	10	12
1976-77	18	10

In de leemstreek, waar met magnesiumbemesting weinig resultaat bekomen werd, bleef men de magnesiumbemesting verwaarlozen. Dit komt ook tot uiting in de statistische gegevens over de evolutie van de magnesiumtoestand dezer streek. Het aantal gronden met een magnesiumgehalte van 0 tot 6 mg Mg per 100 g grond steeg er van 33 % in 1960 tot 40,9 % in 1972. De magnesiumcijfers van 1976 voor de zwaardere gronden zijn naar onze mening accidenteel te bestempelen. Inderdaad ingevolge de uitzonderlijke droogte van 1976 was op deze gronden overal tijdelijk het grondoppervlak sterk aangerijkt met het magnesium afgezet door de opgaande waterstroom. Dit is veel minder het geval op een groot aantal zandgronden, waar de magnesiumuitspoeling een meer definitief karakter heeft.

Het blijft een feit dat heden ten dage nog meer dan de helft van onze Kempengronden en een derde van de oude Belgische akkergronden voor mag-

nesium niet het gewenste minimumniveau bereiken. Dit is des te erger als men weet dat, naast de magnesiumtoestand, de twee voornaamste factoren die het optreden van magnesiumgebrek bevorderen de laatste jaren steeds toenemen. Wij bedoelen hier de zuurheid en de kalirijkdom van de gronden.

Ik maak van deze gelegenheid gebruik om de speciale aandacht te vestigen op de noodzakelijkheid meer belang te hechten aan de magnesiumbemesting. Op langere termijnen gezien ware het misschien wenselijk het kalkcarbonaat, in de Belgische landbouwammoniaknitraat vervat, te vervangen door dolomiet, om alzo op de meeste van onze landbouwgronden een zekere mate van magnesiumrestitutie te verzekeren. Dit is enkel bedoeld om de scherpe hoeken af te ronden. Daarnaast zijn en blijven aangepaste magnesiumbemestingen noodzakelijk.

2.2. Invloed van magnesiumbemestingen op de plantsamenstelling en de kwaliteit der gewassen.

Tabel 13.

Invloed van magnesium op de scheikundige samenstelling van haverplanten.

de zaai	MgO		K ₂ O		CaO		N % op D.S.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
	%							
6 ^e week	2,70	0,15	40,5	41,2	6,3	6,8	10,30	9,93
10 ^e week	4,46	0,32	40,8	44,8	14,2	13,3	3,60	4,28
15 ^e week	6,61	0,31	35,0	37,0	31,0	31,0	1,96	2,90
17 ^e week								
stro	6,04	0,16	32,6	34,2	35,0	32,2		
graan	7,33	1,45	21,9	25,4	9,4	13,8		
totaal	6,30	0,26	30,5	37,4	29,8	30,9	2,53	2,70
II. Proefveld B.D. op een Mg-arme zandgrond (Zelee)								
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
op 25/5	2,23	0,68	42,4	43,0	8,4	11,6		
op 16/6	1,88	0,60	47,5	47,7	7,0	9,7		
op 7/7	1,76	0,71	46,7	47,1	8,9	15,6		
op 5/8 stro	0,34	0,23	47,1	43,6	18,0	18,8	2,50	2,64
op 5/8 graan	4,29	3,47	21,8	25,0	5,7	6,3		
(1) Met een magnesiumbemesting - te velde is dit 100 kg MgO/ha								
(2) Mg gebrek : in de potproef is dit 1/30 v.d. normale Mg concentratie voor de voedingsoplossing van (1) gebruikt								

Magnesiumgebrek bij de gewassen veroorzaakt een verschuiving in de scheikundige plantsamenstelling en in een aantal kwaliteitseigenschappen. Uitgesproken magnesiumgebrek heeft bij granen een vertraagde en onregelmatige afrijping voor gevolg, evenals een lager hectolitergewicht. Magnesiumgebrek verhoogt de vorstgevoeligheid van de gewassen. Bij sterk magnesiumgebrek vonden we in pot- en veldproeven steeds een verlaagde verhouding organisch/anorganisch plantmateriaal, wat samenging met een hoger gehalte aan kali, calcium en aan totale stikstof (tabel 13). Anderzijds komt bij sterk magnesiumgebrek steeds een verlaging voor van het gehalte aan magnesium zelf en ook van het gehalte aan eiwit en zetmeel. Volgens een aantal auteurs (Nehring 1965 en Mengel 1969) zou in het geval van Mg-gebrek de geringe eiwitsynthese niet zozeer het gevolg zijn van een geringere voorraad aminozuren, doch wel van een gebrekkige enzymactiviteit, zodat in geval van magnesiumgebrek de eiwitopbouw minder geactiveerd wordt.

2.3. Verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en de magnesiumbehoefte.

Er bestaat een uitgesproken verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en de invloed van een magnesiumbemesting op de opbrengst.

Uit de gegevens van tabel 14 blijkt duidelijk dat de grenswaarde van de invloed van magnesiumbemestingen op de graanopbrengst van zomergerst op zandgrond 4 mg Mg/100 g grond is (A.L.extract).

Tabel 14.

Invloed van de Mg bemestingen op de graanopbrengst van zomergerst in functie van het Mg gehalte van zandgronden (samenvatting van 33 proefvelden over 4 jaren zonder Mg = 100).

Magnesiumgehalte relatieve graanopbrengst bij een bemesting/ha van:

van de grond	75 kg MgO	150 kg MgO	225 kg MgO
< 2	109,9	117,0	116,8
2-3,9	102,7	105,4	105,9
4-4,9	100,4	98,7	100,0
> 4,9	98,6	99,5	100,1

Bij gehalten lager dan 2 mg tot zelfs licht daarboven is een bemesting van 75 kg MgO/ha beslist te laag en blijkt een dosis van 150 kg voldoende te zijn. Het effect van de magnesiumbemesting stijgt naarmate het Mg gehalte in de bodem lager ligt.

Uit een onderzoek op 209 percelen uit de zandstreek bleek dat er een verband bestaat tussen de intensiteit van magnesiumgebreksverschijnselen en de pH van de grond.

De magnesiumgebreksverschijnselen komen sterkst naar voren op sterk zure gronden (bij pH-KCl 4,2) minst bij pH-KCl 4,3 tot 6,0 en ook weer sterker bij pH-KCl 6,0. Dit houdt niet zozeer verband met de hoge waterstofionenconcentratie, zoals in de literatuur aangegeven wordt, doch wel met de hoge concentratie aan Mn^{++} in sterk zure gronden, zoals we konden vaststellen in potproeven met voedingsoplossingen enerzijds met stijgende Mn^{++} concentratie en anderzijds met verschillende pH toestanden.

Bij hoge pH is het gewoon het antagonisme Ca-Mg dat bij zeer hoge concentraties aan Ca in de grond een rol speelt.

In de Belgische leemstreek komen een aantal gronden voor die in de loop der geschiedenis bekalkt werden met meerdere honderden tonnen betenschuim per ha. Ze bevatten uitwisselbare Ca gehalten aan 1000 tot 3000 mg Ca/100 g grond.

Op zulke gronden heeft een magnesiumbemesting een uitwerking in functie van de Ca/Mg verhouding van de grond, al ligt het magnesiumgehalte er soms duidelijk boven de normale grenswaarde voor lössleem (6 à 7).

Tabel 15.

Invloed van een magnesiumbemesting van 200 kg MgO op de suikeropbrengst van beten bij verschillende Ca/Mg verhoudingen in de grond - proefvelduitslagen B.D.

Ca/Mg	rel.opbrengst met Mg zonder Mg = 100	aantal proefvelden	aantal proefvelden gezekeerd door P = 0,05
< 20	100,4	7	0
20-30	101,9	16	0
30-50	101,6	10	1
> 50	108,1	8	4

De invloed van kalibemestingen en van de kaliereserve van de grond op de magnesiumopname werd reeds ten overvloede aangehaald en behandeld. In de akkerbouw is dit evenwel van minder belang dan voor weiden, groenten en intensieve fruitteelt.

2.4. Magnesiumverlies door uitspoeling.

Vomel (1970) verzamelde de resultaten van een groot aantal lysimeterproeven en vond op minerale gronden een gemiddelde uitspoeling van 17 kg K_2O , 235 kg CaO en 33 kg MgO/ha. De magnesiumuitspoeling is dus ongeveer het dubbele van de kaliuitspoeling.

De beweeglijkheid van magnesium in de grond wordt best gedemonstreerd aan de hand van de resultaten van een driejarige weideproef. Na verloop van de drie proefjaren werd de grond op verschillende diepten bemonsterd. De proef werd aangelegd in het voorjaar 1965 en bemonsterd in november 1967. Het betrof een colluviale zandleemgrond.

Tabel 16.

Invloed van sterke magnesiumbemestingen, onder vorm van kieseriet, oppervlakkig toegediend op weiland, op de magnesium- en calciumtoestand van de boven- en ondergrond.

Diepte van bemonstering	mg/100 g grond (A.L.extract)					
	zonder MgO		250 kg MgO/ha/j.		500 kg MgO/ha/j.	
	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca
0 - 5	5,5	123	23,0	85	34,5	75
5 - 10	4,0	95	17,0	68	24,0	58
10 - 20	3,0	100	13,0	78	24,0	63
20 - 30	2,5	83	8,5	78	20,5	58
30 - 40	5,5	88	5,5	83	13,5	75
40 - 50	5,0	83	5,5	88	7,5	90
50 - 60	5,0	65	6,5	80	5,5	83
60 - 70	5,0	55	5,0	63	5,5	70

Op deze zandleemgrond veroorzaakten jaarlijkse oppervlakkig toegediende kieserietbemestingen na drie jaar een gevoelige verhoging van het magnesiumgehalte van de grond. Bij de dosis 250 kg MgO/j was dit na 3 jaren merkbaar tot op 30 cm en bij de dosis 500 kg MgO tot op 50 cm diepte. De sterke kieserietbemestingen veroorzaakten naast een magnesiumophoping in de bovenste 30 à 50 cm tevens een gevoelige daling van het uitwisselbaar calciumgehalte in dezelfde grondlagen. Het calcium migreerde er naar diepere grondlagen, zoals blijkt uit de gegevens van tabel 16.

2.5. Het benuttigingscoëfficiënt van de magnesiummeststoffen.

Het benuttigingscoëfficiënt van de magnesiummeststoffen ligt veel lager dan dat van stikstof en kali. Al naargelang de magnesiumtoestand van de grond, de toegediende dosis, de teelt en de weersomstandigheden varieert het tussen 1 en 8 %, meestal zelfs tussen 2 à 6 %. Het is duidelijk groter bij kieseriet dan bij de magnesiakalksoorten, die trager werken maar derhalve ook langduriger en minder blootgesteld aan uitspoeling.

Op sterk zure gronden lijkt fijn dolomiet, goed met de bouwlaag gemengd, de beste meststof om samen de zuurheid en de magnesiumtoestand te verbeteren.

Tabel 17.

Vergelijking van verschillende kalksoorten en kieseriet op een sterk zure magnesiumarme zandgrond - gewas : rogge 1965.

Behandeling	opbrengst in %, onbehandeld=100		Mg gehalte v.d. grond bij de oogst in mg/100g
	graan	stro	
1) onbehandeld	100	100	1,5
2) Ca+MgCO ₃ 1% MgO(1)	111,1	107,7	2,0
3) Ca+MgCO ₃ 5% MgO(1)	114,3	108,8	4,0
4) Ca+MgCO ₃ 23%MgO(1)	127,9	121,1	11,5
5) Ca+Mg(OH) ₂ 1%MgO(1)	111,1	102,6	2,5
6) Ca+Mg(OH) ₂ 45%MgO(1)	133,5	125,5	16,0
7) gips (2)	32,3	43,3	1,0
8) kieseriet 200 kg MgO/ha	95,8	97,7	2,0

SAMENVATTING.

De Belgische gronden verrijken gemiddeld steeds meer aan kali. Dit is vooral het gevolg van het plaatselijk zeer overvloedig gebruik van drijfmest. In de Vlaamse zandstreek overtreft de kaliimport met 170 kg K₂O/ha de kaliexport. Dit kalioverschot bedraagt 74,3 kg/ha in de Kempen en 44,5 kg in de leemstreek.

Daartegenover verslucht de magnesiumtoestand de laatste jaren op de zandgronden en verbetert slechts in geringe mate op de zwaardere gronden.

De twee factoren die het optreden van magnesiumgebrek bevorderen nl. kalirijkdom en de zuurheid van de gronden nemen daarentegen toe.

(1) Op behandeling 2 tot 6 werd 4900 kg z.b.w. toegediend.

(2) Zelfde hoeveelheid calcium als op objekt nr.5.

Bij een kalibalans gelijk aan nul verrijkt de bouwlaag van de leemgronden en diephumeuze zandgrond. In die omstandigheden wordt ze evenwel duidelijk kaliarmer op humusarme zandgronden.

De invloed van kalibemesting op de opbrengst is gemiddeld lager dan voor stikstofbemesting, doch duidelijk hoger dan voor fosfor, dit zowel op leem- als op zandgronden.

Er dient rekening gehouden met de onderlinge beïnvloeding van de kationen. Voor die redenen dient speciale aandacht besteed aan de kali- en magnesiumbemesting van de kalkrijke gronden en aan de calciumtoestand van de kali- en magnesiumrijke gronden.

Magnesiumgebrek komt meest en sterk voor op sterk zure gronden en gronden met hoge pH. In het eerste geval omwille van het antagonisme Mg^{++}/Mn^{++} in het tweede geval om de hoge Ca/Mg verhouding.

Daar in 't algemeen te weinig aandacht besteed wordt aan de magnesiumbemesting, wordt voorgesteld in België het kalkcarbonaat van het landbouwammoniaknitraat te vervangen door dolomiet.

Zowel voor kali als voor magnesium bestaat er een duidelijk verband tussen het gehalte van de grond en de behoefte van de gewassen.

Oppervlakkig toegediende magnesiumbemesting, onder vorm van kieseriet op onbewerkte weidegronden, vond men na drie jaar reeds duidelijk meetbaar terug in de ondergrond tot op 50 cm diepte.

De bestrijding van magnesiumgebrek op sterk zure akkergronden gebeurt best door het gebruik van magnesiakalk.

Literatuur.

1. Kürten P.W. : Magnesium-Düngung zu Kartoffeln. Mitt. d. DLG 82, 1967.
2. Mengel K. : Die Ernährung der Pflanze, 6. Das Magnesium. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1961.
3. Mengel K. : in Scharrer-Linser "Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung" Band I, 1. Kap. IV (Magnesium). Springer Verlag, Wien-New York, 1969.
4. Nehring K. : in Scharrer-Linser "Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung" Band III/2, Springer Verlag, Wien-New York 1965.
5. Nieschlag F. : Magnesium-Düngungsversuche auf leichten Böden. Landw. Forschung, 13, 1959.
6. Saalbach E., Würtele K. und Kürten P.W. : Schwefel, Natrium, Magnesium, Landwirtschaftliche Schriftenreihe "Böden und Pflanze" 1970.
7. Sluysmans C.M. : Beziehungen zwischen Magnesiumgehalt des Bodens, Mangelsymptomen und dem Mehrertrag niederländischer Böden. Landw. Forschung, 13, 1955.
8. Stenuit D. en Piot R. : Land- en Tuinbouwgewassen. Bodemkundige Dienst van België te Heverlee, 1954.
9. Stenuit D. en Piot R. : Magnesium, Hoofdelement voor de Plantenvoeding, Deel I, Landbouwtijdschrift, 10e jaargang, nrs. 7-8, juli 1957.
10. Stenuit D. en Piot R. : Magnesium, Hoofdelement voor de Plantenvoeding, Deel II, Landbouwtijdschrift, 11e jaargang, nr. 3, maart 1958.
11. Stenuit D. en Piot R. : Magnesium, Hoofdelement voor de Plantenvoeding, Deel III, Landbouwtijdschrift, 11e jaargang, nr. 6, juni 1958.
12. Vömel A. : Der Versuch einer Nährstoffbilanz am Beispiel verschiedener Lysimeterböden, 1 Mitteilung : Wassersickerung und Nährstoffhaushalt, Z.f. Acker- und Pflanzenbau 123, 1965-66.