

K. W. Smilde en B. van Luit

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

Invloed van enige bodem- en bemestingsfactoren op het mangaangehalte van weidegras

with a summary

Influence of some soil and fertilization factors on the
manganese content of herbage

mit einer Zusammenfassung

Einfluss einiger Boden- und Düngungsfaktoren auf den
Mangangehalt des Grases



1967 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*

Wageningen

Inhoud

1 INLEIDING	1
2 LITERATUUROVERZICHT	1
3 BEWERKTE GEGEVENS EN METHODE VAN BEWERKING	2
3.1 Invloed van bodemfactoren op het mangaangehalte van weidegras . . .	2
3.2 Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van weidegras	3
3.3 Invloed van kalk en kopersulfaat op het mangaangehalte van gras en klaver	3
3.4 Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van weidegras	3
4 RESULTATEN	4
4.1 Invloed van bodemfactoren op het mangaangehalte van weidegras . . .	4
4.2 Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van weidegras	9
4.3 Invloed van kalk en kopersulfaat op het mangaangehalte van gras en klaver	13
4.4 Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van weidegras	14
DISCUSSIE	24
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	24
Summary and conclusions	25
Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	26
LITERATUUR	29
Bijlagen / <i>Appendices</i> / <i>Beilagen</i>	31
Glossarium / <i>Glossary</i> / <i>Glossar</i>	39

1 Inleiding

Toediening van mangaan heeft in land- en tuinbouw op mariene gronden algemeen ingang gevonden. Uit de literatuur zijn ons geen resultaten bekend waarbij bemesting met mangaan op grasland de opbrengst aan gras of hooi verhoogde. In potproeven met verschillende grassoorten werd in enkele gevallen wel een verhoging van de opbrengst gevonden (HASLER, 1951; HENKENS, 1962). In het algemeen zal bemesting met mangaan op grasland ten doel hebben het mangaangehalte van het gras te verhogen. Of dit laatste gewenst en zinvol is, zal hieronder worden nagegaan. Eerst worden resultaten uit de literatuur vermeld, daarna gegevens afkomstig van eigen en door verschillende Rijkslandbouwconsulentschappen aangelegde proefvelden.

2 Literatuuroverzicht

Volgens BOSCH et al. (1965) is een gehalte van 50 mg mangaan per kg droge stof in het ruwvoeder ruimschoots voldoende om onder Nederlandse omstandigheden in de mangaanbehoefte van rundvee te voorzien. Mogelijk is er ook bij een belangrijk lager gehalte nog geen sprake van een onvoldoende voorziening met mangaan (BENTLEY en PHILLIPS, 1951; HARTMANS, 1964).

Algemeen wordt vermeld dat het mangaangehalte van gras daalt bij stijgende pH van de grond (SEEKLES, 1950; HASLER, 1951; LAATSCH, 1954; KURMIES, 1955; HASLER en PULVER, 1957; POSTHUMA, 1960; DIJKSHOORN, 1962; HENKENS, 1962; DEVUYST et al., 1963; REITH en MITCHELL, 1964). Op uiteenlopende grondsoorten is de pH een veel betere indicatie voor het mangaangehalte van gras dan het op verschillende wijzen bepaalde mangaangehalte van de grond (WEERMANN, 1955; DE GROOT, 1957; HENKENS, 1962; FLEMING, 1965).

Behalve door de pH wordt het mangaangehalte van weidegras beïnvloed door bemesting, grondsoort en vochttoestand van de grond, botanische samenstelling en weersfactoren.

Over de invloed van bemesting met mangaan op het mangaangehalte van weidegras werden weinig gegevens in de literatuur aangetroffen. LAATSCH (1954) beschouwt bemesting met mangaan in de meeste gevallen als een verkwisting. Het is veel efficiënter het reeds in de grond aanwezige mangaan te mobiliseren door een verlaging van de pH. Volgens KURMIES (1955) is op gronden met alkalische reactie het mangaangehalte van gras slechts weinig te verhogen, ook al worden grote hoeveelheden mangaan toegediend. LEHR (1955) vermeldt dat het effect van bemesting met mangaan op grasland slechts zeer tijdelijk is. Na een aanvankelijke stijging in de eerste snede na de bemesting is hiervan in de latere sneden nauwelijks meer sprake.

Verscheidene auteurs vonden dat bemesting met kalkammonsalpeter het mangaangehalte van gras verlaagt (LEHR, 1955; POSTHUMA, 1960; MCCONAGHY et al.,

1962; REITH en MITCHELL, 1964; WHITEHEAD, 1966b), terwijl zwavelzure ammoniak een verhoging geeft (LEHR, 1955; HASLER en PULVER, 1957; HEMINGWAY, 1962; HENKENS, 1962). De werking van de stikstofmeststof hangt blijkbaar af van de basische of zure reactie. De invloed van fosfaatmeststoffen is minder duidelijk. Soms gaf superfosfaat een verhoging (POSTHUMA, 1960; REITH en MITCHELL, 1964) en slakkenmeel een verlaging van het mangaangehalte van gras. BORCHMANN (1962) vond daarentegen in een potproef het tegengestelde. Waarschijnlijk heeft in dit geval (zure grond?) de aanwezigheid van mangaan in het slakkenmeel een rol gespeeld.

POSTHUMA (1960) vond in een proefplekkenonderzoek in Friesland dat het mangaangehalte van gras het laagst is op kleigrond (gem. 57 dpm), het hoogst op veengrond (gem. 351 dpm), terwijl zandgronden een tussenpositie innemen (gem. 179 dpm). Blijkens gegevens van DEVUYST et al. (1963) heeft in de Belgische zandgebieden slechts 8 % van de onderzochte grasmonsters een mangaangehalte lager dan 40 dpm, in zeekleigebieden 33 %. Dergelijke verschillen worden ook vermeld door WEHRMANN (1955) voor podsol-, veen- en leemgronden ('Braunerden'), zelfs bij gelijke pH. MITCHELL et al. (1957) vonden hoge mangaangehalten op slecht ontwaterde gronden.

Er bestaat geen overeenstemming over de relatieve rijkdom aan mangaan van grassen, klavers en kruiden (HASLER en PULVER, 1957; DHEIN en AHRENS, 1962; FLEMING, 1965; WHITEHEAD 1966a). Wegens de grote verschillen die binnen deze groepen optreden (BORCHMANN, 1962) is geen bepaalde regel te geven. Volgens DHEIN en AHRENS (1962) stijgt het mangaangehalte van weidegras met toenemende ouderdom; KURMIES (1955) komt tot een tegengestelde conclusie, terwijl FLEMING (1965) geen bepaalde tendens kan aangeven. KURMIES (1955), DHEIN en AHRENS (1962), HEMINGWAY (1962) en REITH en MITCHELL (1964) vermelden een stijging van het mangaangehalte in de loop van het seizoen. Mogelijk berust dit op een verschuiving in de botanische samenstelling van het grasbestand ten gunste van soorten als *Dactylis glomerata*, die rijk zijn aan mangaan (REITH en MITCHELL, 1964). KURMIES (1955) en BORCHMANN (1962) wijzen tenslotte op de grote schommelingen in het mangaangehalte van jaar tot jaar.

Achtereenvolgens zullen hieronder de invloeden van bodemfactoren, bemesting met mangaansulfaat, kalk, kopersulfaat en stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van weidegras worden nagegaan. In enkele gevallen is ook het mangaangehalte van klaver bepaald. De gewasmonsters zijn steeds in het weidestadium (± 10 cm) genomen.

3 Bewerkte gegevens en methode van bewerking

3.1 Invloed van bodemfactoren op het mangaangehalte van weidegras

In 1957 werden in de consulentschappen Drachten (zandgrond) en Leeuwarden (kleigrond) en in de Friese Wouden (Pr 1635, zandgrond) grondmonsters genomen

in het voorjaar (mei-juni) en gewasmonsters in het voor- en najaar (oktober). In de grondmonsters werden bepaald: de pH-KCl, het gehalte aan organische stof en afslibbare delen, reduceerbaar en uitwisselbaar (alleen op zandgronden) mangaan, het P-, P-citroenzuur- en kaligetal en het C/N quotiënt (alleen op zandgronden). Behalve het mangaangehalte werd in sommige grasmonsters ook het stikstofgehalte bepaald.

De gegevens zijn bewerkt volgens een grafische methode, waarbij de invloeden van verschillende factoren op het mangaangehalte van gras afzonderlijk werden nagegaan.

3.2 Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van weidegras

Voor dit onderzoek stonden de resultaten van zeven proefvelden ter beschikking. De resultaten van het grondonderzoek bij aanleg zijn opgenomen in bijlage 1. Dit waren:

ZWF 624. Behandelingen (in tweevoud): 0, 25 en 50 kg/ha mangaansulfaat, toegediend in het voorjaar van 1955. Het volgende jaar werd het proefveld verlegd naar een ander gedeelte van het perceel en opnieuw bemest met mangaansulfaat.

ZWF 625. Behandelingen als voor *ZWF 624*.

NNH 2199. Behandelingen (in tweevoud): 0 en 100 kg/ha mangaansulfaat, in het voorjaar van 1961 gegeven.

Z 2159. Behandelingen (in viervoud): 0, 100, 200 en 400 kg/ha mangaansulfaat, in het voorjaar van 1959 toegediend. In 1960 werd de bemesting herhaald op de ene helft van elk veldje terwijl de andere helft onbehandeld bleef.

Z 2160. Behandelingen als voor *Z 2159*.

IB 328. Behandelingen (in viervoud): 0, 100, 200, 400 en 600 kg/ha mangaansulfaat, toegediend in 1958. In het najaar van 1962 werd gras ingezaaid.

Z 2248. Behandelingen (in viervoud): 0, 200 en 400 kg/ha mangaansulfaat, al of niet ingewerkt en toegediend in het voorjaar van 1960. Het gras werd in hetzelfde jaar, onder zomergest als dekvrucht, ingezaaid.

3.3 Invloed van kalk en kopersulfaat op het mangaangehalte van gras en klaver

Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de resultaten van proefveld Pr 1680. De behandelingen (in tweevoud, nul-object in viervoud) waren 0, 25, 50 en 100 kg/ha kopersulfaat, toegediend in 1955, bij een pH-traject van 4-7 (zes kalktrappen). In het najaar van 1961 werd gras ingezaaid.

3.4 Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van weidegras

Voor dit onderzoek stonden de resultaten van de volgende proefvelden (voor ge-

gevens van het grondonderzoek zie bijlage 1) ter beschikking:

Pr 879. Behandelingen (in tweevoud, nul-object in drievoud): 0, 50, 100, 150 en 200 kg/ha N als zwavelzure ammoniak (za), kalkammonsalpeter (kas), kalksalpeter (ks) en natronsalpeter (nas), toegediend in april 1946; 0, 30 en 200 kg/ha P_2O_5 als dubbelsuperfosfaat.

Pr 899. Behandelingen (in tweevoud): vóór de eerste snede (april) 0, 60, 100 en 150, vóór de tweede snede (mei) 0, 40, 67 en 100 kg/ha N als za en nas; fosfaatbemesting als voor *Pr 879*.

Pr 901. Behandelingen (in tweevoud): vóór de eerste snede (april) 0, 60, 100 en 150, vóór de tweede snede (mei) 0, 40, 67 en 100 kg/ha N als za en ks; 0 en 200 kg/ha P_2O_5 (dubbelsuperfosfaat) en K_2O (kalizout 40 %) gegeven in maart.

Pr 989. Behandelingen (in tweevoud): vóór de eerste snede (maart) 0, 60, 100 en 150, vóór de tweede snede (mei) 0, 40, 60 en 80, vóór de derde snede (juli) 0, 40, 70 en 100 kg/ha N als za en ks; P_2O_5 en K_2O als voor *Pr 901*. Op dezelfde veldjes werd beurteilungen za en ks toegepast.

U 1101. Behandelingen (in drievoud): 20 en 40 kg/ha N als kas en za, volgens de schema's kas (1e snede) + za (2e snede) + za (3e snede) + kas (4e snede) en kas + kas + kas + kas.

Pr 885. Behandelingen (in tweevoud, nul-object in viervoud): 0, 50, 100, 150 en 200 kg/ha N als kas, za en ks, toegediend in april; P_2O_5 als voor *Pr 879*.

Pr 890. Behandelingen (in tweevoud): 0, 60, 100 en 150 kg/ha N als za en ks, gegeven in april; P_2O_5 en K_2O als voor *Pr 901*.

NGr 2548. Behandelingen (in viervoud): vóór de eerste snede (mei) 37, vóór de derde snede (augustus) 60 kg/ha N als kas en za (op alle veldjes bij aanleg 50 kg/ha N als ks); 0 en 100 kg/ha mangaansulfaat. In 1961 werd vóór de eerste snede (mei) 60, vóór de tweede snede (juni) 40 kg/ha N als kas of za gegeven.

NGr 2805. Behandelingen (in drievoud): vóór de eerste snede (april) 80, vóór de tweede snede (juni) 40 kg/ha N als za en kas; 0, 200, 400 en 600 kg/ha mangaansulfaat.

NNH 2119. Behandelingen (in drievoud, nul-object in viervoud): 60, 40, 40 en 40 kg/ha N als chs (chilisalpeter), za, kas en ks, toegediend resp. in maart, april, juni en juli.

Z 2249. Behandelingen (in drievoud): 50, 40 en 40 kg/ha N als kas, za en ks, toegediend resp. in maart, mei en september.

4 Resultaten

4.1 Invloed van bodemfactoren op het mangaangehalte van weidegras

In totaal bedroeg het aantal grasmonsters van de eerste snede op *zandgrond* 105, van de laatste 88.

Zoals blijkt uit fig. 1, daalde het mangaangehalte van gras (eerste snede) bij

Fig. 1. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van gras (eerste snede, mei/juni) op zandgrond (Pr 1635 en Drachten, 1957).

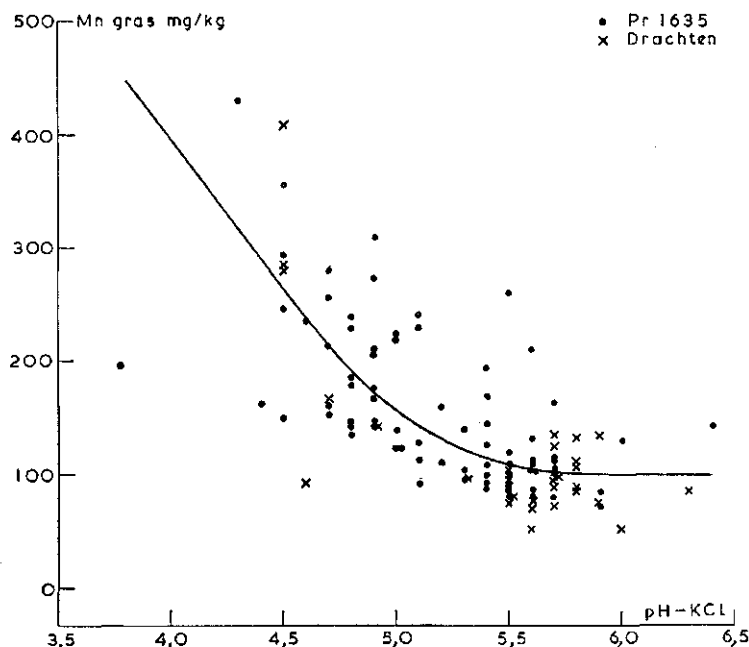


Fig. 1. Effect of pH-KCl on manganese content of herbage (first cut, May-June) on sandy soils (Pr 1635 and Drachten, 1957).

Abb. 1. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangan Gehalt des Grasses (erster Schnitt, Mai/Juni) auf Sandböden (Pr 1635 und Drachten, 1957).

stijgende pH van de grond, maar boven pH-KCl 5,5 trad geen daling meer op. Voor de laatste snede werd een veel minder fraai verband gevonden (fig. 2). De spreiding om de gemiddelde kromme is hier zeer groot, vooral bij hoge pH-waarden. De overige bodemfactoren (zie bijlagen 2 en 3), nl. het gehalte aan organische stof en afslibbare delen, reduceerbaar en uitwisselbaar mangaan, het P-, P-citroënzuur- en K-getal, en het C/N quotiënt, bleken niet samen te hangen met het mangaangehalte van gras (na correctie op verschillen in pH-KCl). Ook het stikstofgehalte van gras (eerste snede, 22 monsters) bleek niet te zijn gecorreleerd met het mangaangehalte.

Het aantal grasmonsters van de eerste snede op *kleigrond* was 104, van de laatste 70. Het mangaangehalte van gras vertoonde zowel in de eerste als de laatste snede een zeer duidelijke negatieve samenhang met de pH (fig. 3 en 4). Er trad een sterke daling van het mangaangehalte op (± 300 mg/kg) in het traject pH-KCl 4,5 tot 5,5. Bij vergelijking met de overeenkomstige curven voor zandgrond valt op dat het

mangaangehalte van gras bij hoge pH op kleigrond lager is. De afwijkingen tot de krommen (fig. 3 en 4) zijn in verband gebracht met het gehalte aan organische stof, afslibbare delen en reduceerbaar mangaan van de grond en het P-, P-citroenzuur- en kaligetal (zie bijlage 4). Er kon geen invloed op het mangaangehalte van gras worden aangetoond.

Fig. 2. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van gras (laatste snede, oktober) op zandgrond (Pr 1635 en Drachten, 1957).

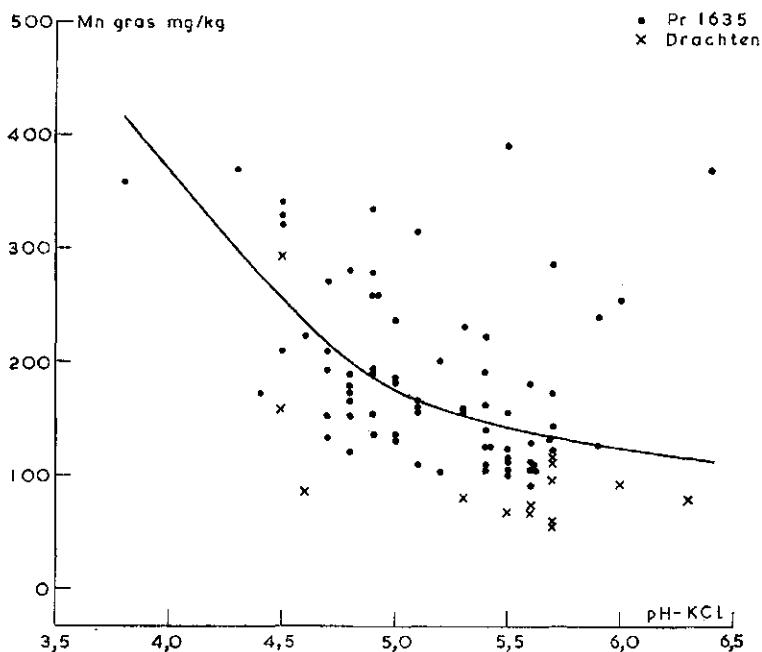


Fig. 2. Effect of pH-KCl on manganese content of herbage (last cut, October) on sandy soils (Pr 1635 and Drachten, 1957).

Abb. 2. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangangehalt des Grasses (letzter Schnitt, Oktober) auf Sandböden (Pr 1635 und Drachten, 1957).

Fig. 3. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van gras (eerste snede, mei|juni) op kleigrond (Leeuwarden, 1957).

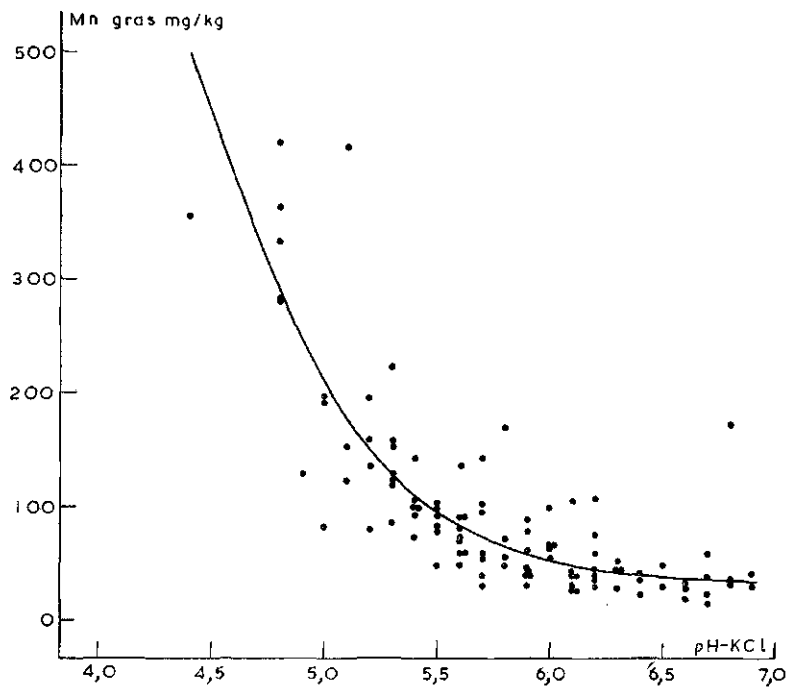


Fig. 3. Effect of pH-KCl on manganese content of herbage (first cut, May-June) on clay (loam) soils (Leeuwarden, 1957).

Abb. 3. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangangehalt des Grases (erster Schnitt, Mai|Juni) auf Marschböden (Leeuwarden, 1957).

Fig. 4. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van gras (laatste snede, oktober) op klei-grond (Leeuwarden, 1957).

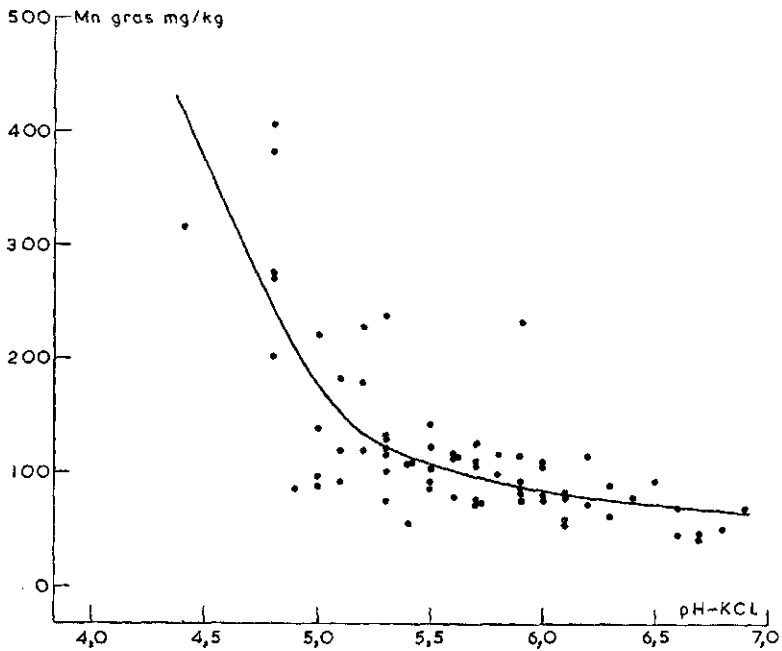


Fig. 4. Effect of pH-KCl on manganese content of herbage (last cut, October) on clay (loam) soils (Leeuwarden, 1957).

Abb. 4. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangangehalt des Grases (letzter Schnitt, Oktober) auf Marschböden (Leeuwarden, 1957).

4.2 Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van weidegras

Uit de resultaten van de proefvelden ZWF 624 (duinzand) en ZWF 625 (kleigrond) blijkt dat mangaansulfaat het mangaangehalte van gras in de eerste snede na de bemesting duidelijk heeft verhoogd (tabel 1). In latere sneden nam het effect af en verdween soms geheel (ZWF 625, derde snede 1955). Een uitzondering hierop vormen de mangaangehalten in de eerste en tweede snede op ZWF 625 in 1956 waar het effect juist omgekeerd is. Het mangaangehalte van gras is ook onderhevig aan seizoenschommelingen. Op ZWF 624 was het in de laatste snede iets hoger dan in de voorafgaande sneden, zowel in 1955 als in 1956. Op ZWF 625 was in 1955 het mangaangehalte in de beide laatste sneden aanzienlijk hoger dan in de eerste snede. In 1956 werd echter geen duidelijke tendens gevonden.

De resultaten van proefveld NNH 2199 (kleigrond) zijn met het voorgaande in overeenstemming. Bij hoeveelheden mangaansulfaat van 0 en 100 kg/ha werden resp. de volgende mangaangehalten in gras gevonden: 44 en 111 (eerste snede), 22 en 35 (tweede snede), 27 en 44 dpm (derde snede).

Op de proefvelden Z 2159 en Z 2160 (beide op kleigrond) had toediening van mangaansulfaat in 1959 een duidelijk effect op het mangaangehalte van gras in de eerste snede na de bemesting (fig. 5 en 7). In latere sneden was de invloed nauwelijks meer aan te tonen. Ook bleek er in volgende jaren weinig of geen nawerking van de bemesting te zijn (fig. 6 en 8). In 1960 waren de mangaangehalten het

Tabel 1. Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van gras (mg/kg) op de proefvelden ZWF 624 en ZWF 625 in verschillende sneden in 1955 en 1956.

MnSO ₄ kg/ha	1e snede (mei)				2e snede (juli)				3e snede (augustus)				4e snede (oktober)	
	ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624	
	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956
0	98	76	163	315	103	95	329	217	102	82	411	286	130	121
25	119	92	210	329	123	88	335	232	102	82	356	275	142	104
50	135	136	325	330	132	123	394	262	114	104	393	307	151	141
	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956
MnSO ₄ kg/ha	ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624		ZWF 625		ZWF 624	
	1st cut (May)				2nd cut (July)				3rd cut (August)				4th cut (October)	

Table 1. Effect of application of manganese sulphate on manganese content of herbage (mg/kg) in field trial ZWF 624 and ZWF 625 in different cuts in 1955 and 1956.

Tabelle 1. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat auf den Mangangehalt des Grases (mg/kg) auf den Versuchsfeldern ZWF 624 und ZWF 625 in verschiedenen Schnitten 1955 und 1956.

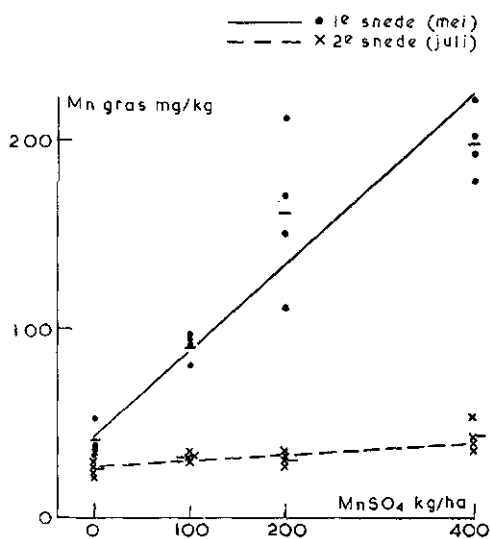


Fig. 5. Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van gras op proefveld Z 2159 in 1959.

Fig. 5. Effect of application of manganese sulphate on manganese content of herbage in field trial Z 2159 in 1959.

Abb. 5. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat auf den Mangengehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Z 2159 1959.

Fig. 6. Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van gras op proefveld Z 2159 in 1960 en 1961.

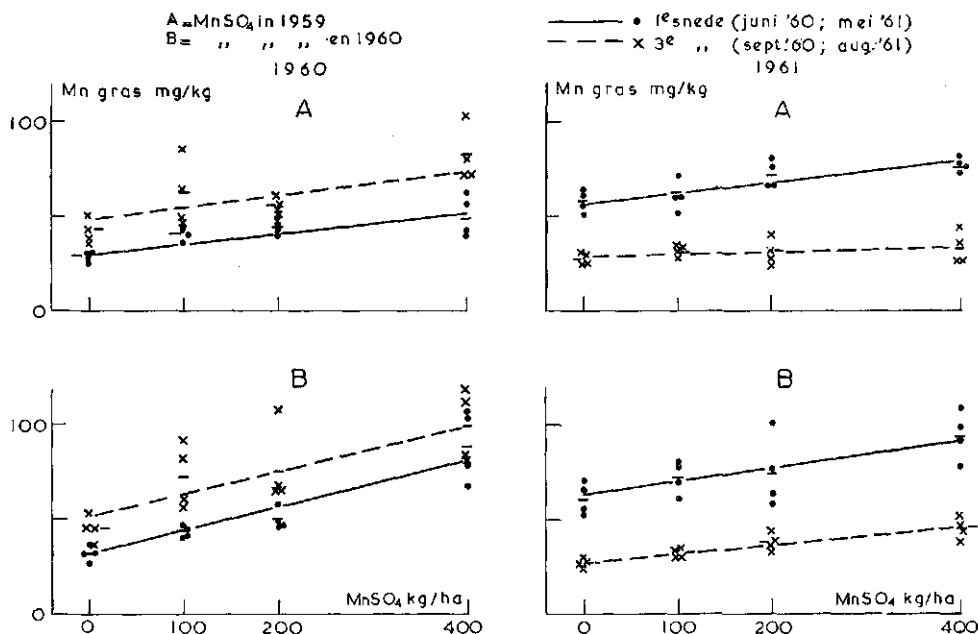


Fig. 6. Effect of application of manganese sulphate on manganese content of herbage in field trial Z 2159 in 1960 and 1961.

Abb. 6. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat auf den Mangengehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Z 2159 1960 und 1961.

Fig. 7. Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van gras op proefveld Z 2160 in 1959.

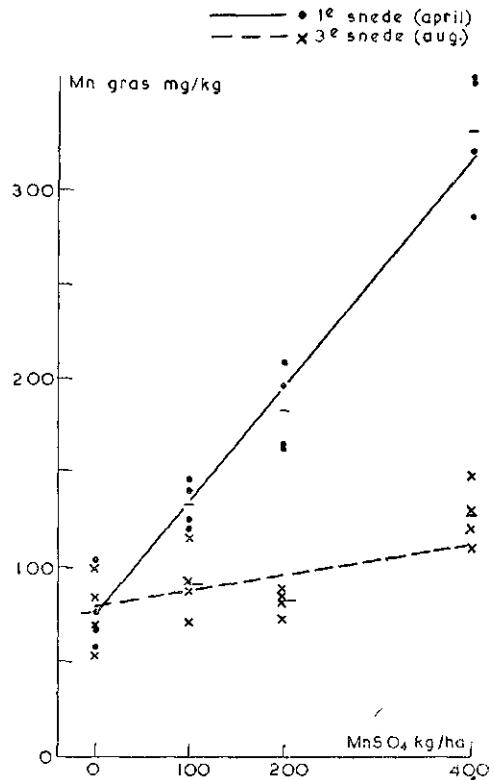


Fig. 7. Effect of application of manganese sulphate on manganese content of herbage in field trial Z 2160 in 1959.

Abb. 7. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat auf den Mangangehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Z 2160 1959.

Fig. 8. Invloed van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van gras op proefveld Z 2160 in 1960 en 1961.

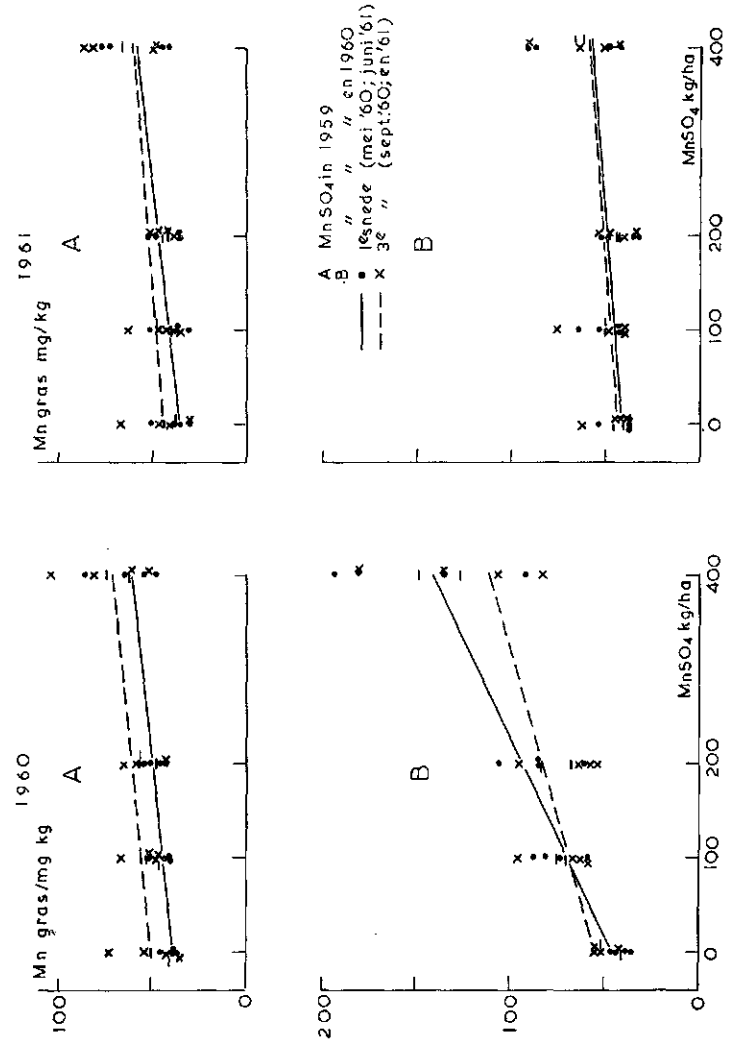


Fig. 8. Effect of application of manganese sulphate on manganese content of herbage in field trial Z 2160 in 1960 and 1961.
Abb. 8. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat auf den Manganengehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Z 2160 1960 und 1961.

hoogst op de veldjes die zowel in 1959 als in 1960 waren bemest, niet alleen in de eerste, maar ook in de derde snede. In 1961 waren deze verschillen vrijwel verdwenen (vergelijk A en B in fig. 6 en 8). Op Z 2159 bestond enig niveauverschil in mangaangehalte tussen de sneden; in 1960 was het mangaangehalte lager in de eerste dan in de derde snede, in 1961 was het omgekeerde het geval (fig. 6).

De nawerking van mangaansulfaat werd eveneens nagegaan op de proefvelden IB 328 (zavel) en Z 2248 (kleigrond) op ingezaaid grasland. Uit de resultaten (tabel 2 en 3) mag worden geconcludeerd dat er geen nawerking van de meststof op het mangaangehalte van gras (klaver) is geweest, en tevens dat de wijze van toediening (wel of niet inwerken; tabel 3) geen invloed heeft gehad.

4.3 Invloed van kalk en kopersulfaat op het mangaangehalte van gras en klaver

Het verband tussen de pH (najaar 1961) en het mangaangehalte van gras en klaver (1962), bij verschillende kopergiften, wordt weergegeven in fig. 9 en 10. De curven zijn verkregen na wederzijdse vereffening. Evenals in het proefplekkenonderzoek (hoofdstuk 4.1) was er een duidelijk negatief verband tussen de pH en het mangaangehalte van gras (klaver). Er zijn aanwijzingen dat het mangaangehalte van gras en klaver ook daalt bij stijgende giften kopersulfaat, echter alleen bij een lage pH. Het mangaangehalte van gras was in de laatste snede aanzienlijk hoger dan in de eerste sneden.

Tabel 2. Invloed van bemesting met mangaansulfaat in 1958 op het mangaangehalte van gras en klaver (mg/kg) in 1963 (proefveld IB 328).

MnSO ₄ kg/ha	gras				klaver	
	15/7	16/8	19/9	22/10	7/6	22/10
0	14	12	11	38	15	25
100	16	12	13	24	17	20
200	12	11	16	25	17	25
400	14	11	16	28	19	25
600	15	13	15	26	18	20
MnSO ₄ kg/ha	15/7	16/8	19/9	22/10	7/6	22/10
	grass				clover	

Table 2. Effect of application of manganese sulphate in 1958 on manganese content of grass and clover (mg/kg) in 1963 (field trial IB 328).

Table 2. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat 1958 auf den Mangangehalt von Gras und Klee (mg/kg) 1963 (Versuchsfeld IB 328).

Tabel 3. Invloed van bemesting met mangaansulfaat (wel of niet ingewerkt) in 1960 op het mangaangehalte van gras (mg/kg) in 1961-1964 (proefveld Z 2248).

MnSO ₄ kg/ha	1961				1962		1963		1964	
	ingewerkt		niet ingewerkt		in- gew.	niet ingew.	in- gew.	niet ingew.	in- gew.	niet ingew.
	16/5	15/8	16/5	15/8	22/5	22/5	20/5	20/5	12/5	12/5
0	47	47	55	49	30	33	36	35	40	40
200	49	50	77	51	30	32	41	39	43	43
400	48	46	68	61	32	33	41	46	41	42
	16/5	15/8	16/5	15/8	22/5	22/5	20/5	20/5	12/5	12/5
MnSO ₄ kg/ha	disked in		not disked in		disked in	not d. in	disked in	not d. in	disked in	not d. in
	1961				1962		1963		1964	

Table 3. Effect of manganese sulphate (either disked in or not) in 1960 on manganese content of herbage (mg/kg) in 1961-1964 (field trial Z 2248).

Tabelle 3. Einfluss von Düngung mit Mangansulfat (eingebracht in den Acker oder nicht) im Jahre 1960 auf den Mangangehalt des Grases (mg/kg) 1961-1964 (Versuchsfeld Z 2248).

4.4 Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van weidegras

In verband met de invloed van de pH werd het ook interessant geacht het effect van pH verhogende (ks, chs, nas en in geringe mate kas) en verlagende (za) stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van gras te bestuderen.

De resultaten van proefveld Pr 879 (veengrond) tonen aan dat het mangaangehalte van gras (eerste snede), gemiddeld over de verschillende fosfaatgiften, daalde bij stijgende hoeveelheden stikstofmeststof (fig. 11). Deze daling (na vereffening) bedroeg bij de hoogste stikstofgift (200 kg/ha N) voor za, kas, ks en nas resp. ongeveer 80, 120, 180 en 240 mg/kg mangaan. Ook bemesting met fosfaat verlaagde het mangaangehalte. Dit is duidelijk te zien in fig. 12 waarin de curven de gemiddelde mangaangehalten weergeven voor de verschillende stikstofmeststoffen. De daling bedroeg bij de hoogste fosfaatgift (200 kg/ha P₂O₅) 100-130 mg/kg mangaan.

Op proefveld Pr 899 (zandgrond) steeg het mangaangehalte van gras, gemiddeld over de verschillende fosfaatgiften, met ongeveer 15 mg/kg in de eerste snede bij toediening van 150 kg/ha N als za (fig. 13). In de tweede snede, nadat nog eens 100 kg/ha N als za was gegeven, bedroeg de stijging ongeveer 70 mg/kg. Bij toediening van overeenkomstige hoeveelheden nas trad een daling op van resp. ± 60

Fig. 9. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van gras bij verschillende hoeveelheden kopersulfaat op Pr 1680 in 1962.

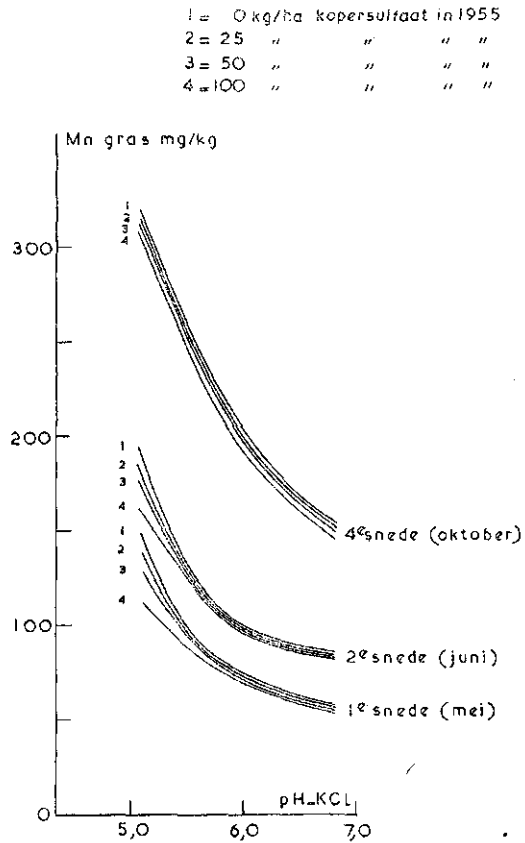


Fig. 9. Effect of pH-KCl on manganese content of grass at different applications of copper sulphate in field trial Pr 1680 in 1962.

Abb. 9. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangangehalt des Grases bei verschiedenen Kupfersulfatmengen auf dem Versuchsfeld Pr 1680 im Jahre 1962.

Fig. 10. Invloed van pH-KCl op het mangaangehalte van klaver bij verschillende hoeveelheden kopersulfaat op Pr 1680 in 1962.

1 = 0 kg/ha kopersulfaat in 1955
 2 = 25 kg/ha kopersulfaat in 1955
 3 = 50 " " " "
 4 = 100 " " " "

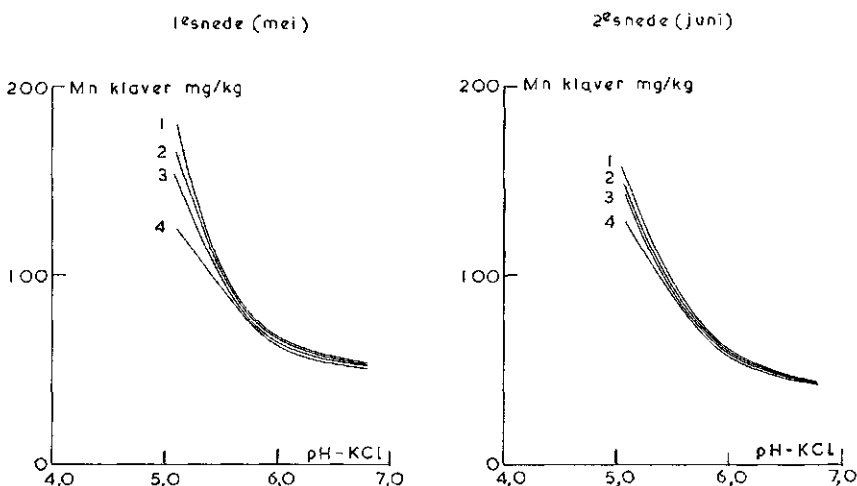


Fig. 10. Effect of pH-KCl on manganese content of clover at different applications of copper sulphate in field trial Pr 1680 in 1962.

Abb. 10. Einfluss des pH-Wertes auf den Mangangehalt des Klees bei verschiedenen Kupfersulfatmengen auf dem Versuchsfeld Pr 1680 im Jahre 1962.

Fig. 11. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van gras (eerste snede) op Pr 879 in 1946.

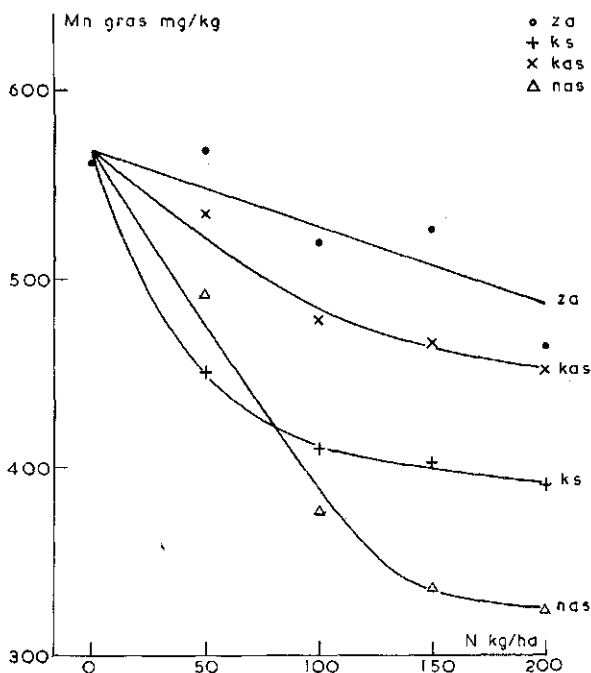


Fig. 11. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content of herbage (first cut) in field trial Pr 879 in 1946.

Abb. 11. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt des Grases (erster Schnitt) auf dem Versuchsfeld Pr 879 im Jahre 1946.

Fig. 12. Invloed van bemesting met fosfaat op het mangaangehalte van gras (eerste snede) op Pr 879 in 1946.

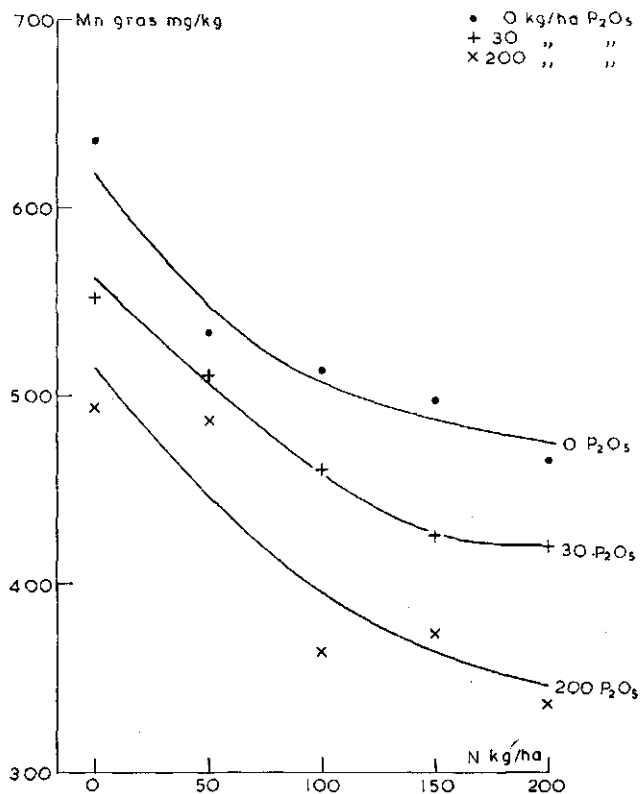


Fig. 12. Effect of phosphate application on manganese content of herbage (first cut) in field trial Pr 879 in 1946.

Abb. 12. Einfluss von Phosphatdüngung auf den Mangangehalt des Grases (erster Schnitt) auf dem Versuchsfeld Pr 879 im Jahre 1946.

Fig. 13. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van gras op Pr 899 in 1946.

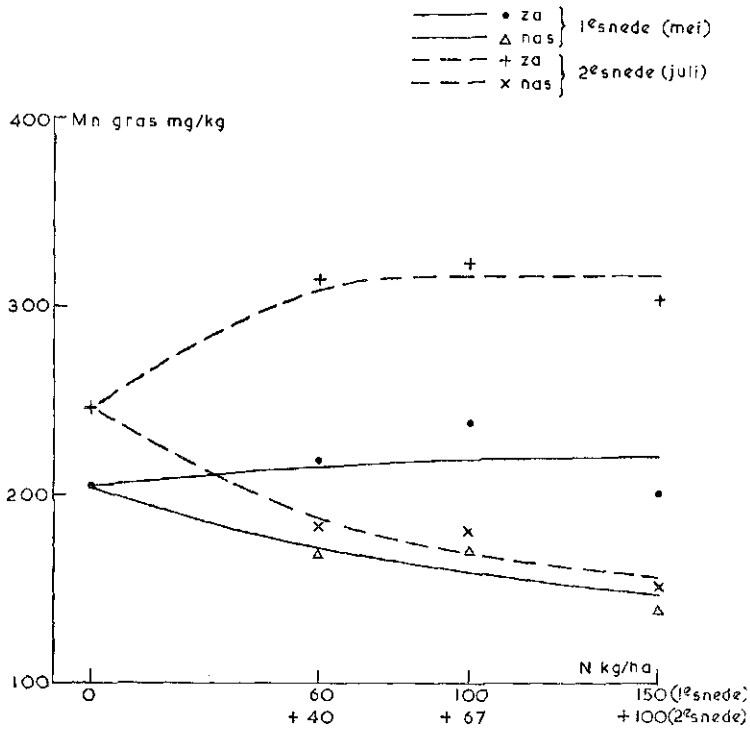


Fig. 13. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content of herbage in field trial Pr 899 in 1946.

Abb. 13. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Pr 899 im Jahre 1946.

(eerste snede) en 90 mg/kg mangaan (tweede snede). Op proefveld Pr 901 (zandgrond), waar za werd vergeleken met ks, werd een vrijwel identiek verloop van de mangaangehalten bij stijgende hoeveelheden stikstof gevonden (hier niet weergegeven). Fosfaat (Pr 899 en Pr 901) en kali (Pr 901) hadden weinig of geen invloed op het mangaangehalte van gras (hier niet vermeld).

Een duidelijke invloed van de stikstofmeststof op het mangaangehalte van gras werd ook gevonden op proefveld Pr 989 zandgrond), zie fig. 14. In de eerste snede werd bij toediening van 150 kg/ha N als za een tweemaal zo hoog mangaangehalte verkregen als bij toediening van een overeenkomstige hoeveelheid ks. In de tweede snede was, bij een gift van 80 kg/ha N, het mangaangehalte op de met za (1e snede) + ks (2e snede) nog ongeveer anderhalf maal zo hoog als op de met ks +

Fig. 14. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van gras op Pr 989 in 1948.

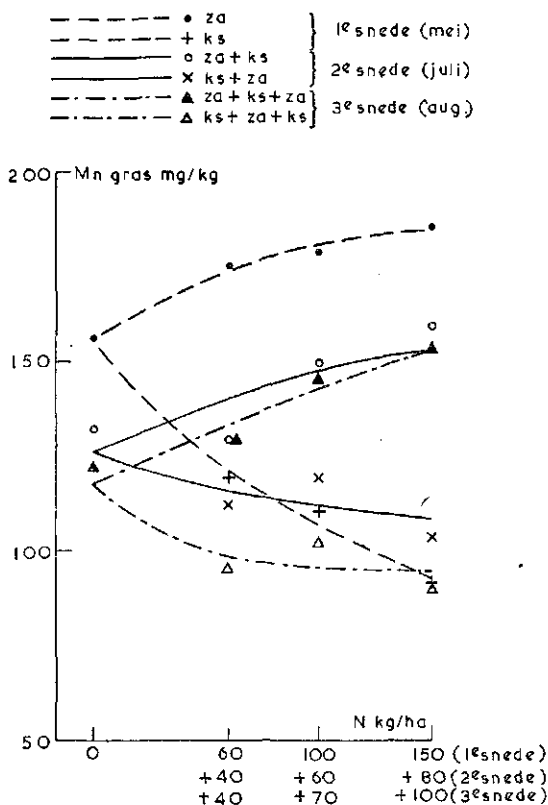


Fig. 14. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content of herbage in field trial Pr 989 in 1948.

Abb. 14. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt des Grases auf dem Versuchsfeld Pr 989 im Jahre 1948.

za behandelde veldjes. Overeenkomstig de verwachtingen wordt het effect van 150 kg/ha N als za (1e snede) slechts gedeeltelijk opgeheven door 80 kg/ha N als ks (2e snede) en omgekeerd. Een ongeveer even groot verschil als in de tweede werd in de derde snede gevonden, in dit laatste geval tussen de behandelingen za + ks + za en ks + za + ks. Fosfaat en kali hadden geen invloed op het mangaangehalte van gras.

Op proefveld U 1101 (zandgrond), waar vóór de tweede en derde snede òf kas òf za werd toegediend, werd een duidelijk verschil in het mangaangehalte van gras gevonden (tabel 4). In de vierde snede, nadat alle veldjes weer kas hadden ontvangen, was het verschil aanmerkelijk kleiner dan in de tweede en derde snede. Het effect van de stikstofmeststof op het mangaangehalte was in 1961 duidelijker dan in 1960. In beide jaren vertoonden de mangaangehalten een tendens tot stijgen in de loop van het seizoen.

Evenals op proefveld Pr 879 daalde op Pr 885 (kleigrond) het mangaangehalte van gras (eerste snede), gemiddeld over de verschillende fosfaatgiften, bij stijgende

Tabel 4. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte (mg/kg) van weidegras op proefveld U 1101 in 1960 en 1961.

kg/ha N vóór elke snede	1e snede (mei)		2e snede (juni)		3e snede (aug.)		4e snede (okt.)	
	1960	1961	1960	1961	1960	1961	1960	1961
20 volgens schema A 20 accord. to scheme A	122	131	160	195	170	224	187	219
20 volgens schema B 20 accord. to scheme B	87	115	101	112	111	112	167	151
40 volgens schema A 40 accord. to scheme A	113	129	158	240	191	328	179	206
40 volgens schema B 40 accord. to scheme B	108	115	143	112	130	134	170	178
kg/ha N before each cut	1960	1961	1960	1961	1960	1961	1960	1961
	1st cut (May)		2nd cut (June)		3rd cut (Aug.)		4th cut (Oct.)	

A = kas (1e snede + za (2e snede) + za (3e snede) + kas (4e snede).

A = ammonium nitrate lime (1st cut) + sulphate of ammonia (2nd cut) + sulphate of ammonia (3rd cut) + ammonium nitrate lime (4th cut).

B = kas vóór 1e, 2e, 3e, 4e snede.

B = ammonium nitrate lime before the 1st, 2nd, 3rd and 4th cut.

Table 4. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content of herbage (mg/kg) in field trial U 1101 in 1960 and 1961.

Table 4. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt des Grases (mg/kg) auf dem Versuchsfeld U 1101 in den Jahren 1960 und 1961.

hoeveelheden stikstof (fig. 15). Deze daling bedroeg bij de hoogste stikstofgift (200 kg/ha N) voor kas, za en ks resp. ongeveer 25, 85 en 150 mg/kg mangaan. In tegenstelling tot de resultaten van Pr 879 en U 1101, werden hier dus met za lagere mangaangehalten verkregen dan met kas. De invloed van fosfaat was niet duidelijk. Alleen bij toepassing van ks daalde het mangaangehalte naarmate meer fosfaat werd gegeven (hier niet vermeld).

Fig. 15. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte van gras (eerste snede) op Pr 885 in 1946.

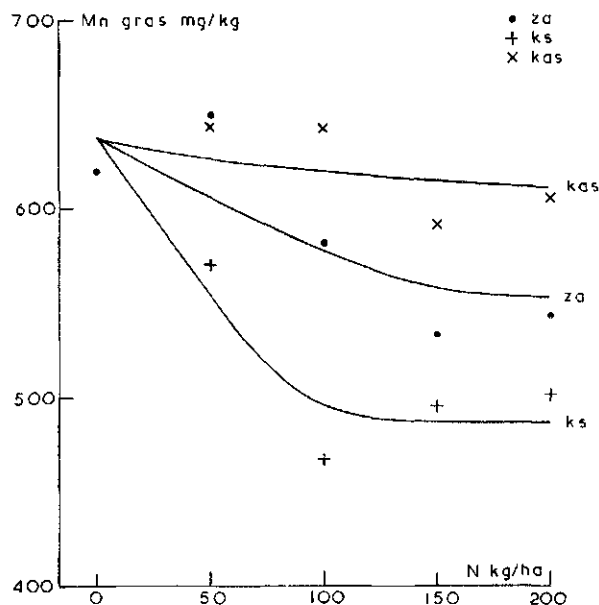


Fig. 15. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content of herbage (first cut) in field trial Pr 885 in 1946.

Abb. 15. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt des Grasses (erster Schnitt) auf dem Versuchsfeld Pr 885 im Jahre 1946.

De resultaten van proefveld Pr 890 (kleigrond), waarop za en ks werden vergeleken, waren geheel in overeenstemming met de uitkomsten van Pr 879 en zullen hier niet verder worden besproken. Een invloed van fosfaat en kali op het mangaangehalte van gras werd niet gevonden. Wel dient vermeld dat de mangaangehalten op een lager niveau (130-190 mg/kg Mn) lagen dan op genoemde proefvelden, hetgeen in verband kan worden gebracht met de hogere pH (bijlage 1).

Op proefveld NGr 2548 (kleigrond) was het mangaangehalte hoger op de met za bemeste dan op de kas veldjes, zowel in 1960 als in 1961 (tabel 5). In de eerste snede van 1960 was er nog vrijwel geen verschil. Hierbij dient te worden opgemerkt

dat alle veldjes vóór de eerste snede ruim de helft van de totale hoeveelheid stikstof als ks ontvingen, terwijl vóór de derde snede òf za òf kas werd toegepast. Dit laatste was ook het geval bij de sneden van 1961. Het effect van de bemesting met mangaansulfaat was, behalve in de eerste snede van 1960, van geen betekenis in verhouding tot de invloed van de stikstofmeststof.

Minder duidelijk zijn de resultaten van proefveld NGr 2805 (kleigrond), zie tabel 6. Over het algemeen werden met za hogere mangaangehalten verkregen dan met kas, maar in de eerste snede was dit niet het geval bij de hoogste mangaangiften. Bemesting met mangaansulfaat had een duidelijk effect in de eerste snede, maar in latere sneden werd de invloed kleiner (vergelijk hoofdstuk 4.2).

Op proefveld NNH 2119, waar de meststoffen za, kas, ks en chs werden vergeleken, waren de mangaangehalten in alle sneden het hoogst op de za veldjes (tabel 7). Tussen de andere meststoffen bestonden weinig verschillen. Eenzelfde tendens vertonen de resultaten van proefveld Z 2249 (kleigrond), waar in de eerste snede (juni) de mangaangehalten op de za, kas en ks veldjes resp. 61, 48 en 39 mg/kg bedroegen en in de derde snede (sept.) 112, 85 en 72 mg/kg.

Tabel 5. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen en mangaansulfaat op het mangaangehalte (mg/kg) van weidegras in 1960 en 1961 (proefveld NGr 2548).

N kg/ha	1960		1961	
	1e snede (mei)	3e snede (augustus)	1e snede (mei)	2e snede (juni)
a. kas; 37 (1e snede) + 60 (3e snede) *	26	42	45	29
b. za; 37 (1e snede) + 60 (3e snede) *	30	68	68	61
c. als a + 100 kg/ha MnSO ₄	43	49	49	33
d. als b + 100 kg/ha MnSO ₄	47	81	75	72
kg/ha N	<i>1st cut (May)</i>	<i>3rd cut (August)</i>	<i>1st cut (May)</i>	<i>2nd cut (June)</i>
	1960		1961	

* bemesting in 1961: 60 (1e snede) + 40 (2e snede) kg/ha N
fertilization in 1961: 60 (1st cut) + 40 (2nd cut) kg/ha N

Table 5. Effect of different nitrogenous fertilizers and of manganese sulphate on manganese content (mg/kg) of herbage in 1960 and 1961 (field trial NGr 2548).

Tabelle 5. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern und von Mangansulfat auf den Mangangehalt (mg/kg) des Grases in den Jahren 1960 und 1961 auf dem Versuchsfeld NGr 2548).

Tabel 6. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen en mangaansulfaat op het mangaangehalte (mg/kg) van weidegras in 1962 (proefveld NGr 2805).

MnSO ₄ kg/ha	1e snede (mei)		2e snede (juli)		3e snede (september)	
	za *	kas *	za **	kas **	za	kas
0	50	44	40	27	38	30
200	95	55	49	39	58	38
400	89	106	81	38	79	75
600	120	148	61	60	79	48

MnSO ₄ kg/ha	1st cut (May)		2nd cut (July)		3rd cut (September)	
	za *	kas *	za **	kas **	za	kas

* vóór 1e snede 80 kg/ha N before 1st cut 80 kg/ha N ** vóór 2e snede 40 kg/ha N before 2nd cut 40 kg/ha N
 za = sulphate of ammonia kas = ammonium nitrate lime

Table 6. Effect of different nitrogenous fertilizers and manganese sulphate on manganese content (mg/kg) of herbage in 1962 (field trial NGr 2805).

Tabelle 6. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern und von Mangansulfat auf den Mangangehalt (mg/kg) des Grases im Jahre 1962 (Versuchsfeld NGr 2805).

Tabel 7. Invloed van verschillende stikstofmeststoffen op het mangaangehalte (mg/kg) van weidegras in 1960 (proefveld NNH 2119).

N meststof	1e snede (mei) *	2e snede (juli) **	3e snede (september) **
0	19	24	36
chs	18	16	27
kas	22	19	32
za	38	30	50
ks	18	18	30

N-fertilizer	1st cut (May) *	2nd cut (July) **	3rd cut (September) **
--------------	-----------------	-------------------	------------------------

* vóór 1e snede 60 + 40 kg/ha N before 1st cut 60 + 40 kg/ha N ** vóór 2e en 3e snede 40 kg/ha N before 2nd and 3rd cut 40 kg/ha N

Table 7. Effect of different nitrogenous fertilizers on manganese content (mg/kg) of herbage in 1960 (field trial NNH 2119).

Tabelle 7. Einfluss von verschiedenen Stickstoffdüngern auf den Mangangehalt (mg/kg) des Grases im Jahre 1960 (Versuchsfeld NNH 2119).

Discussie

Op klei- en zavelgronden met hoge pH kan het mangaangehalte van gras (tijdelijk) tot zeer lage (< 20 mg/kg) waarden dalen (fig. 3; tabel 2 en 7). Het is niet met zekerheid bekend in hoeverre deze kritiek kunnen worden geacht voor de gezondheid van rundvee. Op zandgronden worden deze lage waarden niet bereikt. Bemesting met mangaansulfaat brengt slechts een zeer tijdelijke verhoging van het mangaangehalte teweeg en heeft daarom weinig zin. Meer perspectieven biedt vaak verlaging van de pH door toepassing van zuur werkende stikstofmeststoffen (za). Hoewel bij hoge pH het mangaangehalte van gras weinig wordt beïnvloed door kleine veranderingen in de zuurgraad (fig. 3 en 4), is in het algemeen ook op kleigronden een invloed van de stikstofmeststoffen aantoonbaar. Bemesting met fosfaat en kali hebben gewoonlijk weinig of geen invloed op het mangaangehalte van gras. Een duidelijke uitzondering hierop vormen de resultaten van proefveld Pr 879 (fig. 12), ten aanzien van fosfaat. Op dit proefveld reageerde de grasopbrengst echter ook sterk positief op de bemesting met fosfaat, wat op andere proefvelden niet het geval was. Er kan hier sprake zijn van een verdunningseffect, maar ook van een verschil in fysiologische ouderdom ten gevolge van een verschil in groeisnelheid.

De mangaangehalten van gras zijn onderhevig aan seizoenschommelingen. Een bepaalde tendens (daling, stijging) in de loop van het seizoen kon echter niet worden aangegeven.

Samenvatting en conclusies

Op ongeveer 100 graslandpercelen in de omgeving van Leeuwarden (kleigrond) en op een dito aantal in Zuidoost-Friesland (zandgrond) werden grond- en gewasmonsters (2 sneden) genomen. Het grondonderzoek omvatte bepaling van de pH-KCl, het gehalte aan organische stof en afslibbare delen, uitwisselbaar en gemakkelijk reduceerbaar mangaan, het P-, P-citroenzuur- en kaligetal en het C/N quotiënt. In de gewasmonsters werden de mangaangehalten bepaald.

Het effect van bemesting met mangaansulfaat op het mangaangehalte van weidegras werd nagegaan op 7 proefvelden. Voorts werden de invloeden van kalk en kopersulfaat (1 proefveld) en van verschillende stikstofmeststoffen (11 proefvelden) bestudeerd.

Uit de resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Zowel op zand- als op kleigrond daalt het mangaangehalte van gras (klaver) bij stijgende pH; boven pH-KCl 5,5 is de daling zeer gering.
2. Op kleigrond is de samenhang tussen pH en mangaangehalte van gras duidelijker dan op zandgrond.
3. De andere hierboven genoemde bodemfactoren hebben geen invloed op het mangaangehalte van gras.

4. Bemesting met mangaansulfaat heeft in het algemeen alleen een duidelijke invloed op het mangaangehalte van gras in de eerste snede. Inwerken van de meststof vóór het inzaaien van gras verbetert de nawerking niet.
5. Toediening van kopersulfaat kan bij lage pH het mangaangehalte van gras en klaver verlagen.
6. In het algemeen daalt het mangaangehalte van gras bij stijgende stikstofgiften. De daling is het grootst bij bemesting met de basisch werkende kalksalpeter en natron(Chili)salpeter, kleiner bij kalkammonsalpeter, terwijl de zuur werkende zwavelzure ammoniak het mangaangehalte kan verhogen.
7. Bij lage pH zijn de verschillen tussen de stikstofmeststoffen t.a.v. het mangaangehalte van gras groter dan bij hoge pH, hetgeen samenhangt met het asymptotisch verloop van de curve die het verband tussen deze factoren weergeeft.
8. Bemesting met fosfaat en kali heeft in het algemeen geen invloed op het mangaangehalte van weidegras. Wanneer echter fosfaat de opbrengst sterk verhoogt, kan een daling optreden.

Summary and conclusions

Samples of soil and herbage (2 cuts) were collected from about 100 sites near Leeuwarden (clay and loam soils) and a similar number were taken in south-eastern Friesland (Drachten, Friese Wouden; sandy soils). The following soil factors were estimated: pH-KCl, organic matter, silt + clay, exchangeable and easily reducible manganese, P (extraction in water and in 1 % citric acid) and K content (extraction in 0.1 N HCl), and C/N ratio. The herbage samples were analysed for manganese. The effects of applying manganese sulphate (7 field trials), lime and copper sulphate (1 field trial), and various nitrogenous fertilizers (11 field trials) on manganese in herbage were studied.

The following conclusions can be drawn from the results:

1. Both on sandy and on clay (loam) soils manganese in pasture grass (clover) decreases with an increase in pH; the decrease is small at pH-KCl values above 5.5.
2. The relationship between pH and manganese content of grassland/herbage is clearer on clay (loam) than on sandy soils.
3. Manganese in herbage is not affected by the other soil factors mentioned above.
4. Only in the first cut after application of fertilizer is there a distinct effect of manganese sulphate on manganese content of herbage. The residual effect of the fertilizer is not improved by disking it in before sowing grass.
5. Copper sulphate may decrease the manganese content of grass and clover at low pH.
6. In general, manganese in herbage decreases with increasing applications of nitrogenous fertilizer.

The size of the decrease depends on the type of fertilizer; the order is usually as follows: sulphate of ammonia < ammonium nitrate lime ('Nitro-Chalk') < calcium

nitrate and sodium nitrate (Chilean nitrate). In some cases sulphate of ammonia increases the manganese content.

7. The differences between nitrogenous fertilizers as for manganese in herbage are larger at low than at high pH. This corresponds with the asymptotic shape of the curve representing the relationship between these factors.

8. In general, phosphate and potassium fertilizers have no influence on manganese content of herbage. However, if phosphate raises yield considerably, there may be a decrease.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Auf etwa 100 Grünlandparzellen in der Umgebung von Leeuwarden (Marschboden) und auf derselben Anzahl von Parzellen in Südostfriesland (Geestboden) wurden Boden- und Pflanzenproben (zwei Schnitte) entnommen. In den Bodenproben wurden pH-KCl, die Gehalte an organischer Substanz und der Fraktionen < 16 Mikron, das austauschbare und aktive Mangan, die wasser- und zitronensäurelösliche Phosphorsäure, das in verdünnter Salzsäure lösliche Kalium und die C/N-Verhältnisse der organischen Substanz bestimmt. In den Pflanzenproben wurde der Mangangehalt ermittelt.

Die Wirkung der Mangansulfatdüngung auf den Mangangehalt des Wiesengrases wurde auf 7 Versuchsfeldern geprüft. Weiterhin wurde der Einfluss von Kalkdünger und Kupfersulfat (1 Versuchsfeld) und von verschiedenen Stickstoffdüngemitteln (11 Versuchsfelder) ermittelt.

Aus den Ergebnissen können nachfolgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Auf Geest- und Marschboden verringert sich bei ansteigendem pH der Mangangehalt von Gras und Klee; über pH-KCl 5,5 ist die Verringerung unbedeutend.
2. Auf Marschböden ist der Zusammenhang zwischen den pH-Werten und den Mangangehalten des Grases ausgeprägter wie auf Geestböden.
3. Die übrigen obenerwähnten Bodenmerkmale beeinflussen den Mangangehalt des Grases nicht.
4. Bei Düngung mit Mangansulfat wird gewöhnlich nur im ersten Grasschnitt ein deutlicher Einfluss auf den Mangangehalten erreicht. Die Wirkung des Düngemittels wird durch die Einarbeitung vor der Einsaat nicht gesteigert.
5. Eine Kupfersulfatdüngung bei niedrigem pH kann den Mangangehalt von Gras und Klee verringern.
6. Im allgemeinen verringert sich der Mangangehalt des Grases bei ansteigenden Stickstoffgaben. Das Ausmass der Verringerung ist von der Düngerart abhängig, die Reihenfolge ist meistens Ammoniumsulfat $<$ Kalkammonsalpeter $<$ Kalksalpeter und Natron- (Chili-) salpeter. Manchmal erhöht Ammoniumsulfat den Mangangehalt des Grases.
7. Bei niedrigem pH sind die Unterschiede zwischen den Stickstoffdüngemitteln hinsichtlich der Mangangehalte des Grases grösser wie bei hohem pH. Dies steht im

Zusammenhang mit dem asymptotischen Verlauf der Kurve, die den Verband zwischen diesen Faktoren zeigt.

8. Eine Düngung mit Phosphorsäure und Kalium hat gewöhnlich keinen Einfluss auf den Mangangehalt des Grases. Es kann jedoch eine Verringerung eintreten, wenn das Phosphat den Ertrag stark erhöht.

Literatuur

- BENTLEY, O. G. and P. H. PHILLIPS 1951 The effect of low manganese rations upon dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 34 (396-403).
- BORCHMANN, W. 1962 Der Mikronährstoffgehalt im Wiesenheu und seine Beeinflussung durch äussere Faktoren. Symp. 'Über die Mikronährstoffversorgung der Böden'. Deutsche Akad. Landw. Wissensch., Berlin 56 (127-145).
- BOSCH, S., J. V. D. GRIFT en J. HARTMANS 1965 Mangaanbehoefte bij opgroeiende en lacterende runderen. Meded. 278, IBS Wageningen.
- DEVUYST, A., M. VANBELLE et al. 1963 Le statut du manganèse des prairies belges et sa teneur dans les poils de nos races bovines. *Agricultura* 11 (451-466).
- DHEIN, A. und E. AHRENS 1962 Einfluss von Kulturmassnahmen auf den Spurenelementgehalt des Wiesenheues. *Z. Acker und Pflanzenbau* 114 (387-412).
- DIJKSHOORN, W. 1962 The effect of soil pH on manganese absorption by *Lolium perenne* L. Meded. 189, IBS, Wageningen.
- FLEMING, G. A. 1965 Trace elements in plants with particular reference to pasture species. *Outlook on Agric.* 4 (270-285).
- GROOT, A. J. DE 1957 Mangaangebrek in Nederland. *Landbk. Tijdschr.* 69 (564-573).
- HARTMANS, J. 1964 Verslag van een studiereis naar de Verenigde Staten van Amerika ter bestudering van enkele aspecten van de samenstelling van het rantsoen in verband met de gezondheid en produktiviteit van het rund. Versl. 32, IBS, Wageningen.
- HASLER, A. 1951 Über die Manganbedürftigkeit einiger Gräserarten. *Schweiz. Landw. Monatsh.* 29 (300-305).
- HASLER, A. und H. PULVER 1957 Zur Kenntnis des Mangangehaltes in Wiesenfutter. *Landw. Jahrb. Schweiz* 71 (457-472).
- HEMINGWAY, R. G. 1962 Copper, molybdenum, manganese and iron content of herbage as influenced by fertilizer treatments over a three-year period. *Brit. Grassland Soc. J.* 17 (182-187).
- HENKENS, CH. H. 1962 Sporenelementen op grasland. *Kali* 51 (42-48).

- KURMIES, B. 1955 Mangan in Wiesenheu. *Phosphorsäure* 15 (146-161).
- LAATSCH, W. 1954 Die Schwermetallernährung der Weidepflanzen in Schleswig-Holstein. Schriftenreihe Landw. Fakultät Univ. Kiel 10 (57-74).
- LEHR, J. J. 1955 Over stikstofbemesting van grasland en de invloed daarvan op de kwaliteit. Meded. Inl. Bur. Chilisalpeter 12 (1-11).
- McCONAGHY, S. et al. 1962 The effect on soils and herbage of nitrogenous fertilizers containing ammonium nitrate, applied regularly at varying levels. Res. exp. Rec. Minist. Agric. N. Ire 12, Part 1 (71-92). Geciteerd door Whitehead (1966a).
- MITCHELL, R. L. et al. 1957 Trace element uptake in relation to soil content. *J. Sci. Food Agric.* 8 suppl. (51-58). Geciteerd door Whitehead (1966a).
- POSTHUMA, M. 1960 De minerale samenstelling van gras III. Gestenc. Meded. 11, Rijkslandbouwconsulentschap Z.W. Friesland.
- REITH, J. W. S. and R. L. MITCHELL 1964 The effect of soil treatment on trace element uptake by plants. *Plant Analysis and Fertilizer Problems* 4 (241-254).
- SEEKLES, L. 1950 Mode of action and occurrence of trace elements in pasture and in the blood and liver of farm animals. *Loisya* (Symp. on trace elements in plant physiology, Waltham Mass., U.S.A.) 3 (119-139).
- WEHRMANN, J. 1955 Mangan, Kupfer und Kobalt in Pflanzen und Böden schleswig-holsteiner Weidegebiete. *Plant and Soil* 6 (61-83).
- WHITEHEAD, D. C. 1966a Nutrient minerals in grassland herbage. Mim. Publ. 1, Commonw. Agric. Bur.
- WHITEHEAD, D. C. 1966b Data on the mineral composition of grassland herbage. Tech. Rept. 4, Grassland Res. Inst., Hurley.

Bijlagen
Appendices
Beilagen

Bijlage 1. Resultaten van grondonderzoek van mangaan- en stikstofproefvelden en van Pr 1680.

Registra- tie nummer	Plaats	Grond- soort	Jaar van aanleg	pH-KCl	% orga- nische stof	% afslib- bare delen	Redu- ceerbaar Mn dpm
ZWF 624	Allingawier	duinzand	1955	6,4	6,2	7	42
ZWF 625	Heeg	klei	1955	5,1	22,5	47	432
NNH 2199	Heerhugowaard	klei	1961	6,7	13,3	17	65
Z 2159	Ellemeet	klei	1959	7,4	5,7	14	138
Z 2160	Poortvliet	klei	1959	6,6	9,1	33	31
IB 328	Slootdorp	zavel	1958	7,4	1,8	7	33
Z 2248	Duivendijke	klei	1960	7,4	4,2	22	99
Pr 1680	Bargercompascuum	veenkol.	1955	4,4	7,0	4	—
Pr 879	Suawoudé (Fr.)	veen	1946	5,1 *	45,0	—	—
Pr 899	Paterswolde (Dr.)	zand	1946	5,7 *	—	—	—
Pr 901	Paterswolde (Dr.)	zand	1946	5,8 *	—	—	—
Pr 989	Paterswolde (Dr.)	zand	1948	5,9 *	—	—	—
U 1101	Woudenberg	zand	1960	6,1	10,6	—	—
Pr 885	Sneek	klei	1946	4,9 *	35,0	40	—
Pr 890	Slaperstil (Gr.)	klei	1946	5,7 *	—	—	—
NGr 2548	Westernieland	klei	1960	6,7	6,0	14	—
NGr 2805	Warffum	klei	1962	6,4	12,5	35	—
NNH 2119	Nibbixwoud	klei	1960	6,5	11,6	20	—
Z 2249	Poortvliet	klei	1960	6,4	9,2	39	—

<i>Field number</i>	<i>Location</i>	<i>Soil type</i>	<i>Year of layout</i>	<i>pH-KCl</i>	<i>% organic matter</i>	<i>% particles < 16 μ</i>	<i>Reducible Mn p.p.m.</i>
-------------------------	-----------------	----------------------	---------------------------	---------------	---------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

* pH-H₂O

Appendix 1. Results of soil analyses of manganese and nitrogen field trials and of Pr 1680.

Beilage 1. Ergebnisse der Bodenanalyse auf Mangan- und Stickstoffversuchsfelder und auf Pr 1680.

Bijlage 2. Resultaten van grond- en gewasonderzoek van Pr 1635 (zandgrond).

Nr.	Grond										Gras		
	pH-KCl	% organische stof	% afslibbare delen	P-getal (water)	P-citroen	K-getal	reducerbaar Mn	uitwisselbaar Mn	C/N quotiënt	Mn mg/kg 1e snede	Mn mg/kg laatste snede	% N 1e snede	
1	5,2	9,2	7	6,8	76	14	131	28	13,3	159	200	—	
2	5,5	12,9	8	4,5	38	36	98	27	14,3	117	104	—	
3	4,7	10,8	7	2,5	18	14	66	21	12,7	255	270	—	
4	5,6	13,8	12	—	112	28	161	—	—	103	93	—	
5	5,4	19,0	12	6,5	98	12	131	—	—	194	222	—	
6	5,4	12,4	7	12,3	44	33	112	25	12,8	87	108	—	
7	5,0	7,0	3	11,8	55	23	51	16	10,7	123	135	—	
8	4,9	7,3	3	24,3	90	29	47	14	18,7	141	136	—	
9	5,9	14,0	7	15,8	115	31	154	—	—	84	125	—	
10	5,6	16,2	9	17,5	86	18	223	—	—	132	—	—	
11	5,5	9,6	5	10,8	49	29	115	—	—	108	115	—	
12	5,6	10,4	6	9,8	58	13	92	20	—	102	111	—	
13	5,0	13,1	6	14,0	66	22	69	29	14,4	223	236	—	
14	5,6	14,3	7	—	74	26	176	—	—	209	129	2,55	
15	4,9	13,4	6	6,0	16	28	65	25	13,1	204	193	—	
16	4,7	14,9	5	21,3	66	23	24	18	14,9	152	133	—	
17	4,9	7,5	10	8,5	69	11	23	8	15,6	209	258	—	
18	5,1	9,4	9	8,3	35	48	34	15	14,2	93	108	3,20	
19	5,0	12,9	6	18,0	37	15	68	14	16,3	138	186	—	
20	5,1	11,6	4	18,8	67	10	18	7	17,7	240	314	2,76	
21	5,6	8,1	3	11,3	55	12	25	9	—	80	104	—	
22	3,8	12,2	6	19,3	52	15	16	13	13,2	194	357	3,00	
23	5,9	7,4	4	7,3	43	30	58	16	—	72	240	—	
24	5,3	7,0	6	15,5	68	36	35	10	15,4	139	230	—	
25	5,0	8,0	6	9,5	57	41	103	12	15,2	122	132	—	
26	5,4	12,2	13	12,3	76	18	34	—	—	168	105	—	
27	5,7	11,4	10	11,3	81	17	206	—	—	110	131	—	
28	5,4	13,0	9	18,5	68	27	151	—	—	144	162	—	
29	5,4	12,9	12	9,3	66	40	200	41	—	126	140	—	
30	5,0	14,6	13	9,8	45	16	150	43	16,7	217	182	—	
31	5,1	14,3	10	16,5	96	18	120	26	—	228	159	—	
32	5,5	19,2	—	—	—	13	449	—	—	258	390	2,24	
33	5,7	—	—	—	—	—	754	—	—	163	286	—	
34	6,4	21,6	—	6,5	300	13	989	—	—	143	367	—	
35	6,0	25,1	—	—	—	13	413	—	—	129	254	—	
36	5,6	16,7	12	11,0	128	23	237	52	—	85	180	—	
37	5,6	10,5	9	22,5	116	113	121	26	—	109	104	—	
38	5,6	10,1	9	7,0	63	33	149	25	17,2	112	107	—	

No.

pH-KCl

% organic matter

% particles < 16 μ

P-number (water)

P-citric acid

K-number

reducible Mn

exchangeable Mn

C/N quotient

Mn mg/kg 1st cut

Mn mg/kg last cut

% N 1st cut

Soil

Grass

Nr.	Grond									Gras		
	pH-KCl	% organische stof	% afslibbare delen	P-getal (water)	P-citroen	K-getal	reducerbaar Mn	uitwisselbaar Mn	C/N quotiënt	Mn mg/kg 1e snede	Mn mg/kg laaiste snede	% N 1e snede
39	4,8	9,6	10	2,3	25	13	127	31	13,4	239	280	—
40	5,5	11,6	11	10,3	95	52	76	13	—	84	113	2,00
41	5,7	9,5	9	9,0	103	35	140	18	13,7	112	122	—
42	5,7	7,6	8	8,8	50	48	62	15	—	79	143	—
43	5,5	11,7	9	11,3	68	20	61	15	—	80	102	2,96
44	5,3	10,3	13	4,3	45	18	105	22	12,3	95	157	—
45	5,1	11,5	9	6,5	44	22	108	26	13,4	127	165	—
46	5,1	12,0	9	7,8	40	39	114	28	—	112	154	—
47	4,5	12,3	13	6,0	35	23	82	39	13,2	355	340	3,00
48	5,3	17,4	16	11,8	75	47	203	50	—	103	155	—
49	4,3	10,7	10	1,8	12	16	37	16	13,9	429	368	2,27
50	4,8	11,5	7	11,8	32	39	86	25	13,4	134	120	2,63
51	4,9	17,0	8	16,5	57	35	155	34	12,0	165	190	—
52	4,5	15,4	11	6,8	34	17	94	29	16,1	293	320	—
53	4,6	8,7	7	7,8	31	21	79	26	12,0	234	222	—
54	5,4	13,4	8	16,8	86	22	161	22	13,7	88	190	—
55	5,7	11,6	7	9,8	105	22	144	23	12,3	106	171	—
56	4,9	13,0	7	9,8	28	20	47	12	12,5	146	154	—
57	4,7	10,4	5	8,5	32	21	61	27	13,9	278	208	—
58	5,4	8,7	8	11,3	107	17	106	22	12,2	99	124	—
59	4,7	11,2	10	15,3	54	30	44	15	14,3	212	191	—
60	4,8	14,9	8	5,3	34	15	47	20	16,0	178	165	—
61	4,5	8,9	12	4,0	28	28	33	11	13,7	246	328	2,49
62	4,8	9,8	8	3,8	44	39	60	23	14,8	142	188	—
63	4,8	14,1	8	27,3	73	27	91	27	12,1	227	172	—
64	4,9	12,0	11	3,5	16	19	91	24	13,1	175	279	—
65	5,4	13,7	10	11,3	71	32	162	28	12,6	107	125	—
66	4,8	22,3	7	8,8	52	22	130	29	16,6	184	178	2,41
67	5,5	14,0	5	6,8	58	40	84	15	13,7	99	155	—
68	4,5	10,1	12	14,8	53	19	99	29	13,3	148	208	2,12
69	4,9	11,7	5	33,0	80	54	106	71	12,1	273	257	4,07
70	4,4	10,4	5	7,5	28	21	29	12	15,3	161	170	2,29
71	4,9	10,0	5	4,0	33	17	160	29	13,9	307	334	2,38
72	4,8	11,5	9	18,8	56	42	114	39	12,2	145	152	—
73	4,7	14,8	8	21,0	129	32	108	28	16,0	160	151	—
74	5,2	11,3	7	9,8	52	20	111	14	12,6	110	101	—
75	5,5	12,4	7	9,0	98	52	109	22	15,9	89	123	—

Appendix 2. Results of soil and plant analyses of Pr 1635 (sandy soils).

Beilage 2. Ergebnisse der Boden- und Gewächsanalysen von Pr 1635 (Sandböden).

Bijlage 3. Resultaten van grond- en gewasonderzoek, Drachten.

Nr.	Grond									Gras		
	pH-KCl	% organische stof	% afslibbare delen	P-getal (water)	P-citroen	K-getal	reducerbaar Mn	uitwisselbaar Mn	C/N quotiënt	Mn mg/kg 1e snede	Mn mg/kg laatste snede	% N 1e snede
1	5,7	8,0	9	8,0	52	33	110	18	11,3	96	116	—
2	5,8	8,4	10	8,8	77	27	176	31	11,1	111	—	—
3	5,7	10,0	7	8,5	88	61	116	17	12,7	103	—	—
4	6,0	8,0	7	8,3	104	31	94	6	12,3	52	92	—
5	4,9	7,9	7	6,0	38	39	76	20	14,0	141	—	2,73
6	5,7	11,3	14	18,0	129	64	206	15	12,7	71	55	—
7	5,5	9,7	10	7,3	78	24	129	10	13,0	74	67	—
8	5,7	8,9	9	8,3	63	36	121	9	12,2	88	95	—
9	5,3	10,7	6	16,5	93	14	117	14	13,4	96	80	—
10	5,7	19,6	18	20,5	137	19	255	26	12,7	134	114	—
11	4,5	65,2	12	41,0	131	—	252	118	17,7	407	292	3,21
12	4,5	48,0	11	24,8	109	—	165	90	17,4	279	—	2,11
13	4,5	24,4	6	36,3	91	25	140	35	16,7	284	157	4,51
14	5,5	6,3	5	14,5	67	43	15	4	20,2	80	—	—
15	6,3	21,5	9	37,8	166	49	205	22	11,7	84	79	—
16	4,7	8,2	5	8,8	56	26	47	11	13,5	166	—	2,72
17	5,5	6,6	5	3,3	62	59	15	3	19,6	96	—	—
18	5,6	9,8	5	4,8	71	28	48	12	14,7	79	—	—
19	5,5	9,8	7	5,0	70	21	203	22	13,8	103	—	—
20	5,7	53,6	—	—	53	—	177	—	—	124	—	—
21	5,8	22,5	13	16,5	243	32	649	59	12,9	132	—	—
22	4,6	5,8	4	3,5	53	37	—	—	24,7	93	86	2,34
23	5,6	13,4	8	10,3	66	37	84	6	13,5	52	67	—
24	5,6	12,4	11	6,5	107	19	128	10	13,8	70	74	—
25	5,8	12,9	13	9,0	115	68	333	16	15,0	108	—	—
26	5,9	11,8	9	6,3	120	54	250	34	13,8	76	—	—
27	5,8	13,7	10	5,3	131	35	184	25	15,6	86	—	—
28	5,7	14,7	7	5,5	87	34	152	19	16,8	98	58	—
29	5,9	24,2	9	4,0	124	21	672	42	14,5	134	—	—
30	5,8	9,8	6	5,3	58	44	80	12	12,4	87	—	—

Appendix 3. Results of soil and plant analyses, Drachten.

Beilage 3. Ergebnisse der Boden- und Gewächsanalysen, Drachten.

Bijlage 4. Resultaten van grond- en gewasonderzoek, Leeuwarden.

Appendix 4. Results of soil and plant analyses, Leeuwarden.

Beilage 4. Ergebnisse der Boden- und Gewächsanalysen, Leeuwarden.

Nr.	Grond							Gras	
	pH-KCl	% orga- nische stof	% afslib- baar	P- getal (water)	P- citroen	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	redu- ceerbaar Mn	Mn mg/kg le snede	Mn mg/kg laatste snede
1	6,7	17,5	43	15,8	141	67	220	23	46
2	6,7	14,1	36	8,3	91	44	222	14	41
3	6,7	16,1	39	14,0	92	112	220	59	—
4	5,0	18,4	36	18,0	46	53	125	192	220
5	5,3	16,0	39	12,0	63	49	106	223	237
6	5,2	15,1	39	17,0	61	42	136	159	227
7	5,4	12,4	44	12,0	66	77	87	142	—
8	5,7	11,7	38	7,5	69	80	88	101	75
9	5,4	9,2	16	9,5	33	22	62	104	—
10	6,7	11,5	24	22,0	184	88	89	39	—
11	6,6	14,0	27	27,0	139	97	99	32	—
12	6,3	4,2	23	6,0	53	39	80	52	—
13	5,8	10,2	28	34,8	82	43	112	72	—
14	4,8	23,9	44	15,3	79	52	154	332	270
15	5,3	17,2	44	19,0	56	47	151	157	114
16	5,2	17,0	37	16,0	58	50	118	136	—
17	5,1	18,8	36	8,0	39	43	120	121	118
18	6,8	15,7	50	5,0	113	92	359	31	—
19	5,6	10,8	25	18,0	55	21	102	90	—
20	6,8	20,0	25	4,5	97	183	191	173	—
21	6,8	6,5	19	14,8	200	65	149	34	50
22	6,9	16,9	42	3,0	92	75	408	30	—
23	5,7	15,1	34	44,0	115	96	142	58	71
24	5,6	10,1	26	19,0	64	35	127	57	—
25	4,8	13,8	36	8,0	39	40	113	279	276
26	4,8	17,9	43	9,0	59	47	189	417	406
27	4,4	18,6	39	9,5	35	39	140	355	316
28	5,3	20,4	39	17,5	63	112	161	118	120
29	6,2	17,8	39	23,0	170	82	150	107	—
30	5,6	20,3	33	19,0	69	79	212	80	111
31	6,1	17,3	36	22,5	101	112	161	105	—
32	6,0	12,7	39	12,5	98	66	102	55	75
33	5,9	14,9	32	20,3	111	62	96	62	76
34	6,5	6,3	51	5,5	66	54	266	30	—
36	5,8	2,3	25	1,8	36	22	137	55	99
37	6,2	8,5	24	12,3	83	58	133	35	—

No.	pH-KCl	% organic matter		P- number (water)	P- citric acid	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	reducible Mn	Mn	Mn
		< 16 μ	> 16 μ					mg/kg 1st cut	mg/kg last cut
							Soil		
							Grass		

Vervolg bijlage 4 / Appendix 4 continued / Fortsetzung Beilage 4.

Nr.	Grond							Gras	
	pH-KCl	% organische stof	% afslibbaar	P-getal (water)	P-citroen	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	reducerbaar Mn	Mn mg/kg 1e snede	Mn mg/kg laatste snede
38	5,9	12,2	28	13,5	91	35	113	89	114
39	6,2	12,2	28	15,0	49	67	97	59	73
40	6,4	9,5	33	8,3	72	45	97	43	—
41	5,7	8,8	26	14,0	43	61	117	94	104
42	5,3	12,5	27	10,3	32	49	103	128	132
43	5,4	11,0	21	9,8	33	44	72	91	56
44	5,3	9,7	32	4,5	40	41	78	85	130
45	5,6	12,4	38	4,8	27	34	92	58	113
46	6,1	15,8	43	23,5	121	42	105	25	54
47	5,2	13,9	30	26,0	91	32	156	80	118
48	5,7	10,3	21	27,0	67	81	123	38	72
49	5,9	15,6	46	24,0	106	59	187	45	—
50	5,9	10,8	27	15,3	105	41	115	39	—
51	6,4	7,8	30	22,0	113	69	129	34	77
52	6,1	11,7	27	15,5	84	55	98	39	79
53	6,1	3,6	32	3,5	55	35	139	25	83
54	6,2	9,0	23	19,3	66	62	75	30	—
55	6,0	9,1	23	27,0	75	48	84	66	109
56	6,3	8,2	26	24,0	92	56	68	28	89
57	6,2	10,3	28	23,0	96	38	101	38	—
58	6,4	14,0	33	26,0	139	50	75	21	—
59	5,5	9,1	32	14,0	63	38	77	91	122
60	5,3	9,3	25	9,0	52	29	100	153	—
61	5,3	8,5	30	17,0	67	30	74	123	100
62	5,5	10,2	28	15,8	51	32	75	47	—
63	5,9	11,7	30	18,5	66	43	90	31	91
64	5,8	10,1	27	8,0	64	43	83	168	—
65	5,6	10,0	26	20,3	58	43	92	47	—
66	5,7	8,9	28	12,8	56	26	81	54	125
67	6,2	7,4	25	5,3	35	20	75	74	—
68	6,6	3,3	21	1,5	35	14	89	30	69
69	5,2	18,1	33	12,0	80	30	142	194	178
70	4,8	17,5	31	15,0	74	42	169	281	383
71	6,0	12,6	30	14,0	69	30	121	65	79
72	5,9	8,6	20	8,5	45	29	101	42	81
73	5,8	12,8	24	28,0	135	56	82	47	114
74	6,2	12,2	22	36,0	121	80	83	—	—
75	6,2	22,8	24	13,0	67	43	97	45	114

No.	pH-KCl	% organic matter		P-number < 16 μ (water)	P-citric acid	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	reducible Mn	Mn mg/kg	
		%	particles					1st cut	last cut

Soil Grass

Vervolg bijlage 4 / Appendix 4 continued / Fortsetzung Beilage 4.

Nr.	Grond							Gras	
	pH-KCl	% organische stof	% afslibbaar	P-getal (water)	P-citroen	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	reducerbaar Mn	Mn mg/kg 1e snede	Mn mg/kg laatste snede
76	5,5	21,3	29	17,3	63	39	128	103	84
77	5,0	28,2	33	12,3	66	62	89	82	88
78	5,6	16,8	30	18,3	65	64	159	90	79
79	5,4	12,0	31	19,0	88	36	137	73	107
80	5,1	17,9	34	6,0	26	35	48	151	91
81	5,1	11,8	26	10,5	76	80	81	415	181
82	4,9	14,9	26	9,3	38	28	115	127	85
83	5,0	14,9	30	15,0	80	47	120	—	96
84	5,0	17,4	31	25,0	111	36	151	196	138
85	5,6	12,0	30	7,3	66	38	78	136	—
86	5,7	17,4	36	8,8	107	39	166	142	—
87	5,4	20,2	34	8,0	44	62	142	99	—
88	5,6	18,9	29	9,0	30	62	125	69	—
89	6,0	15,7	18	2,8	22	30	146	98	—
90	6,3	14,2	27	22,0	63	182	143	44	60
91	5,4	15,1	30	20,5	104	62	87	98	107
92	6,1	19,2	29	46,5	134	120	97	29	—
93	6,1	17,5	33	27,5	93	106	131	40	—
94	5,7	15,5	34	27,5	86	44	99	30	108
95	5,9	13,3	33	11,0	63	50	154	79	85
96	5,6	14,3	27	7,0	69	48	80	—	—
97	6,3	12,5	31	23,0	84	54	91	44	—
98	5,6	13,2	26	22,0	73	40	101	73	116
99	6,0	15,1	32	19,0	88	45	148	61	104
100	5,5	10,2	31	35,0	93	59	137	82	103
101	5,5	13,1	27	40,0	128	77	108	79	91
102	5,3	13,9	30	32,0	132	68	94	—	76
103	4,8	15,7	38	8,0	40	37	155	361	201
104	6,1	10,8	20	48,0	138	97	68	38	58
105	5,5	19,3	42	18,0	67	99	147	97	142
106	6,9	7,4	21	6,1	78	29	110	42	68
107	6,6	10,5	19	16,5	100	69	87	20	45
108	5,9	21,0	22	14,0	104	68	360	137	232
109	6,5	17,0	16	19,0	100	51	116	48	92

No.	Soil							Grass	
	pH-KCl	% organic matter	% particles < 16 μ	P-number (water)	P-citric acid	K-HCl (K ₂ O mg/100 g)	reducible Mn	Mn mg/kg 1st cut	Mn mg/kg last cut

