

CODEN: IBBRAH (1-82) 1-20 (1982)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 1-82

DE BETEKENIS VAN DE ZUURGRAAD VAN DE GROND EN DE FOSFAAT- EN
KALIVOOZRIENING VAN GRASSPORTVELDEN

*With a summary: The significance of soil pH and the supply of phosphorus
and potassium to sports turf*

door

F. RIEM VIS

1982

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-82 (1982) 20 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. De bemestingstoestand van de zodelaag	4
3. Zuurgraad van de grond	6
4. Fosfaat en kali	10
5. Het bemestingsadvies	13
6. Invloed van zodebezanding op de bemestingstoestand	14
7. Samenvatting	16
8. Summary	17
9. Literatuur	18

1. INLEIDING

In 1971 werd een onderzoek gestart naar de optimale pH en de optimale voorziening met fosfaat en kali voor grassportvelden. Doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in de eisen die gras onder sportveldomstandigheden aan de bemestingstoestand van de grond en aan de bemesting stelt.

Er was een bemestingsadvies op basis van grondonderzoek, opgesteld door de werkgroep Bemesting Sport- en Speelvelden (1970 a, b), waarin Grontmij, Heidemij, KNVB en NSF vertegenwoordigd zijn. Het advies voor de onderhoudsbemesting op bestaande velden toonde veel overeenkomst met dat voor produktiegrasland. Het advies voor bemesting bij de aanleg van nieuwe velden was vooral gericht op het op peil brengen van de kalk- en fosfaattoestand van de grond.

Het onderzoek door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid bestond uit enkele proeven met fosfaat- en kalihoeveelheden op bestaande sportvelden in de gemeente Haren en een proef met pH-niveaus op een nieuw ingezaaid veld met een verschraalde toplaag op het instituutsterrein.

Enkele stikstofproeven leverden aanvullende gegevens.

In dit rapport worden de resultaten van het eigen onderzoek besproken en vergeleken met literatuurgegevens.

2. DE BEMESTINGSTOESTAND VAN DE ZODELAAG

Knol (1970) geeft een overzicht van de bemestingstoestand van grassportvelden in Nederland aan de hand van de resultaten van 3500 grondanalyses, over de periode april 1968 tot april 1970. In tabel I is aangegeven bij welk percentage van de onderzochte velden volgens de door de werkgroep Bemesting Sport- en Speelvelden vastgestelde normen geen bemesting gegeven hoefde te worden.

TABEL I. Percentage van de onderzochte velden waarbij bemesting niet nodig was, naar Knol (1970).

TABLE I. Percentage of fields on which no fertilization was required (after Knol, 1970).

		zandgrond (n = 2600)	kleigrond (n = 900)
kalk	(pH-KCl > 4,7)	86	96
fosfaat	(P-AL > 45 mg/100 g)	28	23
kali	(K-get > 26)	48	80
magnesium	(MgO > 40 mg/kg)	87	98

De pH en de magnesiumtoestand van de grond waren bij bijna alle velden goed tot hoog, het percentage velden met een goede kalitoestand was vooral op zandgrond aan de lage kant; slechts een kwart van alle velden had een goede fosfaattoestand.

Een soortgelijk overzicht geeft Buring (1979) voor West-Duitsland. Doordat andere bepalingsmethoden en andere grenswaarden werden gebruikt, zijn de uitkomsten niet geheel vergelijkbaar (tabel II).

De pH was in het merendeel van de gevallen ook goed tot hoog, de voor-

TABEL II. Grassportvelden in West-Duitsland met een goede bemestings-toestand naar Biring (1979), in procenten (n = 1150).

TABLE II. Grass sports fields in Western Germany with good soil fertility, after Biring (1979), in percentages (n = 1150).

	%
kalk (pH-KCl > 5,4)	77
fosfaat (> 21 mg P ₂ O ₅ /100 g)	43
kali (> 31 mg K ₂ O/100 g)	5
magnesium (> 15 mg MgO/100 g)	11

ziening met kali en magnesium was echter veel minder goed dan in Nederland. Toch is er ook in Nederland voldoende aanleiding om aandacht te schenken aan de bemestingstoestand van de grond en de bemesting bij grassportvelden.

In het volgende worden de verschillende grootheden afzonderlijk besproken.

3. ZUURGRAAD VAN DE GROND

Het onderzoek is overwegend gebaseerd op het gebruik van al dan niet zuurwerkende meststoffen, waardoor op den duur verschillen in pH van de grond ontstaan. In de literatuur wordt vaak niet aangegeven hoe de pH werd bepaald, wat de vergelijking van onderzoekresultaten bemoeilijkt.

Escritt en Lidgate (1964) noemen onderstaande effecten van verschil in pH:

pH-H ₂ O	
4,0	6,0
geen wormen	veel wormen
viltvorming	geen vilt
stevige grond	slappe grond
droogtegevoelig	veel onkruiden
weinig grasgroei	schimmelziekten

Deze invloeden van de zuurgraad van de grond op bodem en gras worden door onderzoekingen in Duitsland en elders bevestigd (Landwirtschaftskammer Rheinland, 1971; Sieber, 1970; Skirde, 1970; Schmidt, 1978; Köck, 1978). Met betrekking tot het optreden van schimmelziekten moet echter enig voorbehoud worden gemaakt omdat vooral sneeuwschimmel (*Fusarium nivale*) ook bij lage pH ernstige schade kan veroorzaken (Riem Vis, 1981).

Veel grassoorten voor grasvelden die min of meer intensief worden gebruikt en onderhouden, kunnen zich binnen een vrij ruim pH-traject goed ontwikkelen (Ricke, 1970; Bradshaw, 1962). Het is echter gebleken dat de concurrentieverhoudingen tussen grassoorten sterk wordt beïnvloed door de pH van de grond. Verschillende onderzoekingen hebben schijnbaar tegenstrijdige resultaten opgeleverd. Dit houdt verband met in het bestand

aanwezige agressieve grassoorten. Engels raaigras (*Lolium perenne*) zal bij hoge pH vaak overheersen (Skirde, 1970, Riem Vis, 1980). Struisgras (*Agrostis tenuis*) zal in concurrentie met ruwbeemdgras (*Poa trivialis*) en Engels raaigras bij lage pH kunnen domineren (Riem Vis, 1980). Schmidt (1978) vond echter bij alkalische bemesting een toename van struisgras in een grasmengsel met roodzwenkgras (*Festuca rubra*) en veldbeemdgras (*Poa pratensis*).

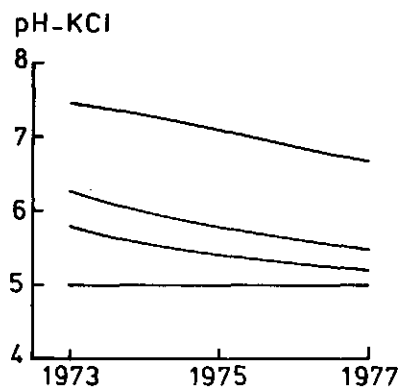
Het gebruik van grasvelden (soort sport, maaihogte) is bepalend voor de gewenste grassoorten in het bestand. Voor voetbalvelden staat Engels raaigras met een hoge betredingsresistentie hoog aangeschreven. Ook voor hockeyvelden neemt de belangstelling voor Engels raaigras toe, sinds minder snel groeiende rassen beschikbaar zijn. Voor siergazons en golfgreens zijn struisgras en roodzwenkgras, soorten die een dichte, fijne zode vormen en goed bestand zijn tegen kort maaien, echter favoriet. Behalve de gewenste grassoorten wordt ook het overal aanwezige straatgras (*Poa annua*) beïnvloed door de pH. Tussen fijne grassen wordt de aanwezigheid van straatgras niet op prijs gesteld. Doordat het zich gemakkelijk in open plekken vestigt levert het echter op intensief bespeelde sportvelden een wezenlijke bijdrage aan de begroeiing. Bij lage pH kan straatgras echter niet concurreren met struisgras, roodzwenkgras en veldbeemdgras (Versteeg en Kamp, 1981).

Aangezien de pH van de grond invloed heeft op de concurrentie tussen grassoorten kan regulering ervan een bijdrage leveren aan het vormen en in stand houden van het gewenste grasbestand. Voor siergazons en golfgreens met een bestand van struisgras en roodzwenkgras zal dan naar een pH-KCl van onstreeks 4,5 worden gestreefd, voor voetbal- en hockeyvelden met Engels raaigras en veldbeemdgras naar pH-KCl 5-5,5.

In het eigen onderzoek werden bij de aanleg van een proef in de laag 0-20 cm pH-niveaus van pH-KCl 5 tot 7 aangebracht. De ontwikkeling van het gras verliep aanvankelijk sneller naarmate de pH hoger was. Bij de lage pH-waarden ontwikkelde zich spontaan roodzwenkgras en struisgras, waarvan het laatste zich ook op de lange termijn handhaafde. Overigens was na enkele jaren geen zichtbaar verschil meer aanwezig tussen de pH-trappen. Dit kan verband houden met de gezaaide grasmengsels; op de ene helft van de proef domineerde Engels raaigras, op de andere veldbeemd-

gras en straatgras. Omdat geen extreem lage pH's voorkwamen konden al deze grassoorten zich goed handhaven.

Een belangrijke waarneming was de daling van de pH van de bovenste 5 cm in de tijd, die sneller verliep naarmate de uitgangstoestand hoger was (Riem Vis, 1980). De vrije kalk die bij de hoogste trap in de grond aanwezig was, werkte echter als buffer en remde de pH-daling af (fig. 1). In de laag 5-20 cm veranderde de pH zeer weinig, in de laag 20-40 cm steeg de pH sterker naarmate de pH in de bovenlaag hoger was. Het sterk verhogen van de pH bij de aanleg van grasvelden is door de verplaatsing van kalk naar de ondergrond niet aantrekkelijk, aangezien omstreeks 90 procent van de totale wortelmassa in de laag 0-5 cm geconcentreerd is (Boeker, 1974) en daarvan dus niet profiteert.



Figuur 1. Invloed van de hoogte van de uitgangs-pH op het pH-verloop in de tijd.

Figure 1. Influence of initial pH-level on pH during a number of years.

Bij andere proeven op het terrein van het instituut werd de pH beïnvloed door het gebruik van meer of minder zuur werkende stikstofmeststoffen en door het oppervlakkig toedienen van zwavel of kalk. Twee van deze proeven waren aangelegd om het effect van verschillende stikstofvormen, waaronder zwavelzure ammoniak en met zwavel omhulde ureum, te toetsen. Toen zich verschillen in botanische samenstelling en in aantasting van het gras door sneeuwschimmel (*Fusarium nivale*) aftekenden, werd een derde proef aangelegd om de invloed van de pH en van bemesting met zwavel op de schimmelaantasting te onderzoeken. Deze proeven bevestigden de in het

literatuuroverzicht genoemde pH-effecten, namelijk verhoging van het percentage struisgras, versterkte viltvorming, grotere droogtegevoelighed, vastere grond en weinig of geen activiteit van regenwormen bij gebruik van zuurwerkende meststoffen. De hierbij optredende sterke aantasting van het gras door *Fusarium nivale* is ten dele in strijd met het onderzoek van anderen. Enkele onderzoekers maken echter ook melding van meer schimmelaantasting bij lage pH (Nissinen, 1970; Sieber, 1970, 1971). In het algemeen kan gesteld worden dat grassen gevoeliger worden voor infecties onder extreme omstandigheden zoals lage en hoge pH of lage en hoge stikstofvoorziening. Daar komt bij dat bij lage pH het aandeel van gevoelige grassoorten als struisgras en roodzwenkgras in het bestand toeneemt. Bovendien kan de viltlaag, die vooral onder zure omstandigheden wordt gevormd als voedingsbodem voor facultatief parasitaire schimmels, waaronder *Fusarium nivale*, dienen.

4. FOSFAAT EN KALI

Uit de tabellen I en II kan worden afgeleid dat bemesting met fosfaat en kali op veel sportvelden in Nederland en Duitsland nodig is. De indruk bestaat echter dat in de gehanteerde normen relatief hoge eisen aan de fosfaat- en kalitoestand van de grond worden gesteld. In de literatuur wordt gewezen op de betekenis van fosfaat en kali voor de groei van het gras, de botanische samenstelling van de zode en de weerstand van het gras tegen droogte, koude, ziekten en betreding. Gunstige effecten van bemesting van grasvelden met fosfaat of kali werden echter overwegend in zand- of watercultures vastgesteld. Escritt en Legg (1970) constateerden bij langlopende proeven dat het gras vele jaren in goede conditie bleef wanneer uitsluitend met stikstof werd bemest. Na lange tijd kon een positief effect van fosfaatbemesting worden aangenomen, het duurde echter meer dan twintig jaar voordat een gunstige invloed van kali werd gevonden, in de vorm van een verhoogde droogteresistentie van het gras. Ook de Grontmij (1975) vond bij een uitputtingsproef over vijf jaar geen invloed van kalibemesting. Hoewel gras een zekere behoefte aan fosfaat en kali heeft kan uit het voorgaande worden afgeleid dat onder sportveldomstandigheden de grond in veel gevallen voldoende voedingsstoffen levert om in deze behoefte te voorzien. Het maakt daarbij echter wel verschil of het gemaaid gras wel of niet wordt afgevoerd.

Speciaal in Duitsland wordt geadviseerd de bemesting met fosfaat en kali bij een gegeven N-bemesting af te stemmen op de verhouding tussen de gehalten aan stikstof, fosfaat en kali in het gras. Tabel III laat zien dat verschillende onderzoekers tot overeenkomstige resultaten kwamen. Volgens de gemiddelde verhouding zou bij een stikstofgift van 150-250 kg N ha⁻¹.jr⁻¹ 60-100 kg P₂O₅ en 120-200 kg K₂O ha⁻¹.jr⁻¹ gegeven moeten worden. Dergelijke hoge giften worden in Nederland alleen bij een lage tot zeer lage fosfaat- en kalitoestand van de grond geadviseerd. Bij herhaalde toepassing zal de bemestingstoestand van de grond onnodig hoog worden.

TABEL III. Gewenste verhouding tussen voedingsstoffen op basis van gewas-analyses.

TABLE III. Recommended ratio between nutrients, based on crop analyses.

auteur	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O
Adams, 1980	1 : 0,1 : 0,7
Büiring, 1979	1 : 0,6 : 0,7
Goss en Gould, 1968	1 : 0,3 : 0,7
Skirde en Kern, 1971	1 : 0,4 : 0,9
Mühlschlegel en Mehnert, 1974	1 : 0,4 : 0,8
Schweizer, 1974	1 : 0,3 : 0,7
Sieber, 1971 met grasafvoer	1 : 0,5 : 0,6
zonder grasafvoer	1 : 0,3 : 0,4
Skirde, 1973	1 : 0,3 : 0,8
Skirde, 1974	1 : 0,4 : 1,0
eigen onderzoek	1 : 0,2 : 0,8
gemiddeld	1 : 0,4 : 0,8

In het eigen onderzoek namen wij enkele proeven met fosfaat- en kalihoeveelheden op sportvelden, waarvan de fosfaattoestand van de grond varieerde van laag tot hoog en de kalitoestand goed was. Gedurende drie jaren werd geen enkele invloed van de bemesting op de dichtheid van de zode, de kleur en ontwikkeling van het gras en de botanische samenstelling van het grasbestand waargenomen.

In een bestaande proef met stikstofhoeveelheden en betredingsintensiteiten werden in de herfst van 1978 kalihoeveelheden ingevoerd. De daarop volgende winter was streng en het veld was langdurig bedekt met sneeuw. Tabel IV toont de invloed van kalibemesting en betreding op de zodedichtheid en de graslengte na de winter. Er werd geen invloed van de kalibemesting op de zodedichtheid of de grasgroei gevonden, waarbij moet worden opgemerkt dat de kalitoestand van de grond goed tot hoog was. De

TABEL IV. Invloed van kalibemesting en betreding op zodedichtheid en graslengte na de winter.

TABLE IV. Effect of potassium fertilization and artificial wear on ground cover and grasslength after winter.

	K ₂ O kg.ha ⁻¹	aantal passages met betredings- rol per week				
		0	2	4	6	gem.
<i>zodedichtheid</i>						
<i>(laag cijfer = holle zode)</i>						
	0	5,4	4,9	4,2	3,7	4,6
	80	5,4	4,7	4,2	3,4	4,4
	160	5,4	4,8	4,1	3,6	4,5
	240	5,4	5,0	4,0	3,5	4,5
	gem.	5,4	4,8	4,1	3,6	
<i>graslengte (cm)</i>						
	0	5,2	4,6	3,6	3,6	4,2
	80	5,4	3,8	4,0	3,8	4,2
	160	4,8	4,0	3,8	3,6	4,0
	240	5,2	4,0	4,0	3,6	4,2
	gem.	5,2	4,0	3,8	3,6	

resultaten wijzen er echter op dat onder de gegeven omstandigheden de betekenis van kalibemesting voor de betredingsresistentie, winterhardheid en gevoeligheid voor schimmelziekten van het gras minder groot was dan in de literatuur wordt aangegeven (Adams en Twersky, 1960; Årsvoll en Larsen, 1977; Beard, 1973; Büring, 1979; Welling, 1976).

Op het gebied van fosfaatbemesting werd na de eerder genoemde proeven op sportvelden geen nader onderzoek gedaan.

5. HET BEMESTINGSADVIES

Zoals vermeld in de inleiding werd door de Werkgroep Bemesting Sport- en Speelvelden (1970 a en b) een advies voor bemesting op basis van grondonderzoek opgesteld. Het advies voor de bemesting van bestaande velden toont sterke gelijkenis met dat voor produktiegrasland.

De bemesting met kalk, fosfaat en kali is op sportvelden als kostenfactor van weinig betekenis. Aan de andere kant is de behoefte aan deze voedingselementen gering wanneer het gemaaide gras niet wordt afgevoerd, zoals in veel gevallen gebruikelijk is. Aan de hand van de resultaten van het eigen onderzoek werd een kritische beschouwing aan het bemestingsadvies gewijd (Riem Vis, 1974). Gesteld werd dat de normen voor fosfaat en kali verlaagd zouden kunnen worden en dat hogere eisen voor de pH mogelijk gunstig zouden zijn. Momenteel is een herziening van de adviesbasis in voorbereiding, waarbij met deze aanbevelingen rekening zal worden gehouden.

6. INVLOED VAN ZODEBEZANDING OP DE BEMESTINGSTOESTAND

In 1971 werd een twee-factorenproef aangelegd met als proefvariabelen stikstofhoeveelheid en frequentie van grasafvoer, elk in vijf trappen. In 1977 werd de frequentie van grasafvoer vervangen door zodebezanding waarbij het object waar het gras niet werd afgevoerd, niet werd bezand en dus ongewijzigd werd voortgezet. Grondanalyses bieden de mogelijkheid de invloed van deze factoren op de bemestingstoestand van de grond na te gaan. Interacties tussen stikstofhoeveelheid en grasafvoer of zodebezanding konden niet betrouwbaar worden aangetoond; daarom worden alleen de hoofdeffecten besproken. Tabel V toont de invloed van grasafvoer en zodebezanding berekend uit de lineaire regressie, over de jaren 1973-1980.

TABEL V. Verlaging van de fosfaat- en kalistoestand van de laag 0-5 cm door steeds afvoeren van het gemaaid gras, respectievelijk zodebezanding naar $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$.

TABLE V. Lowering of the phosphorus and potassium status of the 0-5 cm layer following consistent removal of clippings or topdressing with 30 m^3 sand per ha per year.

Grasafvoer				Zodebezanding			
jaar	P-AL	K-geh.	K-getal	jaar	P-AL	K-geh.	K-getal
1973	+ 0,4	- 1,9	- 4,3	1977	- 2,0	- 0,7	+ 0,5
1974	- 0,6	- 4,7	- 7,2	1978	- 3,1	- 0,7	+ 2,1
1975	+ 3,0	+ 3,4	+ 4,1	1979	- 4,2	- 0,8	+ 2,9
1976	- 3,3	- 6,9	- 7,6	1980	- 5,5	- 1,0	+ 2,7

Grasafvoer verlaagde de bemestingstoestand van de grond behalve in het jaar 1975 dat schijnbaar afwijkende gegevens leverde. De verlaging was bij kali sterker dan bij fosfaat, wat verband zou kunnen houden met de

gehalten in het gras die voor kali bij 3-4% en voor fosfaat bij circa 1% van de drogestof liggen.

Ook zodebezanding verlaagde de fosfaat- en kaligehalten van de toplaag. Het fosfaatgehalte daalde evenredig met het humusgehalte, bij het kali-gehalte was dit echter niet het geval, zoals blijkt uit tabel VI.

TABEL VI. Grondanalyse, november 1980.

TABLE VI. Results of soil analysis, November 1980

	zand, m ³ .ha ⁻¹ .jr ⁻¹				
	0	30	60	90	120
gloeiverlies (%)	5,5	4,7	4,0	3,4	2,8
P-AL (mg.100 g ⁻¹)	41	38	31	23	21
K-HCl(mg.100 g ⁻¹)	19	18	17	16	15
K-getal	32	35	37	40	42
g P ₂ O ₅ per kg org. stof	7,4	8,1	7,8	6,8	7,5
g K ₂ O per kg org. stof	3,4	3,8	4,2	4,7	5,4

Doordat het kaligehalte minder sterk daalde dan het humusgehalte, steeg het K-getal bij toenemende hoeveelheden zand. Het K-getal werd berekend volgens
$$\text{K-getal} = \frac{10 \text{ K-HCl}}{a \times \% \text{ humus}}$$
 waarin a bij de gegeven humusgehalten varieert van 1,2 tot 1,1. Uitgedrukt in g per kg organische stof bleef het fosfaatgehalte constant maar steeg de hoeveelheid kali bij opklim-mende zandhoeveelheden.

De fosfaat- en kaligehalten van het gebruikte zand waren uiterst laag, circa 1 mg.100 g⁻¹ voor beide. Zodebezanding geeft blijkbaar een ver-hoogde opneembaarheid voor kali.

7. SAMENVATTING

Aan de hand van literatuurgegevens en de resultaten van eigen onderzoek werden de eisen die grasvelden aan de pH van de zodelaag en aan de voorziening met fosfaat en kali stellen besproken.

De invloed die de pH van de grond heeft op de concurrentieverhoudingen tussen grassoorten en de onkruidbezetting maakt dat regulering van de pH bij kan dragen tot het ontwikkelen en in stand houden van het gewenste grasbestand. Voor sportvelden waar Engels raaigras domineert, dient de pH-KCl tenminste 5 te zijn terwijl bij siergazons en golfgreens met overwegend gewoon struisgras en roodzwenkgras, de pH-KCl niet hoger dan 4,5 zou mogen zijn.

De invloed van de pH op het optreden van schimmelziekten is niet helemaal duidelijk. In het algemeen zou gezegd kunnen worden dat zowel hoge als lage waarden een nadelig effect kunnen hebben.

Gunstige effecten van bemesting met fosfaat of kali werden voornamelijk in zand- of watercultures vastgesteld. Onder veldomstandigheden werd dit slechts incidenteel of na lange tijd van uitputting waargenomen. Cultuurmaatregelen die in dit verband aandacht verdienen zijn het wel of niet afvoeren van het gemaaide gras en zodebezanding.

Bezanden met humusarm zand had tot gevolg dat het fosfaatgehalte (P-AL) van de grond evenredig met het humusgehalte daalde. Het kaligehalte (K-HCl) daalde echter minder sterk dan het humusgehalte met als gevolg dat het K-getal, berekend volgens
$$\text{K-getal} = \frac{10 \text{ K-HCl}}{a \times \% \text{ humus}}$$
 steeg naarmate meer zand werd toegediend.

Op basis van de geldende adviesnormen zou na zodebezanding meer fosfaat, maar minder kali gegeven moeten worden.

8. SUMMARY

Requirements of sports turf regarding pH and phosphorus and potassium supply are discussed on the basis of our own research and information from literature.

Because pH affects competition among species of grasses and weeds, modification of the pH may contribute to the development and maintenance of the desired botanical composition of the sward. On sports turf where perennial ryegrass (*Lolium perenne*) is predominant, pH-KCl should at least be 5.0, whereas on ornamental turfs and golf greens with mainly colonial bentgrass (*Agrostis tenuis*) and chewings fescue (*Festuca rubra commutata*) pH-KCl should not exceed 4.5.

The effect of pH on fungal diseases varies; high as well as low values may have negative effects.

Favourable effects of phosphorus and potassium fertilization were observed mainly in sand or hydro-culture experiments. In the field, this was only the case incidentally or after a long period of depletion. Maintenance practices affecting soil fertility are removal of clippings, topdressing and nitrogen fertilization.

Topdressing with pure sand decreased the phosphorus content (P-AL) of the layer 0-5 cm proportionally to the decrease in organic matter content. The decrease in potassium content (0.1 N HCl extraction), however, was less pronounced than that of the organic matter content, which resulted in an increase in the ratio K-HCl: organic matter. As a consequence, according to fertilizer recommendations in The Netherlands, topdressing with pure sand results in a higher phosphorus, but a lower potassium demand.

9. LITERATUUR

- Adams, W.A., 1980. Effects of nitrogen fertilization and cutting height on the shoot growth, nutrient removal, and turfgrass composition of an initially Perennial Ryegrass dominant sports turf. Proc. third Int. Turfgrass Res. Conf., München 1977: 343-350.
- Adams, E. and Twersky, M., 1960. Effect of soil fertility on winter killing of Coastal Bermudagrass. Agron. J. 52: 325-326.
- Årsvoll, K. and Larsen, A., 1977. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on resistance to snow mould fungi and on freezing tolerance in *Phleum pratense*. Meld. Nor. Landbrukshoegsk. 26. 29, 14 pp.
- Beard, J.B., 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA, 658 pp.
- Boeker, P., 1974. Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -Sorten. Rasen - Turf - Gazon 1: 1-3.
- Bradshaw, A.D., 1962. Turfgrass species and soil fertility. J. Sports Turf Res. Inst. 38: 372-384.
- Büring, W., 1979. Folgerungen aus Bodenuntersuchungsergebnissen für die Nährstoffsversorgung belasteter Rasenflächen. Z. Vegetationst. 2.2: 52-59.
- Escritt, J.R. and Legg, D.C., 1970. Fertilizer trials at Bingley. Proc. first Int. Turfgrass Res. Conf., Harrogate 1969: 185-190.
- Escritt, J.R. and Lidgate, H.J., 1964. Report on fertilizer trials. J. Sports Turf Res. Inst. XI 40: 7-42.
- Goss, R.L. and Gould, C.J., 1968. Some inter-relationships between fertility levels and fusarium patch disease of turfgrasses. J. Sports Turf Res. Inst. 44: 19-26.
- Grontmij NV, 1975. Verslag van een kali-experiment op een grasveld. Grontmij NV, De Bilt, 20 pp.
- Knol, J., 1970. Bemestingstoestand sportvelden. De boor 18. 2: 3-4.
- Köck, L., 1978. Rasenfilzbildung von Arten und Sorten bei alkalischer und saurer Düngung am Standort Rinn. Z. Vegetationst. 1. 2: 62-64.
- Landwirtschaftskammer Rheinland, 1971. Einfluss der Düngerformen auf die Qualität von Rasen in 7 Jahren. Gartenbauliche Versuchsberichte: 273-283.

- Mühlschlegel, F. und Mehnert, C., 1974. Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kalibedarfs von Gebrauchsrasen. *Rasen - Turf - Gazon* 2: 52-55.
- Nissinen, O., 1970. Effects of different minerals on the resistance of English Ryegrass to *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. *Peat Plant News* 3.1: 3-11.
- Rieke, P.E., 1970. Soil pH for turfgrasses. *Proc. first Int. Turfgrass Res. Conf., Harrogate 1969*: 212-220.
- Riem Vis, F., 1974. Het bemestingsadvies voor grassportvelden. *Techn. Meded. NSF*. 12: 2-8.
- Riem Vis, F., 1980. Die Bedeutung des pH-Wertes des Oberbodens für den Rasen. *Z. Vegetationst.* 3: 97-99.
- Riem Vis, F., 1981. Fusariumbefall in Beziehung zur Stickstoffdüngung. *Z. Vegetationst.* 5: 33-35.
- Schmidt, W., 1978. Rasenfilzbildung unter den Einfluss physiologisch sauer und physiologisch alkalischer Düngung am Trockenstandort Giessen. *Z. Vegetationst.* 1. 2: 65-69.
- Schweizer, E.W., 1974. Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasengräser im Verlaufe der Vegetationsperiode. *Rasen - Turf - Gazon* 3: 65-68.
- Sieber, J., 1970. Wirkungen mineralischer und organischer Rasendünger. *Rasen - Turf - Gazon* 3: 56-60.
- Sieber, J., 1971. Mineralische oder organische Dünger für den Rasen. *Kali - Briefe, Fachgebiet* 8. 7, 10 pp.
- Skirde, W., 1970. Reaktion von Rasenmischungen auf physiologisch saure und physiologisch alkalische Düngung. *Rasen - Turf - Gazon* 3: 58-60.
- Skirde, W., 1973. Nährstoffwirkung und Nährstoffverwertung bei wasser-durchlässig zusammengesetzter Rasentragschicht. *Rasen - Turf - Gazon* 1: 1-4.
- Skirde, W., 1974. Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasen bei verschieden hoher Düngung und verschiedenem Bodenaufbau. *Rasen - Turf - Gazon* 3: 68-73.
- Skirde, W. und Kern, J., 1971. Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt und Bestandsumbildung von Rasenansaat unter dem Einfluss verschieden hoher Stickstoffgaben. *Rasen - Turf - Gazon* 4: 118-123.
- Versteeg, W. und Kamp, H.A., 1981. Versuche zur Bekämpfung von *Poa annua*

- in Sportrasen und Fertigrasenzuchten. Z. Vegetationst. 5: 112-114.
- Welling, B., 1976. Grass diseases and fertilization. Tidsskr. Planteavl. 80. 5: 575-586.
- Werkgroep Bemesting Sport- en Speelvelden, 1970 a. Sportveldenbemesting. Tijdschr. K. Ned. Heidemaatsch. 2: 58-59.
- Werkgroep Bemesting Sport- en Speelvelden, 1970 b. Bemesting bij de aanleg van sport- en speelvelden. Tijdschr. K. Ned. Heidemaatsch. 6: 226-228.