

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

2

76

Internationale Zeitschrift für Vegetationstechnik
im Garten-, Landschafts- und Sportstättenbau
für Forschung und Praxis

RASEN GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

Juni 1976 - Heft 2 - Jahrgang 7

Hortus Verlag GmbH · 53 Bonn-Bad Godesberg 1

Herausgeber: Professor Dr. P. Boeker, Bonn
Dr. W. Skirde, Gießen

Veröffentlichungsorgan für:

Deutsche Rasengesellschaft e. V., Kölner Straße 142–148
53 Bonn - Bad Godesberg 1

Fachgebiet Rasenforschung des Fachbereichs Umwelt-
sicherung der Justus Liebig-Universität, Schloßgasse 7/
Brandplatz, 63 Gießen

Proefstation, Sportaccomodaties van de Nederlandse
Sportfederatie, Arnhem, Nederland

Institut für Grünraumgestaltung und Gartenbau an der
Hochschule für Bodenkultur, Peter Jordan-Str. 82, Wien

The Sports Turf Research Institute
Bingley – Yorkshire / Großbritannien

Institut für Pflanzenbau der Rhein. Friedrich-Wilhelm-
Universität – Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau,
Katzenburgweg 5, Bonn

Institut für Landschaftsbau der TU Berlin, Lentzeallee
76, Berlin 33 (Dahlem)

Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung,
Rinn bei Innsbruck/Österreich

Institut für Gartenarchitektur und Landschaftspflege der
Forschungsanstalt Geisenheim, Geisenheim

Fachgebiet Grünflächenbau am Institut für Grünplanung
und Gartenarchitektur der TU Hannover, Herrenhäuser
Straße 2, Hannover

Société Nationale d'Horticulture de France Section
"Gazons", 84 Rue de Grenelle, 75007 Paris

Aus dem Inhalt:

24 Utilization, Research Activities and Problems
of Turfgrass in Japan
Y. Maki, Sapporo

28 Wasserdurchlässigkeit, Wasserbindung und
Abscherwiderstand von Rasentragschichten
im benutzten Zustand
H.-J. Liesecke und U. Schmidt, Hannover

36 Bodenphysikalische und vegetations-
technische Untersuchungen an Sanden
W. Skirde, Gießen

42 Neue Versuchsergebnisse zur Wuchs-
hemmung von Rasen

**I. Das Verhalten von Zierrasengräsern
gegenüber Wachstumsregulatoren**
G. Ziegenbein, Bad Hersfeld

47 Neue Versuchsergebnisse zur Wuchs-
hemmung von Rasen

II. Wuchshemmung von Extensivrasen
G. Ziegenbein, Bad Hersfeld

49 Bericht des belgischen Beratungsausschusses
für Straßenbegrünung 1971–1974

J.-P. Duchatelet, Ternat

52 Aus der internationalen Literatur

52 Berichte – Mitteilungen – Informationen

Fachredaktion: W. Skirde, Gießen

Diese Zeitschrift nimmt fachwissenschaftliche Beiträge in
deutscher oder englischer Sprache sowie mit deutscher,
englischer und französischer Zusammenfassung auf.

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS
VERLAG GMBH, Postfach 550, Rheinallee 4 b, 53 Bonn-
Bad Godesberg 1, Telefon (0 22 21) 35 30 30. Verlags-
leitung: R. Dörmann. Gültig ist die Anzeigenpreisliste
Nr. 4 vom 1. 2. 1976. Erscheinungsweise: vierteljährlich.

Bezugspreis: Einzelheft DM 8,50, im Jahresabonnement
DM 30,— zuzüglich Porto, incl. 5,5 % MwSt.

Druck: Rheinische Verlagsanstalt, 53 Bonn-Bad Godes-
berg. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nach-
drucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der
Übersetzung, vorbehalten. Aus der Erwähnung oder
Abbildung von Warenzeichen in dieser Zeitschrift kön-
nen keinerlei Rechte abgeleitet werden. Artikel, die mit
dem Namen oder den Initialen des Verfassers gekenn-
zeichnet sind, geben nicht unbedingt die Meinung der
Schriftleitung wieder.

Utilization, Research Activities and Problems of Turfgrass in Japan

Y. Maki, Sapporo

Zusammenfassung

Zoysia japonica, *Z. matrella* und *Z. tenuifolia* wachsen im ganzen Lande wild und scheinen natürliche Pflanzen von Japan zu sein. Diese Zoysiagräser werden seit dem 12. Jahrhundert für Rasen und Erosionsschutz benutzt. Japan hat eine große Entwicklung des Golfplatzbaues zu verzeichnen. 8 Millionen Golfspielern stehen 1400 Golfplätze zur Verfügung. *Z. tenuifolia*, *Agrostis palustris* und *Cynodon dactylon* werden für Putting greens verwendet.

Rasengrasuntersuchungen gehen auf den Anfang des 19. Jahrhunderts zurück. Die japanische Greenkeeper Assoziation wurde 1957 gebildet und in den Jahren 1961 und 1962 entstanden das Kansai- und das Nishi-Nippon „Green Research Institute“. Geradezu eine Dekade der Revolution auf dem Gebiet der Rasenforschung waren in Japan die 60er Jahre; bis 1975 wurden 335 Arbeiten in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht. Eine Übersicht über diese Forschungsaktivitäten und damit zusammenhängende Probleme wird kurz gegeben. Universitäten und verschiedene staatliche Organisationen einschließlich Grünlandwissenschaftlern werden sich zunehmend der Bedeutung des Bereiches Rasen bewußt. Ein beachtlicher Fortschritt in der Rasenwissenschaft kann in Japan in den nächsten 10 Jahren erwartet werden.

Summary

Zoysia japonica, *Z. matrella* and *Z. tenuifolia* grow wild throughout the country, and they seem to be native plants of Japan. These species have long been used for turf and erosion control since the 12th century.

Japan is having a great boom in golf course construction and there are about 1,400 golf courses being played by 8 million golfers. *Z. tenuifolia*, *Agrostis palustris* and *Cynodon dactylon* are used for putting green. Turfgrass investigation was initiated in 1910's. Japan Greenkeepers Association was formed in 1957 and Kansai- and Nishi-Nippon Green Research Institutes were established in 1961 and 1962, respectively. A decade of revolution in turfgrass research was 1960's in Japan and 335 papers were presented in scientific journals or magazines until 1975. An outline of these research activities and problems encountered are briefly described. The universities and various government organizations, including grassland scientists, are becoming increasingly aware of the importance of the turfgrass field. Remarkable progress in turfgrass science could be expected within next ten years in Japan.

Résumé

Zoysia japonica, *Z. matrella* et *Z. tenuifolia* poussent librement à peu près dans tout le pays et semblent être des plantes naturelles originaires du Japon. Ces graminées sont utilisées depuis le 12ème siècle pour l'engazonnement de pelouses et pour la lutte contre l'érosion.

Une importante extension des terrains de golf a eu lieu au Japon. 1.400 parcours sont à la disposition de 8 millions de joueurs de golf. *Z. tenuifolia*, *Agrostis palustris* et *Cynodon dactylon* sont utilisées pour les putting-greens.

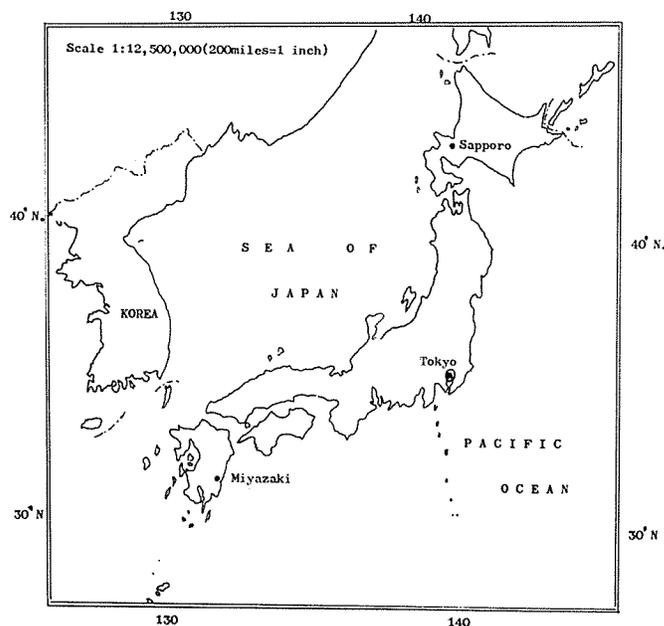
L'analyse florale des pelouses remonte au début du 19ème siècle. En 1957 la Greenkeeper Association japonaise fut créée. L'institut Kansai et l'institut de Nishi-Nippon «Green Research Institute» furent fondés en 1961 et en 1962.

Les années soixante furent précisément révolutionnaires pour le Japon sur le plan de la recherche sur les gazons; 335 études furent publiées dans des revues scientifiques jusqu'en 1975. Un court aperçu sur ces activités scientifiques ainsi que sur les problèmes qui y sont liés, est donné. Les universités et différents organismes de l'Etat ainsi que les savants prennent de plus en plus conscience de l'importance des gazons et pelouses. On peut espérer d'importants progrès dans la science des gazons au cours des 10 années à venir.

INTRODUCTION

Japan consists of four main islands and 3,000 minor ones and belongs to the temperate climate zone, being approximately between the latitudes of 20° N and 46° N. Total population of Japan is 110 million, making it the seventh most populous nation of the world. The Japanese are crowded into an area slightly larger than Norway, showing a particularly high population density, 280 per square kilometer, as compared to other countries of the world.

The climate in central Japan is roughly similar to that of northern California or of France. Northern Japan is similar to New Zealand or northern Germany, and the climate of southern Japan is similar to southern France. There are four distinct seasons, and in central and northern Japan, snow in winter. Average monthly temperatures in January and July, and total precipitation in the north, central and south are as follows: Sapporo (-5.1° C, 20.2° C, 1,141 mm); Tokyo (4.1° C, 25.2° C, 1,503 mm); Miyazaki (6.7° C, 26.6° C, 2,594 mm).



I. A SHORT HISTORY OF TURFGRASS UTILIZATION

According to the report by KITAMURA (1963), a wild growth of Japanese lawn grass, *Zoysia japonica*, is distributed throughout Japan, and also even some of *Z. matrella* and *Z. tenuifolia* which have been considered to be introduced from other countries, seem to be native plants of Japan. The term „turf“ first appeared in the „Man-yo-shu“ (a collection of poems) in 759. Since then people used turfgrass for erosion control and landscape architecture. The method of sodding is described in „Saku-tei-ki“, the oldest book of gardening in Japan, published in 1156. During the 15th to 16th centuries there was a big boom of gardening and tea ceremony which were closely connected with the lawn garden. In order to meet this demand for turfgrass, sod farming for sale was begun in 1701 and the people paid much attention to the quality of the grasses. Accordingly, fine leaf lawn grass, *Z. matrella*, which was considered to be introduced from the mainland of China, first appeared on the market as a horticultural variety in 1713. During these days, the first book related to the establishment and maintenance of Japanese turfgrass was published.

Japan, however, closed its door to the rest of the world from the 16th century to 1853. Introduction of Western cool-season grasses such as *Agrostis*, *Poa* and *Festuca* spp. was delayed until 1869 when the Commissioner of Hokkaido Colonization introduced the grasses from the United States. Modernization and westernization then followed rapidly, transforming Japan from a feudal state into a modern world power.

In accordance with the recommendation made by the British businessmen group who had a hillside cottage near the site, Japan's first golf course with 9 holes was built in 1903 halfway up Mt. Rokko near Kobe city. This took the lead in golf course construction in Japan. In 1919 turfgrass seeds were imported from England and first sown on golf courses and became popular as „Ever-green grasses.“ The approach of World War II, in the wake of depression, restricted a further construction of golf courses.

As the nation recovered from the severe deprivation of the war years, there was urgent demand to catch up-first on ration products and then on civilian activities. With the nation's high economic growth rate and with the Canadian Cup Golf Tournament, presently called „World Cup“, held at Kasumigaseki Country Club in 1957 as a turning point, Japan is having a great boom in golf course construction (7). Today,

there are 1,074 regular 18 or 36 holes golf courses, 203 short courses and 173 courses under construction. Average size of each course is about 77 ha and total acreage of the golf courses is about 866 km² being equivalent to 0.24 percent of the nation's total land area. It is said that the present population of golfers is about 8 million and total number of golfer-days came to 40 million in 1974. Thus, golf became a very popular sport among ordinary salary earners-not only older people but also young blood. The growth of golf facilities, however, was delayed by the depression of the financial austerity in recent years.

These golf courses are opened year round except those in northern Japan, opening from April to early November because of severe cold and heavy snowfall. The turfgrass species used for golf courses are shown in Table 1.

Table 1: Turfgrass species used for golf courses in Japan

Region	Northern	Central	Southern
Green	<i>Agrostis palustris</i>	<i>Z. tenuifolia</i> <i>A. palustris</i>	<i>Z. tenuifolia</i> <i>C. dactylon</i>
Fairway, Tee	<i>Poa pratensis</i> <i>Festuca rubra</i> <i>F. rubra</i> var. <i>commutata</i>	<i>Z. tenuifolia</i> <i>Z. japonica</i>	<i>Z. tenuifolia</i> <i>C. dactylon</i>
Rough	<i>F. rubra</i> <i>F. rubra</i> var. <i>commutata</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Z. japonica</i>	<i>Z. japonica</i> <i>C. dactylon</i>

The same species that are used on golf course fairways are used for home lawns, city parks, athletic fields, baseball stadiums and horse race tracks. It is reported that the fine Japanese turfgrass, *Z. tenuifolia* established at the Tokyo Olympic Stadium in 1964 provided satisfactory condition and was admired by the participants from western countries. In the case of the Komazawa Olympic Park Stadium in Tokyo, however, turf maintenance was extremely difficult and the turf was torn out within the following two years mainly because of heavy utilization. The stadium was used for about 95 days a year concentrating in May, October and November. These problems have been faced on the Korakuen Baseball Stadium in Tokyo where the ground was used for 250 days or 400 games a year from April to November. Consequently, *Z. tenuifolia* was replaced by bermudagrass, *Cynodon dactylon*, "Tifway" and "Tifgreen", but resodding was needed every spring on the infield.

There are 10 Central Horse-racecourses in Japan being supported and supervised by the national government. The horse racing is usually open for 24-48 days a year and about 4,000 race horses run over the lawn. Again, *Z. japonica* on the Kyoto Central Racecourse was replaced by bermudagrass, "Tifway", but no success could be attained.

Highway construction on full scale has begun since 1957 and the grass species shown in Table 2 were sown for vegetation.

Table 2: Standard for hydro-establishment of grasses

Seeding season, (daily mean temp.)	Species	Seeding rate g/m ²
Spring (10-25° C)	Tall fescue	20.0
Autumn (15-25° C)	Weeping lovegrass	0.5
	White clover	0.5
Summer (above 25° C)	Tall fescue	20.0
	Weeping lovegrass	1.0
Winter (below 15° C)	Tall fescue	20.0
	Ryegrass	8.0

Recently much emphasis is placed on pollution control, preservation of natural environment and establishment of vegetational zones for the sake of the people's welfare. According to the projected figures of turf expansion, over the next ten years a fantastic increase will occur in the turf areas of city parks, green promenades, buffer zones, highways, public school, university campuses and the like. In order to meet

these demands, commercial sod farming, mainly Zoysiagrass, is also expanding rapidly throughout the country. But the method or techniques of sod production are still primitive and labor consuming. Problems facing sod production are the quality, purification and unification of the sod size.

II. RESEARCH ACTIVITIES OF TURFGRASS

The first investigation of Japanese and Western turfgrasses, so called in Japan, and their culture was initiated at the Faculty of Agriculture, University of Tokyo around 1910 and several research papers appeared in the scientific journals before 1943. Japanese Greenkeepers Association was formed in 1957. Kansai Green Research Institute and Nishi-Nippon Green Research Institute were established in 1961 and 1962, respectively. A decade of revolution in turfgrass research was the 1960's in Japan and 335 papers were presented in scientific journals and magazines before 1975. Based upon the purpose or objectives, these research papers are classified into the following categories, namely the sections as being used in the Proceedings of the First International Turfgrass Research Conference. These figures are given in the Table 3.

Table 3: Number of research papers classified by the titles and years of presentation

Categories	1934-1960	1961-1970	1971-1975	Total
Turfgrasses	12	18	19	49
Soils & Nutrition	-	72	14	86
Turfgrass Environment	9	10	1	20
Pests & Diseases	3	53	60	116
Turfgrass Culture	7	21	19	47
Roadsides	-	10	7	17
Total	31	184	120	335

The figures shown in Table 3 indicate the main problems encountered during each period of the years. Early works were mainly focused on the taxonomy, flower structure, flowering habit, seed setting and method of propagation from the seed of the Japanese turfgrasses. Many researches on the soil and nutrition have been done during the period of 1961-1970. Recently many more experiments have been carried out on the pest and disease control.

1. Turfgrasses

There are about 26 horticultural varieties of Japanese lawn grasses, some of which are classified by their morphological characteristics and others are named by the area of production or origin. This situation causes a big confusion in classification of Japanese lawn grasses. To correct this confusion an extensive survey and morphological examination of the horticultural varieties were made by KITAMURA (1970 b). Proposing and applying new classification keys such as forms of spiklet, number of flowering times a year and width of blade, he classified the varieties into the following 4 groups: 1. Large-leaf lawn grasses (Wild lawn grass, No-shiba group, *Z. japonica* with blade width over 4.0 mm). 2. Medium-leaf lawn grasses (Park lawn grasses, Korai-shiba group, an intermediate type between *Z. japonica* and *Z. matrella* with blade width 2.5-4.0 mm). 3. Small-leaf lawn grasses (Garden lawn grasses, Hime-korai-shiba group, *Z. matrella*, with blade width 1.0-2.5 mm). 4. Slender-leaf lawn grasses (Potted lawn grasses, Birodo-shiba group, *Z. tenuifolia*, with blade width under 1.0 mm). The chromosome numbers of all the above species or varieties were found to be 2n = 40. From the point of this classification and the chromosome numbers, the existing horticultural varieties were found to be not in a well advanced stage of improvement indicating that there is a big possibilities of success in improving the Japanese lawn grasses through intra- and inter-specific crosses (13.) KITAMURA (1963) also made an extensive survey on the natural distribution of Japanese lawn grasses throughout the country. His survey revealed that *Z. japonica* is widely distributed throughout the nation and that its northern boundary is 43° 08' N. Lat. But this was corrected later by HAYAKAWA et al (1975) to 43° 15' N. Wild growth of *Z. matrella* and *Z. tenuifolia* were newly discovered by Kitamura in southern Japan. He analyzed the climatic and environmental conditions of these wild growth areas. He reported that *Z. japonica* is distributed in the areas



Fig. I: Turfgrass evaluation trial in phytotron

in which the January mean temperature ranges from -6°C to -4°C , and *Z. matrella* and *Z. tenuifolia* in $6^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$. He stated also that since the seeds and stolons can be germinated and grown in sea water and the wild growth is mostly found in the seaside areas, the present distribution of Japanese lawn grasses was largely influenced by ocean currents, namely the Black Current and the Kurile Current.

The flowering habit, growth behavior and phylogeny of Japanese lawn grasses have been studied by NAKAMURA et al (1974). Using the paper-chromatography, they classified 5 species (13 varieties) into 6 groups as basic strains and stated that close relationships in phylogeny were found between *Z. japonica* and *Z. macrostachya*; and among *Z. matrella*, *Z. tenuifolia* and *Z. macrostachya*, indicating the fact that Japanese lawn grass varieties might be derived from interspecific crosses (24). The comparative morphology and anatomy of Japanese lawn grasses were also studied by other workers.

Since 1943 several research workers studied the seedage of the Japanese lawn grasses, but an effective method of the propagation from seeds was not established until recently because of their poor seed setting and low germination. This poor germination is mainly due to the specific requirements for germination, especially high temperatures and full light. Extensive studies were carried out by MATSUMURA et al (1975). In the experiment carried out at mountain region, 640 m above sea level in central Japan, they demonstrated that the sward of Japanese lawn grass can be established from the seed within the seeding year with early seeding (May-June), seed treatment with NaOH and appropriate fertilization (N-P-K = 5.7, 8.3, 4.7 g/m² respectively) (17). He conducted further detailed studies on relationship between the chilling period and the chemical treatments combined to loosen the germination requirements of the grass, and concluded that the combined chemical treatments, NaOH + (GA₃ + KNO₃), chilling seeds for 30 days at $3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, were the most favorable in their effects on acceleration of germination; and that about the same results as the above were also obtained even by 0.5% NaOH treatment alone, when the seeds were chilled as long as about a 90-day period instead of 30-days (18).

During the last ten years many species and varieties of turfgrass were introduced from overseas and their evaluation trials have been conducted at various parts of the country. MAKI et al (1973) reported that Penncross, Nugget, Merion, Fylking and Highlight were found to be suitable varieties for lawn in northern Japan. MORI et al (1975) evaluated 10 species including 99 clones or varieties in the transitional zone in Japan and reported that Penncross, Nimisilla performed well under the conditions of the central part of the country, around Tokyo. They also stated the characteristics such as high resistance to summer heat stress, diseases all the year round, and little discoloration in winter season are highly desirable, and that almost every variety of Ky. bluegrass, fescues and perennial ryegrass tested, however, showed poor resistance to the summer stress.

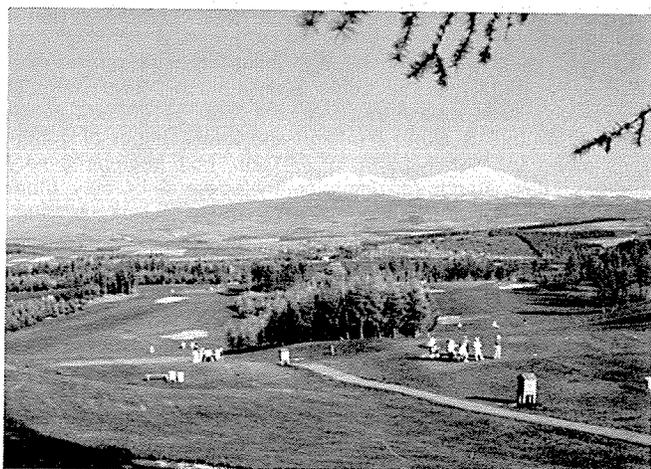


Fig. II: A golf course in northern Japan

2. Soils and Nutrition

Extensive studies on the effects of soil mixture, drainage and soil modification materials on the growth and density of seaside bentgrass for putting green were carried out by KUBOTA et al (1963) and MAEKUBO (1971). And they reviewed scientific planning of putting green construction. EHARA et al (1964) studied the effect of soil modification material "perlite" on the growth of bentgrass. KITAMURA (1970 a) examined the salt tolerance of various species of turfgrass and reported that the degree of salt tolerance of Japanese lawn grasses and bermudagrass is highest; ryegrasses and fescues is medium; and bluegrass and bentgrasses is lowest.

Fertilizer requirements for turf, particularly for putting green were studied by numerous researchers (1), (9). Many experiments to assess the effectiveness on turf of slow release nitrogen fertilizers such as "Urea Z", "CDU" and "Nitroform" (blue chip) were carried out at the institutions and golf courses. KAMON (1972) studied micronutrients and their functions in turfgrass. EHARA et al (1971) reported that yellowing or chlorosis of *Z. matrella* is mainly caused by iron deficiency and that if organic compound of iron (Fe C₆H₅O₇) is sprayed on leaves, no chlorosis occurs.

3. Turfgrass Environment

Turfgrass light, temperature, water relations were studied by the university personnels during 1950-1960's. Water distribution in the sprinkler irrigation on the putting greens was measured by EHARA et al (1974). Based upon the results obtained, they concluded that it is probably difficult at present to apply the fungicides, herbicides or fertilizers to green through the automatic sprinkler system.

4. Pests and Diseases

EHARA et al (1966) examined yellowing turf areas on the *Z. matrella* greens in southern Japan and they found the nematodes such as *Trichodorus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Nothotylenchus* sp., *Criconemoides* sp. and *Hemicriconemoides* sp. The other important nematodes injuring turfgrass are root-knot nematode group including 13 species among which the following 3 species, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* are widely distributed in various parts of the country (26).

May beetles, army worm, and cutworm are the most widely distributed group that infests turf in Japan. Among them Japanese beetle, *Popilla japonica*, and soybean beetle, *Anomala rufocuprea*, do extensive damage to lawns. Extensive and detailed studies were made by YOSHIDA et al (1973) on the kinds of species, rearing, food plant, seasonal fluctuation, life cycle and habit of the May beetles.

About 20 infectious diseases of turfgrass are recognized in Japan. The major ones are brown patch, *Fusarium* blight and snow molds caused by *F. nivale*, *Typhula incarnata*, *Sclerotinia borealis* and *Pythium* spp. TAHAMA (1973) surveyed 12 golf courses in south-western parts of the country to identify the important fungal diseases of turfgrass, mainly *Zoysia* spp. and reported that the most frequently detected



Fig. III: Zoysiagrass sod farm in southern Japan

Fig. IV: A golf course in northern Japan

fungus was *Curvularia* spp. which gave a serious damage to *Z. matrella* and *Z. japonica*, followed by *Helminthosporium* spp., *Fusarium* spp. and *Pythium* spp. During last decade a number of fungicides and herbicides were developed or introduced from overseas and numerous disease and weed control trials with these chemicals were carried out by the members of the Japan Greenkeepers Association and the staffs of the Kansai and Nishi-Nippon Green Research Institutes.

The important turf weeds in Japan are crabgrass (*Digitaria* spp.), annual bluegrass (*Poa annua*), common lespedeza (*Lespedeza striata*), white clover (*Trifolium repens*), dandelion (*Taraxacum officinale*) and the like.

Chemicals having growth stimulant activity were tested at golf courses (23). Turfgrass growth retardants were also tested at golf courses and highway roadsides (27). But neither of these materials have been utilized in normal turfgrass cultural programs in Japan.

5. Turf culture

KITAMURA (1965) studied the effects of mowing and traffic on the growth of Japanese lawn grasses and reported that in general Zoysiagrass has fairly good recuperative potential from injury caused by mowing and concentrated traffic. Relations between mat formation and top dressing in *Z. matrella* and *Agrostis palustris* were examined by EHARA et al. Studies on overseeding made by MORI et al (1975) indicated that Italian ryegrass overseeded on bermudagrass, "Tifgreen", performed well because of its earlier defoliation in spring.

The first experiment on growing and maintaining bentgrass in northern Japan was conducted during the 1930's. Since then, numerous experiments were carried out at golf courses in various parts of the country (25), and creeping bentgrass is being used as a winter green as is shown in Table 1.

6. Roadsides

Most experiments on the method of highway vegetation were conducted by the staff members of the Public Road Corporation of Japan. Today there are 19 methods of roadside vegetation which were developed during the last 20 years. These methods are particularly suitable for steep slope and in high rainfall areas. The problem facing highway vegetation is the maintenance costs including fertilization and mowing. The limited budget of maintenance is resulting in increasing weeded sections and increasing fires in winter. MISAWA (1975) revealed that over 100 fires a year occurred in 250 km length of urban expressway during the last 5 years. He also studied the various forms of fertilizers suitable for roadside vegetation and reported that granular and liquid fertilizers were effective on the growth of turfgrass, but quickly washed downward, and that stick containing fertilizers in it seems to be promising because of continuous effect for longer periods of time (19).

III. PROBLEMS

As is mentioned at the beginning of this article, Japan is located in the Pacific monsoon area which is characterized

by a high rainfall in late spring and early autumn and which is very dry in summer and winter. Air temperature and soil conditions very greatly depending upon the part of the country, ranging from subtropical to subfrigid zones. Consequently, most of the turfgrass varieties developed in temperate zones suffered from summer heat stress and discolored in winter. So, almost all golf courses should have two putting greens, summer green and winter green, in each hole. Moreover, there are many kinds of diseases, harmful insects and weeds requiring scientific and highly intensive maintenance. So, the maintenance cost is surprisingly high as compared with those in American and European countries. Furthermore, most of the golf courses, athletic fields and baseball stadiums are heavily used because of too many players or too many games within limited seasons. Consequently, it is impossible to maintain the turf under such situations. So, it is only natural that turfgrass at one of famous baseball stadium in Tokyo has been replaced by artificial turf recently.

As mentioned before there are many species and varieties in since the 12th century. Japan is having a great boom in golf course construction and there are about 1,400 golf courses being played by 8 million golfers. *Z. tenuifolia*, *Agrostis palustris* and *Cynodon dactylon* are used for putting green. Turfgrass investigation was initiated in early part of the 1900's. Japan Greenkeepers Association was formed in 1957 and Kansai- and Nishi-Nippon Green Research Institutes were established in 1961 and 1962, respectively. A decade of revolution in turfgrass research was in the 1960's in Japan and 335 papers were presented in scientific journals or magazines up to 1975. An outline of these research activities and problems encountered are briefly described. The universities and various government organizations including grassland scientists are becoming increasingly aware of the importance of the turfgrass field. Remarkable progress in turfgrass science can be expected within the next ten years in Japan.

Literature

1. EHARA, K. et al, 1962: Fertilization for putting green of *Zoysia matrella* Merr., Res. Bull. Nishi-Nippon Green Res. Inst. 1. 3-11 (in Japanese).
2. EHARA, 1964: The effect of "perlite" on the growth of bentgrass, Res. Bull. Nishi-Nippon Green Res. Inst. 3 (1). 13-14 (in Japanese).
3. EHARA, 1966: Studies on the nematodes living in turf areas of golf courses, Res. Bull. Nishi-Nippon Green Res. Inst. 5 (2). 39-41 (in Japanese).
4. EHARA, 1971: Effect of various iron compound application on the chlorosis of *Z. matrella*, Res. Bull. Nishi-Nippon Green Res. Inst. 9. 2-8 (in Japanese).
5. EHARA, 1974: Studies on the irrigation by the automatic sprinkler system in the turf. 1. Some measurement performances of water distribution by the automatic sprinkler system in the golf greens, J. Japan, Turfg. Res. Assoc. 3 (1). 51-55.*
6. HAYAKAWA, Y. et al, 1975: Studies on the ecological management of pastures, Part 3. The ecology and distribution of *Zoysia japonica* Steud. on the northern limits, Res. Bull. Hokkaido Nat'l Agric. Expt. Stn, 111. 125-142.*

* in Japanese with English summary

7. KAKUTA, S., 1972: Historical view of turfgrass utilization and maintenance in Japan, J. Japan. Turfg. Res. Assoc., 1 (1). 20-22 (in Japanese).
8. KAMON, Y., 1972: Effects of fertilizers for turfgrass, Part 4. Res. Bull. Kansai Green Res. Inst., 22. 35-39 (in Japanese).
9. KITAMURA, F. et al, 1961: Fundamental studies on the culture of American and European lawn grasses in Japan (4); Effects of three nutrient elements on the growth of American and European lawn grasses, J. Japan. Inst. Lands Archi. 25 (1). 1-4.*
10. KITAMURA, F., 1963: Natural distribution of Japanese lawn grasses, J. Japan. Arboretum Assoc., 32-38 (in Japanese).
11. KITAMURA, F., 1965: Fundamental study on the culture of Japanese lawn grasses varieties. 1. On the influences of tread-pressure and mowing on the growth of Japanese lawn grasses varieties, J. Japan. Inst. Lands Archi. 28 (3-4). 1-6.*
12. KITAMURA, F., 1970 a: Studies on the salt tolerance of lawn grasses 4, J. Japan. Inst. Lands Archi. 33 (4). 1-6.*
13. KITAMURA, F., 1970 b: Studies on the horticultural classification and development of Japanese lawn grasses, Bull. Kemigawa Arboretum, Faculty of Agri. Univ. of Tokyo, 3. 1-60.*
14. KUBOTA, T. et al, 1963: Scientific planning of putting green construction, Res. Bull. Kansai Green Res. Inst. 4. 49-63 (in Japanese).
15. MAEKUBO, N., 1971: Fundamental experiment on the seedbed preparation of putting green, Res. Bull. Kansai Green Res. Inst. 20. 21-25 (in Japanese).
16. MAKI, Y. et al, 1973: Germination and growth behavior of bentgrass, Ky. bluegrass and fescues under different temperatures, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 2 (2). 19-25.*
17. MATSUMURA, M. et al, 1972: Fundamental studies on artificial propagation of useful wild grasses in Japan, (3) Some field experiments on establishment of turf of Japanese lawn grass (*Zoysia japonica* Steud.) by seeding, Res. Bull. Fac. Agri. Gifu Univ. 33. 349-359.*
18. MATSUMURA, M., 1975: Fundamental studies on artificial propagation of useful wild grasses in Japan, (V) Further experiments on the regulation of germinability of the seeds of Japanese lawn grass, *Zoysia japonica* Steud., J. Japan. Grassl. Sci. 21 (3). 180-188.*
19. MISAWA, A., 1973: Fundamental study on fertilizing to the turf cover on slope - effect of fertilizer's forms -, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 2 (2). 35-40.*
20. MISAWA, A., 1975: A study on fires of turfgrass on expressways, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 4 (1). 61-64.*
21. MORI, H. et al, 1975: Studies on adaptability of various turfgrass based on their characteristics. 1. Characteristics and adaptability of winter turfgrass, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 4 (2). 29-31.*
22. MORI, H. et al, 1975: Studies on overseeding of cool season grasses on putting green of warm season grasses, 1. Cool season grasses for winter turf on Tiifgreen putting green, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 4 (2). 35-38.*
23. NABESHIMA, H. et al, 1973: Effects of growth stimulants IRON KE-MIN and Multi KE-MIN on the growth of *Z. matrella*, Res. Bull. Nishi-Nippon Green Res. Inst. 10. 50-54 (in Japanese).
24. NAKAMURA, N. et al, 1974: The studies on the taxonomy of grasses by the paper-chromatography (4) *Zoysia japonica*, Res. Bull. Kansai Green Res. Inst. 26. 35-41.*
25. Research Division, Japan Greenkeepers Assoc., 1969: Practical maintenance methods of various turfgrasses, Survey Rep. Greenkeepers Assoc. 1. 1-56 (in Japanese).
26. SAEGUSA, T., 1967: Root-knot nematode control in turfgrass seedling with warm-water treatment. Res. Bull. Kansai Green Res. Inst. 12. 27-28 (in Japanese).
27. TAKAHATA, S. et al., 1973: Studies on the concentration and spraying times of growth retardant for turf management, J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 2. 39-44.*
28. TAHAMA, Y., 1973: On the main diseases of turfgrass. J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 2 (2). 27-32.*
29. YOSHIDA, M. et al, 1973: Studies on May beetles injurious to the turfgrass, VI. On the life history and habit of the *Anomala Schonfeldti* Ohaus. J. Japan. Turfg. Res. Assoc. 4 (2). 51-56.*

Verfasser: Dr. Y. MAKI, Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Ministry of Agriculture and Forestry, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo 061-01, Japan.

Wasserdurchlässigkeit, Wasserbindung und Abscherwiderstand von Rasentragschichten im benutzten Zustand *)

H.-J. Liesecke u. U. Schmidt, Hannover

Zusammenfassung

Rasentragschichten von 6 verschiedenen alten Sportplätzen wurden auf Korngrößenverteilung, organische Substanz, Wasserdurchlässigkeit, Porenvolumen, Wasserbindung und Abscherwiderstand untersucht. Damit sollte der Einfluß einer in der BRD entwickelten Fachnorm auf den Bau von Rasensportplätzen und die Erfüllung ihrer Anforderungen ermittelt werden.

Die Erfüllung dieser Anforderungen ist gegeben, doch sollte die Körnungskurve der Tragschicht im Mittelbereich des vorgegebenen Kornverteilungsrahmens liegen, mit etwa gleichen Anteilen an Fein-, Mittel- und Grobsand sowie bei weiterer Begrenzung des Anteils $d < 0,02$ mm.

Die Porengrößenverteilung erweist sich auch für benutzte Tragschichten zur stützenden Beurteilung von „Wasserkapazität“, Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser, Wasseraufnahmevermögen und Luftvolumen als geeignet. Die durchlässigkeitsfördernde und wasserspeichernde Wirkung von Lava wird bestätigt.

Die Bestimmung des Abscherwiderstandes mit einer Flügelsonde läßt keine eindeutige Korrelation zu anderen Kenngrößen zu, insbesondere da die oberflächennahe Verdichtungs- und Rasenfilzzone ausgleichend mit erfährt wird. Der Abscherwiderstand ermöglicht aber, auf einem Sportplatz Zonen verschiedener Festigkeitsstufen auszuweisen,

Summary

The rootzones of six different long-established sports grounds were examined for soil particle size distribution, organic matter, permeability, pore volume, water retention and shear strength. The purpose was to assess the effect of a technical standard which has been developed in the German Federal Republic for the establishment of turf sports grounds, and the extent to which the requirements of the standard can be met.

The requirements can be met, provided that the grading curve of the rootzone lies in the centre of the particle size distribution range, with about equal proportions of fine, medium and coarse sand, and provided that the proportion of particles smaller than 0.02 mm is reduced.

The pore size distribution proved to be a useful supplementary yardstick for evaluating, in rootzones after wear, their "water capacity", the amount of water stored in them and available to plants, their ability to absorb water and their air volume. Experiments confirmed that lavasand improves permeability and water storage.

Even when shear strength is measured by means of a vane tester, there is no clear correlation with other indices, particularly because readings are affected by the compacted soil surface and by the thatch layer. The shear strength does, however, make it possible to identify zones of different grades of compactness on sports grounds.

Résumé

Les paramètres suivants des couches portantes engazonnées de 6 terrains de sport d'âges différents ont été étudiés: la granulométrie, la teneur en matière organique, perméabilité, la porosité, la rétention en eau et le comportement au cisaillement. Le but est d'étudier l'influence d'une norme développée en Allemagne fédérale concernant l'installation de pelouses de sport et de savoir dans quelle mesure cette norme est utilisable.

Les indications prévues par la norme sont réalisables, la courbe granulométrique de la couche portante devrait cependant se situer dans la partie centrale du diagramme de texture donné, c.à.d. contenir à pourcentages à peu près égaux du sable fin, du sable moyen et du sable grossier ainsi qu'une fraction limitée inférieure à $d = 0,02$ mm. La porosité s'avère être également pour les couches portantes utilisées un paramètre valable pour juger de la capacité de rétention, de la teneur en eau utilisable par la plante, de la capacité en air. L'effet positif de la lave sur la perméabilité et la rétention en eau se trouve confirmé. Le comportement du sol au cisaillement déterminé à l'aide du scissomètre ne montre aucune corrélation nette avec les autres paramètres pour la bonne raison que l'effet compensatoire de la zone compactée proche de la surface et de la zone du tapis de gazon entrent dans la mesure. La résistance au cisaillement permet cependant de caractériser les différentes zones de stabilité du sol sur un terrain de sport.

Einführung

Im Aufbausystem von Rasensportflächen unterliegt sowohl die Rasendecke als auch die Rasentragschicht, insbesondere in

der oberflächennahen Zone, durch die Art der Nutzung, durch das Bespielen unmittelbar nach und selbst bei Niederschlägen und durch die extremen Bedingungen des Winterbetriebes, mit dem Wechsel von Tau- und Frostperioden und in der Zeit der Vegetationsruhe des Rasens, außerordentlich hohen Beanspruchungen. Bei der Erarbeitung einer Fach-

*) „Gefördert durch die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung - Landschaftsbau e. V., Bonn - Bad Godesberg“.

norm für Rasensportflächen (DIN 18035 Blatt 4) mußten dementsprechend angemessene Rahmenbedingungen für die Zusammensetzung einer schersfest lagernden Rasentragschicht mit hohen Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit einerseits und an die Wasserspeicherfähigkeit zur Versorgung der Rasendecke mit pflanzenverfügbarem Wasser und zur Erhaltung der Tritt- und Scherfestigkeit andererseits vorgegeben werden. Um den entwicklungsbedingt erreichbaren Stand fortzuschreiben zu können, sind neben der Durchführung von Labor- und Freilandversuchen zur Überprüfung und Weiterentwicklung von Zulässigkeitsgrenzen und Prüfmethode deshalb auch Untersuchungen an Rasentragschichten von „nach der Norm“ erstellten Rasensportplätzen erforderlich. Aufgrund der bei einer vorlaufenden Untersuchung an bewachsenen aber nicht bespielten Rasentragschichten erzielten Ergebnisse (LIESECKE und SCHMIDT 1975) wurden dabei die Bestimmung der Bindungsintensität des Bodenwassers zur Ermittlung der Porengrößenverteilung in Verbindung mit den charakteristischen Kennwerten des Wasserhaushaltes im Boden und die beiden in Abhängigkeit vom zu prüfenden Zustand in der Norm vorgegebenen Methoden zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit in die Versuchsanstellung einbezogen.

Die zonal unterschiedliche Beanspruchung eines Rasensportplatzes führt zu Auswirkungen auf die Rasentragschicht, die nicht nur über die den Wasserhaushalt bestimmenden Kerngrößen erfaßbar sind, sondern durch die verdichtende Wirkung auch die Festigkeit verändern, was über Scherfestigkeitsbestimmungen mit Schlag-, Druck- oder Flügelsonde ermittelt werden kann. Im Vergleich dieser Sonden erscheint das bei einer Flügelsonde auftretende Abscheren dem Einwirken von Fußballstollen auf die Tragschicht bei den Bewegungsabläufen des Spielers eher zu entsprechen als das Eindringen eines Sondenkegels. Die Eignung der Abscherwiderstandsbestimmung mit einer Flügelsonde zur Ermittlung von Festigkeitsveränderungen an bewachsenen und benutzten Tragschichten wird daher ebenfalls untersucht. Darüber hinaus ergibt sich durch eine exemplarische und vergleichende Untersuchung von „vor der Norm“, „auf dem Wege zur Norm“ und „nach der Norm“ (Gelbdruck Dezember 1971, Weißdruck Oktober 1974) ausgeführten Rasentragschichten die Möglichkeit, den Einfluß, den die Entwicklung der Norm ausgeübt hat, zu verdeutlichen und festzustellen, ob sich die vorgegebenen Zulässigkeitsgrenzen und Anforderungen, insbesondere an Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeicherfähigkeit, in dem von der Norm gesteckten weiten Rahmen erfüllen lassen.

Material und Methoden

1. Bestimmungsmethoden

Ausgehend von dieser Problemstellung wurden folgende Methoden eingesetzt:

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch die kombinierte Naß-Trockensiebung nach SIEDECK/VOSS (1971) nach Vorbehandlung mit 30 %igem H_2O_2 und mit $0,2 n - N_4P_2O_7$ nach LÜTTMER/JUNG (HARTGE 1971).

Bestimmung der organischen Substanz durch Glühverlust nach SIEDECK/VOSS (1971).

Bestimmung des Durchflußwertes von Rasentragschichten im benutzten Zustand und des modifizierten Wasserschluckwertes von Rasentragschichten im unbewachsenen Zustand nach DIN 18035, Blatt 4. Der modifizierte Wasserschluckwert wird auch an Rasentragschichten im benutzten Zustand ermittelt.

Bestimmung des Porenvolumens nach der direkten Methode durch Addition des gravimetrisch durch Trocknung bei $105^\circ C$ bestimmten Wasservolumens und des im Luftdruckpygrometer ermittelten Luftvolumens nach V. NITZSCH (1936) an $200 cm^3$ Stechzylindern.

Bestimmung der Bindungsintensität des Bodenwassers nach der Überdruckmethode mit porösen Platten bei Drucken von 0,05 at und 0,3 at und mit dem Druckmembranapparat bei einem Druck von 15 at nach RICHARDS (HARTGE 1965, 1971) und Ermittlung der Porengrößenbereiche nach SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1970).

Bestimmung des Abscherwiderstandes durch Messung des Bruchmomentes (maximales Moment = M_{max}), das bis zum Überwinden des Abscherwiderstandes der Rasentragschicht angewendet werden muß, mit einer Flügelsonde von 100 mm Höhe und 50 mm Breite und industriellen Drehmomentschlüsseln nach SCHAFFER (1960). Dabei wurde das in cmkp gemessene Bruchmoment (M_{max}) nicht auf die abgescherte Fläche bezogen in die Scherfestigkeit (kp/cm^2) umgerechnet, da bei den vorliegenden Vergleichsmessungen die direkte Angabe des Abscherwiderstandes in cmkp einfacher ist. Um zu repräsentativen Mittelwerten zu kommen und den Einfluß des Wassergehaltes auf die Festigkeit zu er-

fassen, wurden je Meßpunkt 10 Wiederholungen der Abscherwiderstandsbestimmung und 2 Wassergehaltsbestimmungen durchgeführt (SCHAFFER 1950, COLLINS 1967, LIESECKE 1970).

2. Versuchsanordnung

In die Untersuchung wurden sechs verschieden alte, unterschiedlich intensiv bespielte Rasensportplätze im norddeutschen Raum einbezogen, deren Aufbau und Benutzungsintensität bis zum Untersuchungszeitpunkt aus Tabelle 1 hervorgeht. Zur Unterscheidung sind die Tragschichten durch den ersten Buchstaben der Platzbezeichnung und das Jahr ihrer Fertigstellung gekennzeichnet. Der Sportplatz W 1967 wurde also vor dem Beginn der Normarbeit angelegt, die Sportplätze U 1970, Z 1971 und R 1972 entstanden „auf dem Wege zur Norm“ und die Sportplätze G 1974 und I 1974 wurden bereits unter Berücksichtigung ihrer Anforderungen ausgeführt.

Tabelle 1:

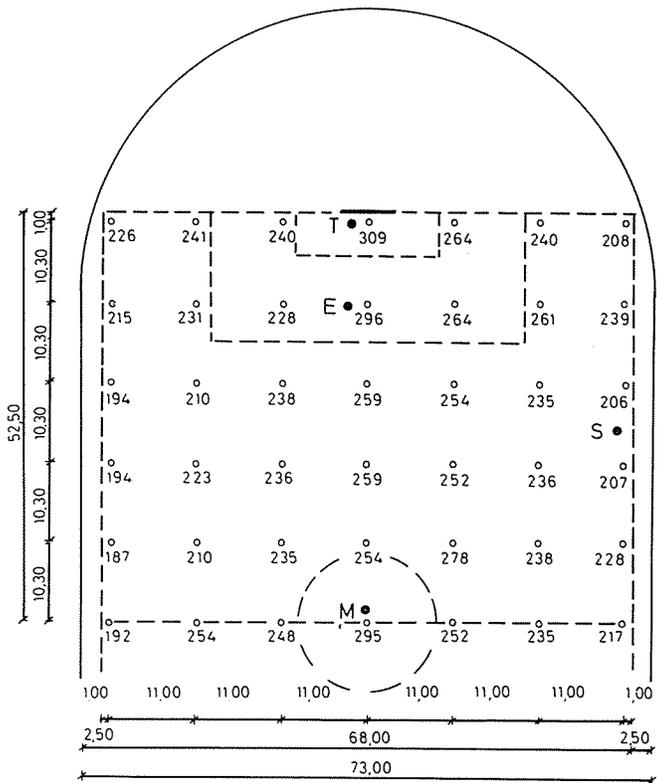
Schichtenaufbau der untersuchten Rasensportplätze						
Sportplatz und Fertigstellung	W 1967	U 1970	Z 1971	R 1972	G 1974	I 1974
Rasentragschicht in cm	18	15	20	18	15	15
Dränschicht in cm	15	15	15	15	15	15
Sauger/Sammler-Entwässerung	+	+	+	+	+	+
Dränschicht auf allen Plätzen bestehend aus lehmfreien Grubenkies 0/30 mm						

Auf den vier älteren Plätzen wurden die Messungen bzw. Probeentnahmen im Herbst 1973 (SCHMIDT und PAAR 1974) und auf den zwei neueren Plätzen im Sommer 1975 vorgenommen. Um die Auswirkung flächenmäßig unterschiedlicher Benutzungsintensitäten bestimmen zu können, wurden zur Ermittlung der Meß- bzw. Probeentnahmestellen in einem Vorversuch auf dem Sportplatz W 1967 Abscherwiderstandsmessungen auf einer Spielfeldhälfte im Rasterabstand von $11,00 \times 10,30 m$ und in 0–10 cm Tiefe durchgeführt. Die in Darstellung 1 wiedergegebenen Ergebnisse zeigen die höchsten Abscherwiderstände vor dem Torraum (T), an der 11 m-Linie (E) und in der Spielfeldmitte (M), während die Seiten (S) durch die niedrigsten Abscherwiderstände gekennzeichnet sind. Die weiteren Untersuchungen erstreckten sich auf diese vier Meßpunkte, um einerseits die beiden Extreme der Benutzung zu erfassen und andererseits zu überprüfen, ob die Meßpunkte T, E und M durchgehend die höchsten Abscherwiderstände aufweisen.

Für die Bestimmung des Durchflußwertes und des modifizierten Wasser-

DARSTELLUNG 1

LAGE DER MESSPUNKTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM ABSCHERWIDERSTAND (BRUCHMOMENT M_{max}) AM BEISPIEL DES SPORTPLATZES W 1967



○ MITTELWERT AUS 10 EINZELMESSUNGEN IN 0-10 cm TIEFE, MESSWERTE IN $cmkp$ BEI WASSERGEHALTEN ZWISCHEN 20 UND 25 GEW.%

● MESS- BZW. PROBEENTNAHMESTELLE

T=TORRAUM, E=11m-LINIE, M=MITTE, S=SEITE

schluckwertes wurden je Meßpunkt 2 ungestörte Parallelproben mit Kunststoffzylindern (LIESECKE und SCHMIDT 1975) und für die Bestimmung von Porenvolumen und Porengrößenverteilung je 2 ungestörte Stechzylinderproben zwischen 0–5 cm und zwischen 5–10 cm Tiefe entnommen. Die Ermittlung des Abscherwiderstandes (Mmax) erfolgte mit 10 Parallelmessungen je Meßpunkt in 0–10 cm Tiefe und bei dickeren Tragschichten auch in 10–20 cm Tiefe. Bei der Entnahme der Stechzylinderproben zwischen 0–5 cm Tiefe wurden Rasennarbe, Blatt- und Wurzelfilz entfernt.

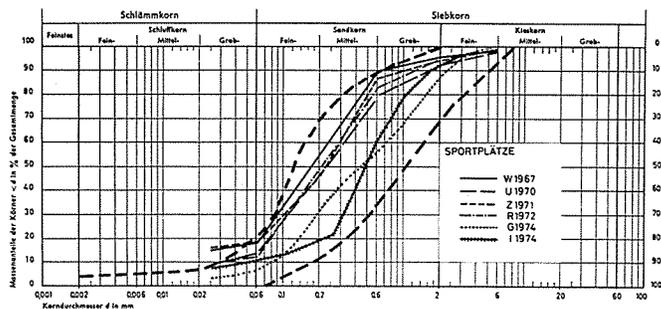
Tabelle 2:
Zusammensetzung der Tragschichten in Vol.% der verwendeten Baustoffe

Sportplatz und Fertigstellung	Zusammensetzung in Vol.%					
	W 1967	U 1970	Z 1971	R 1972	G 1974	I 1974
Oberboden	83	28	65	55	20	10
Sand 0/3 mm	—	—	—	—	—	60
Sand 0/5 mm	—	—	20	22	—	—
Lava 0/5 mm	—	47	—	—	50	—
Weißtorf	6	6	5	6	30	30
Hygromull	—	6	—	6	—	—
Perlit	—	13	10	11	—	—
Poromull	11	—	—	—	—	—

3. Zusammensetzung der Tragschichten

Bereits aus der Zusammensetzung der Tragschichten in Tabelle 2 wird der Einfluß der Norm deutlich. Während beim Sportplatz W 1967 die Tragschicht im wesentlichen aus dem anstehenden Oberboden besteht und bei den Sportplätzen U 1970, Z 1971 und R 1972 unter Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (s. Darstellung 2) noch mit hohen Oberbodenanteilen und einer Vielzahl von verbessernden Gerüstbaustoffen und Zuschlagstoffen gearbeitet wurde, erfolgte bei den Sportplätzen G 1974 und I 1974 eine wesentliche Reduzierung der Anzahl bodenverbessernder Zuschlagstoffe und des Oberbodenanteils zugunsten geeigneter gerüstbildender Baustoffe.

DARSTELLUNG 2
KÖRNUNGSKURVEN DER RASENTRAGSCHICHTEN AUF DEN UNTERSUCHTEN SPORTPLÄTZEN



Die Körnungskurven in Darstellung 2 verdeutlichen diesen Zusammenhang. Die Tragschichtgemische der vier älteren Sportplätze liegen im gesamten Kurvenverlauf im feinkörnigeren Bereich zwischen den beiden Grenzkurven und überschreiten den mit 8 Gew.% vorgegebenen Grenzwert für den Gehalt an abschlämmbaren Teilen $d < 0,02$ mm zum Teil erheblich (U 1967, Z 1971). Hierin zeigt sich das tastende Bemühen, die im feinkörnigeren Bereich zu erwartende höhere Wasserspeicherfähigkeit bei gleichzeitig ausreichender Wasserdurchlässigkeit zu erhalten. Im Gegensatz dazu verlaufen die Körnungskurven der Tragschichtgemische von den beiden jüngeren Sportplätzen im mittleren bis größeren Körnungsbereich zwischen den beiden Grenzkurven; sie weisen dementsprechend hohe Anteile an Mittel- und Grobsand auf. Die Kurve des Sportplatzes I 1974 verflacht im feinsandigen Bereich allerdings sehr stark und nähert sich dem Grenzwert für den Gehalt an abschlämmbaren Teilen $d < 0,02$ mm. Die leichte Verschiebung im Kurvenverlauf der Tragschicht G 1974 im mittelsandigen Bereich ergibt sich durch die Zusammensetzung aus feinkörnigerem Oberboden und grobkörnigerer Lava 0/5 mm. Bei beiden Plätzen zielt die insgesamt grobkörnigere Zusammensetzung auf eine verbesserte Wasserdurchlässigkeit ab, während der hohe Mischungsanteil an Weißtorf gleichzeitig eine ausreichende Wasserspeicherfähigkeit gewährleisten soll.

Abgesehen von Sportplatz I 1974, mit einem Gehalt an organischer Substanz von 3,5 Gew.%, liegen der Gehalt an organischer Substanz und der pH-Wert in allen Tragschichten in dem von der Norm vorgegebenen Rahmen (Tabelle 3). Unterschiede zwischen den Tragschichten bestehen aber nicht nur in Zusammensetzung (Tabelle 2 und Darstellung 2) und Nutzungsintensität, sondern auch in dem zur Herstellung angewendeten Mischvorgang. Bei den vier älteren Plätzen erfolgte das Mischen auf der Fläche durch Einfräsen der schichtweise aufgetragenen einzelnen Baustoffe. Insbesondere auf dem Sportplatz Z 1971 wurde durch das Auftreten von Schlufflinsen bis zu 10 cm ϕ in den Aufschlüssen deutlich, daß dieser

Mischvorgang in der Regel keine Gewähr für eine ausreichende Homogenität des Tragschichtgemisches bietet. Bei den beiden neueren Plätzen wurde, abgesehen vom Weißtorf, außerhalb der Fläche durch wiederholtes Umsetzen mit Ladern gemischt, das Gemisch mit Muldenkippern aufgebracht, von Hand verteilt und abgezogen. Der Torfanteil wurde anschließend aufgetragen und eingefräst.

Tabelle 3:
Gehalt an organischer Substanz, pH-Wert, Narbendichte und Durchwurzelungstiefe in den Rasentragschichten

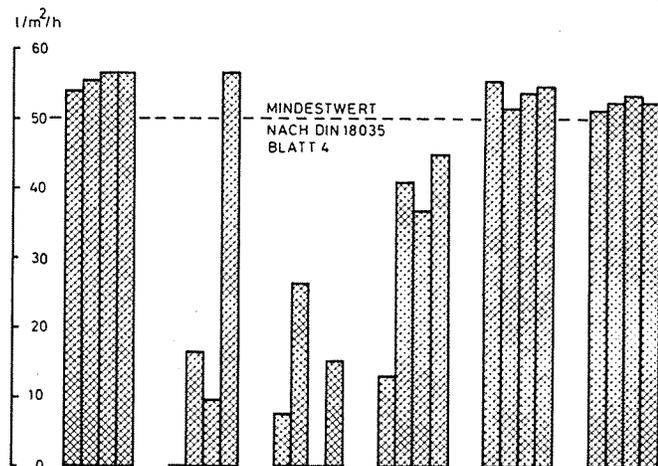
Sportplatz und Fertigstellung	Messungen September 1973				Messungen August 1975	
	W 1967	U 1970	Z 1971	R 1972	G 1974	I 1974
Organ. Substanz in Gew.%	3,8	3,2	4,3	3,3	2,0	3,5
pH-Wert	5,9	5,8	6,4	5,3	6,5	6,2
Narbendichte in % ^{*)}	98	80	70	95	98	98
Durchwurzelungstiefe in cm ^{**)}	25	5	6	15	15	15

^{*)} Mittelwert aus 16 gleichmäßig über die Platzfläche verteilten Meßstellen

^{**)} Mittelwert aus den Feststellungen an den Aufschlüssen nach Entnahme der Bodenproben (Darstellung 1)

DARSTELLUNG 3

DURCHFLUSSWERTE DER RASENTRAGSCHICHTEN IM BENUTZTEN ZUSTAND NACH DIN 18035 BLATT 4



MESSWERT	53,7	55,4	56,5	56,5	0,0	18,4	9,6	56,5	7,6	26,3	0,0	15,2	13,0	40,7	36,7	44,6	55,1	51,3	53,6	54,6	51,0	52,4	53,2	52,4
MESS-TEMSPUNKT	T E M S			T E M S			T E M S			T E M S			T E M S			T E M S								
SPORT-PLATZ	W 1967			U 1970			Z 1971			R 1972			G 1974			I 1974								

Ergebnisse

1. Wasserdurchlässigkeit

Wie aus Darstellung 3 hervorgeht, bestehen zwischen den Tragschichten wesentliche Unterschiede im Durchflußwert, die im Zusammenhang mit der bei der „Zusammensetzung der Tragschichten“ herausgestellten Gruppierung nach Fertigstellungszeitpunkt, Oberbodenanteil und damit der Korngrößenverteilung zu werten sind. Der in der Norm vorgegebene Durchflußwert von mindestens 50 l/m²/h wird lediglich bei der ältesten Tragschicht W 1967 und bei den beiden neueren, „nach der Norm“ gebauten Tragschichten erreicht, die damit insgesamt eine zufriedenstellende Wasserdurchlässigkeit im bewachsenen und benutzten Zustand aufweisen. Während dieses Ergebnis bei den Tragschichten G 1974 und I 1974 auf die grobkörnige Zusammensetzung zurückzuführen ist (s. Darstellung 2), bilden der hohe Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d < 0,02$ mm) im verwendeten Oberboden und die unbefriedigende Homogenität des Gemisches die Ursache für die geringe Wasserdurchlässigkeit der Tragschichten U 1970, Z 1971 und R 1972. Bei der Tragschicht U 1970 mit einem hohen Perlitanteil ist zudem eine wiederholt festgestellte porenstopfende Wirkung dieses Zuschlagstoffes (SKIRDE

1974, LIESECKE und SCHMIDT 1975) nicht auszuschließen, die zusammen mit dem hohen Anteil an abschlämmbaren Teilen die durchlässigkeitsfördernde Wirkung von Lava aufhebt. Dagegen ergibt sich bei dem Oberboden der Tragschicht W 1967, dessen Korngrößenverteilung sich der Grenzkurve im feinkörnigeren Bereich am stärksten nähert, die höchste Wasserdurchlässigkeit aus der an den örtlichen Aufschlüssen festgestellten guten Krümelstruktur des Bodens, die während der Bauausführung durch Ab- und Auftrag sowie durch Fräsen weniger gestört wurde und in der sich in den 6 Jahren bis zur Untersuchung ein durchgängiges, wasserabführendes Porensystem als Folge einer hohen biologischen Aktivität (Durchwurzelung, Regenwurm-tätigkeit) auszubilden vermochte.

Bei einem Vergleich zwischen den Meßpunkten ist in den älteren Tragschichten, abgesehen von W 1967, die geringste Wasserdurchlässigkeit jeweils im Torraum (T) und in der Platzmitte (M) festzustellen. Auf den neueren Tragschichten ergeben sich im Durchflußwert keine wesentlichen Unterschiede.

Die Intensität der Wasserversickerung in den Tragschichten, die durch die Bestimmung des Wasserschluckwertes k^* mod. ermittelt wurde, ergibt, wie aus Darstellung 4 hervorgeht, differenziertere Abweichungen zwischen den Meßpunkten als der Durchflußwert. Der in der Norm für den unbewachsenen Zustand vorgegebene Mindestwert von k^* mod. = $1,5 \times 10^{-3}$ cm/s wird im bewachsenen und benutzten Zustand an den Meßpunkten (E) und (S) der Tragschichten U 1970 und R 1972 noch erreicht. Sowohl der Torraum (T) als auch die Platzmitte (M) weisen wiederum die geringste Versickerung auf. Differenziertere Abweichungen sind auch insofern festzustellen, als bei der Tragschicht W 1967 und bei der Tragschicht I 1974 Unterschiede zwischen den Meßpunkten oberhalb des geforderten Mindestwertes auftreten und tendenziell wiederum die beiden Meßpunkte (T) und (M) eine geringere Versickerungsrate aufweisen.

Für die Tragschicht Z 1971 decken sich die zu geringen Wasserschluckwerte an allen Meßpunkten mit den Durchflußwerten. Die damit insgesamt unzureichende Wasserdurchlässigkeit bestätigt die örtlichen Feststellungen von Wasserstau und Aufweichungen der Tragschichtoberfläche nach Niederschlägen auf diesem Rasensportplatz

2. Porenvolumen und Porengrößenverteilung

Im Zusammenhang mit einer vorlaufenden, exemplarisch auf Versuchsflächen mit bewachsenen aber unbelasteten Rasentragschichten durchgeführten Untersuchung (LIESECKE und SCHMIDT 1975) wurden die mit der Bestimmung der Bindungsintensität des Bodenwassers (pF-Kurven) und der Ermittlung der Porengrößenbereiche verbundenen quantitativen Aussagemöglichkeiten grundsätzlich und anwendungsbezogen dargestellt. Die dabei gewonnenen Ergebnisse zur Wasserspeicherfähigkeit und zum Wasseraufnahmevermögen werden im vorliegenden Fall durch die zusätzlichen Aussagemöglichkeiten zur „Wasserkapazität“ und zum Luftgehalt in den Tragschichten ergänzt.

Zum Vergleich der Rasentragschichten untereinander ist in Darstellung 5 die Porengrößenverteilung mit den Mittelwerten aus den Meßpunktergebnissen dargestellt. Daraus geht hervor, daß eine Vergrößerung des Porenvolumens im wesentlichen durch eine Zunahme des Anteils der weiten Grobporen ($> 50 \mu$), in denen das Bodenwasser schnell beweglich ist, bestimmt wird, teilweise auch durch die Höhe des Anteils an Feinporen ($< 0,2 \mu$), in denen das Wasser so fest gebunden ist, daß es den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung steht. Der Einfluß der weiten Grobporen auf die Höhe des Gesamtporenvolumens ist aber umso größer, als annähernd in der vorliegenden Reihenfolge, ausgenommen W 1967, der Anteil der Feinporen abnimmt. Die Summe der engen Grobporen ($50-10 \mu$) und der Mittelporen ($10-0,2 \mu$) bleibt dagegen, mit Ausnahme der Tragschicht I 1974, annähernd konstant.

Ein Zusammenhang zwischen Gesamtporenvolumen und Anteil an weiten Grobporen ($> 50 \mu$) einerseits (Darstellung 5) und Korngrößenzusammensetzung, Bodenstruktur (Darstellung 2) sowie der Intensität der Wasserdurchlässigkeit (Darstellung 3 und 4) andererseits ist zwar erkennbar, aber insgesamt nicht so eindeutig, wie an den bewachsenen aber nicht belasteten Rasentragschichten (LIESECKE und SCHMIDT 1975).

Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen den Tragschichten G 1974 und I 1974, der für die Wasserdurchlässigkeit nicht festgestellt werden konnte. Die Tragschicht G 1974 ist jeweils durch die höchsten Anteile an wasserabführenden und wasserspeichernden Poren und den geringsten Anteil an Totwasser gekennzeichnet.

Da durch die Art der Nutzung und Belastung von Rasensportplätzen im oberen Bereich der Tragschichten Bodenverdichtungen auftreten, die durch eine Abnahme des Gesamtporenvolumens und insbesondere der weiten Grobporen ($> 50 \mu$) gegenüber umgebenden Bodenschichten gekennzeichnet sind (HARTGE 1965 b), gibt Darstellung 6 exemplarisch für einige Tragschichten die Meßergebnisse aus 0–5 cm und 5–10 cm Tiefe wieder. Während bei dem Sportplatz W 1967 und bei dem Sportplatz G 1974 oberflächennah Bodenverdichtungen in der Tragschicht vorliegen, ist das bei dem Sportplatz Z 1971 nicht der Fall. Hier weist die tieferliegende im Vergleich zur oberflächennäheren Zone eine Verdichtung auf. In Verbindung mit der unzureichenden Wasserdurchlässigkeit dieses Platzes (Darstellung 3 und 4) kann eine geringe Homogenität des Gemisches als Folge eines ungleichmäßigen und flachen Einfräsen und eine Verdichtung des Oberbodens beim Aufbringen der Mischungskomponenten mit Muldenkippern auf unzureichend abdeckenden Bohlenbahnen als Ursache angenommen werden.

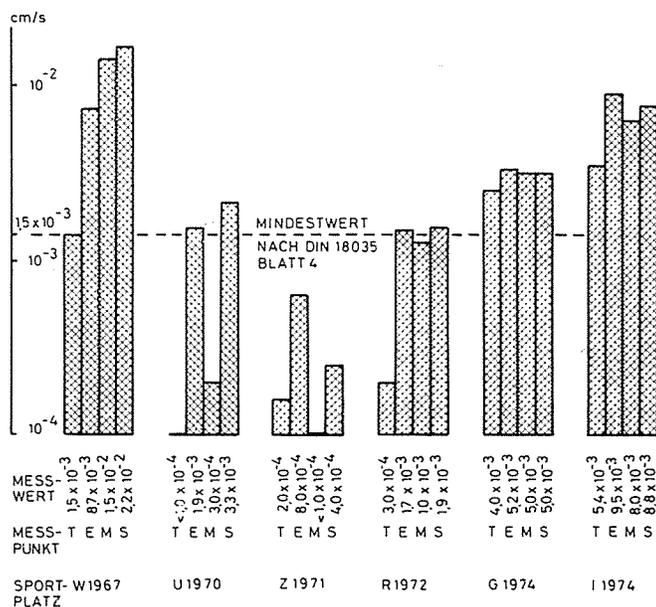
3. Wasserbindung und Luftvolumen

Die in DIN 18035 Blatt 4 vorgegebene Methode zur Bestimmung der „Wasserkapazität“ ist auf eine Prüfung bei der Herstellung von Tragschichtgemischen ausgerichtet. Eine Entnahme ungestörter Bodenproben „in situ“ mit Zylindern von 4 cm Durchmesser ist nicht möglich. Aus dem Wassergehalt bei Feldkapazität (pF 1,8–2,5) läßt sich die „Wasserkapazität“ im Sinne der Norm aber näherungsweise auch für eingebaute und benutzte Rasentragschichten ableiten.

In Darstellung 7 sind dementsprechend die Wassergehalte der Rasentragschichten bei Feldkapazität (pF 1,8–2,5) für die verschiedenen Meßpunkte wiedergegeben. Während die Tragschichten W 1967 bis G 1974 bei einer Bindungsintensität von pF 1,8 ein durchschnittliches Wasservolumen von 30 % mit abnehmender Tendenz in der dargestellten Reihenfolge aufweisen, was bedeutet, daß sämtliche weiten Grobporen ($> 50 \mu$) entwässert sind, ergibt sich für die Tragschicht I 1974 durch den vergleichsweise sehr geringen Anteil an engen Grobporen ($50-10 \mu$) (Darstellung 5) ein wesentlich niedrigeres Wasservolumen von rd. 22,5 %. Bei weitergehender Entwässerung auch der engen Grobporen ($50-10 \mu$) bis pF 2,5 nimmt das Wasservolumen auf rd. 24,5 bis 22 % bei den drei älteren Tragschichten und auf rd. 18 % bei den drei jüngeren

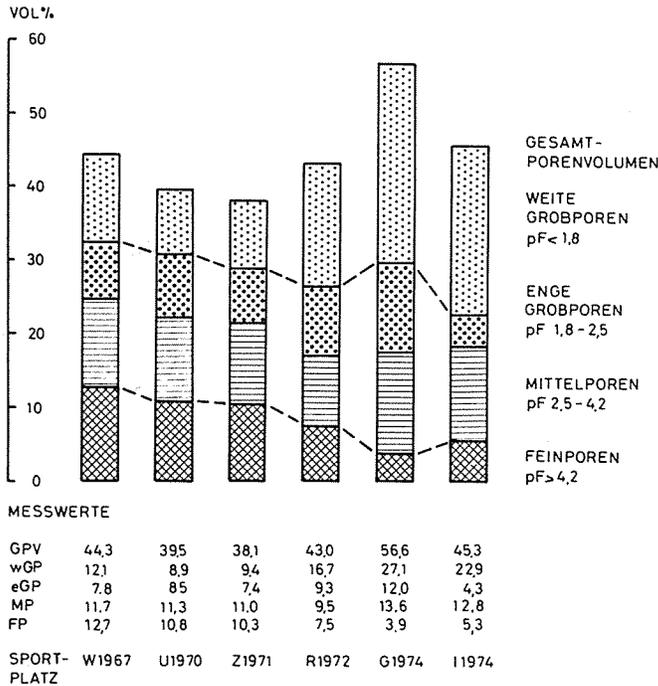
DARSTELLUNG 4

WASSERSCHLUCKWERT k^* mod. NACH DIN 18035 BLATT 4 AN RASENTRAGSCHICHTEN IM BENUTZTEN ZUSTAND



DARSTELLUNG 5

GESAMTPORENVOLUMEN UND PORENGRÖSSENVERTEILUNG DER RASENTRAGSCHICHTEN ZWISCHEN 0-10 cm TIEFE IM MITTEL ALLER MESSPUNKTE



Tragschichten ab (Darstellung 5). Im Gegensatz zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (Darstellung 3 und 4) ist keine Regelmäßigkeit in den Unterschieden zwischen den Meßpunkten einer Tragschicht zu erkennen.

Die Menge des bei Feldkapazität (pF 1,8-2,5) bis zum Erreichen des permanenten Welkepunktes (pF 4,2) kürzer oder länger pflanzenverfügbar gebundenen Wassers bewegt sich, wie Darstellung 8 zeigt, im allgemeinen zwischen 17 bis 20 Vol.%, (pF 1,8-4,2), bei der Tragschicht G 1974 steigt sie durch den Lavaanteil sogar auf 25 Vol.% an. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Tragschichten aber relativ gering.

Im Gegensatz dazu unterliegt das Wasseraufnahmevermögen der Tragschichten durch seine Abhängigkeit von dem Anteil an Grobporen (Darstellung 5) wesentlich stärkeren Schwankungen. Ausgehend von dem in Darstellung 9 wiedergegebenen theoretischen Fall, daß den Tragschichten alles bis pF 2,5 gebundene Wasser gleichmäßig entzogen ist, also alle weiten (> 50 µ) und engen Grobporen (50-10 µ) entwässert sind, liegt das Wasseraufnahmevermögen zwischen rd. 17 bis 20 Vol.% (W 1967, U 1970, Z 1971) und rd. 25 bis 27 Vol.% (R 1972, I 1974), um bei Verwendung von Lava 0-5 mm sprunghaft auf rd. 39 Vol.% anzusteigen.

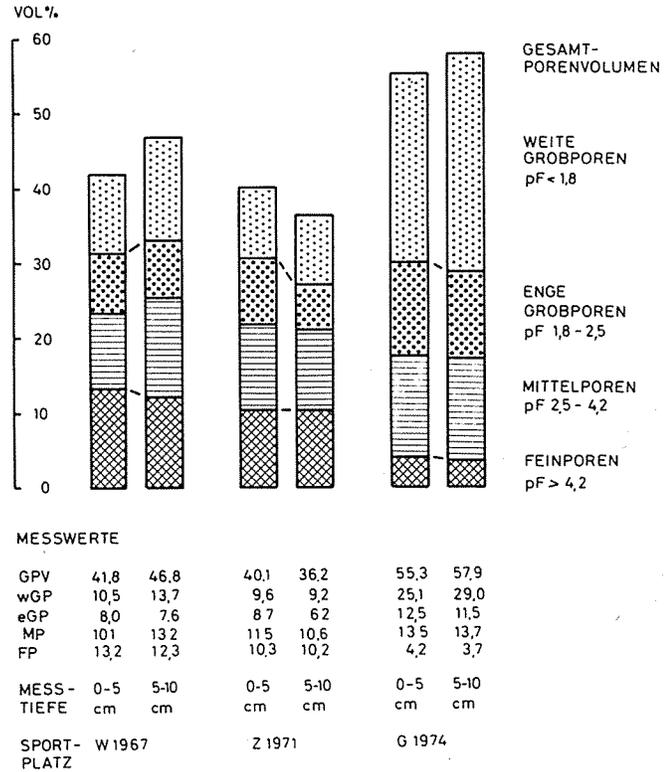
Wird ein Wasserentzug bis pF 1,8 zugrundegelegt (Darstellung 9), so daß nur das in den weiten Grobporen (> 50 µ) schnell bewegliche Bodenwasser entfernt ist, dann ergibt sich damit das fast ständig mit Luft gefüllte, wasserfreie Porenvolumen im Boden. Während in den Tragschichten U 1970 und Z 1971 ein Absinken dieses wasserfreien Porenvolumens auf rd. 9%, an einzelnen Meßpunkten sogar bis 7,5 bzw. 5%, festzustellen ist, liegt es bei den beiden Tragschichten W 1967 und R 1972 zwischen 12,0 bis 16,5%. Bei den „nach der Norm“ gebauten Tragschichten erreicht es Werte zwischen 20 und 25 Vol.% (I 1974) und bei Verwendung von Lava sogar von 25 bis 28 Vol.% (G 1974).

4. Abscherwiderstand

Die in Darstellung 10 zusammengefaßten Ergebnisse der Abscherwiderstandsmessungen und zugehörigen Wassergehaltsbestimmungen weisen erhebliche Unterschiede zwischen den Sportplätzen aber auch zwischen den Meßpunkten einzelner Tragschichten aus. Beim Vergleich der Meßpunkte einer Tragschicht ist, mit Ausnahme der zu erwartenden hohen Abhän-

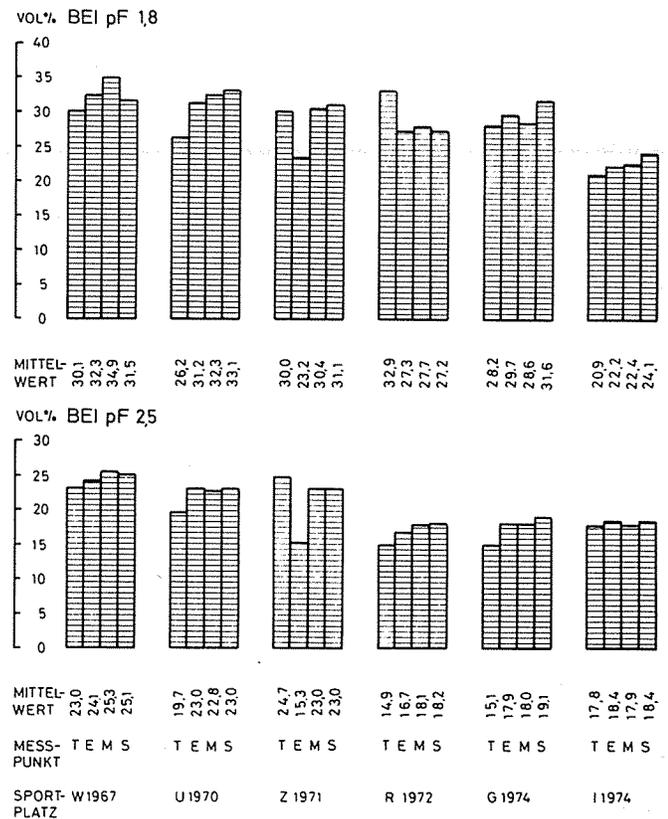
DARSTELLUNG 6

GESAMTPORENVOLUMEN UND PORENGRÖSSENVERTEILUNG DER RASENTRAGSCHICHTEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER MESS-TIEFE



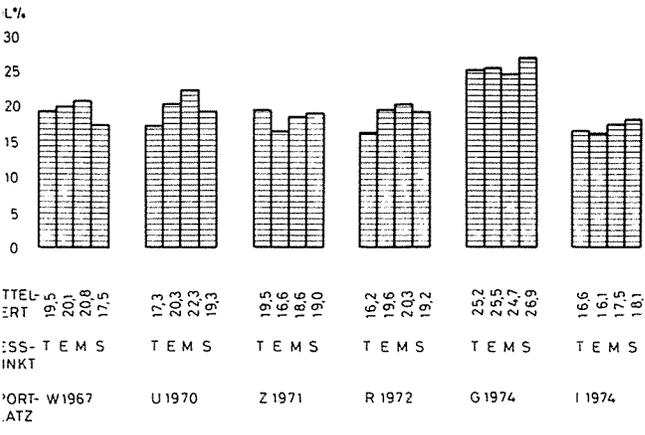
DARSTELLUNG 7

WASSERGEHALT DER RASENTRAGSCHICHTEN BEI FELDKAPAZITÄT pF 1,8-2,5 IN 0-10 cm TIEFE



ARSTELLUNG 8

FLANZENVERFÜGBARES WASSER IN DEN ASENTRAGSCHICHTEN ZWISCHEN pF 1,8-4,2 IN 0-10 cm TIEFE

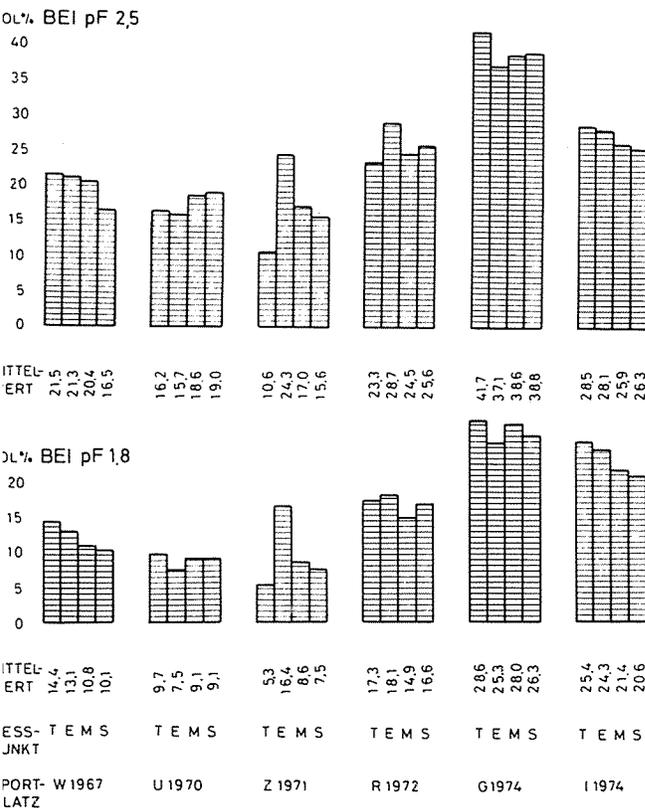


gigkeit vom Wassergehalt (Z 1971, R 1972), kein Einfluß aus der unterschiedlichen Belastung wie bei der Wasserdurchlässigkeit (Darstellung 3 und 4) festzustellen. Unterschiede zwischen den Tragschichten ergeben sich nicht nur aus unterschiedlichen Wassergehalten zum Meßzeitpunkt, sondern auch aus der Abhängigkeit von Bodenstruktur, Porenvolumen (Rohdichte), Porengrößenverteilung und Kornform.

Bei der Tragschicht W 1967 liegen bei höherer Wasserdurchlässigkeit und günstigerem Porenvolumen im Vergleich zur Tragschicht U 1970 wesentlich höhere Abscherwiderstände vor, was neben dem sehr niedrigen Wassergehalt auch auf die stabilere Bodenstruktur zurückgeführt werden kann. Auch die Tragschicht Z 1971 weist höhere Wassergehalte als die Tragschicht W 1967 auf; aufgrund des geringeren Porenvolumens mit extrem ungünstiger Wasserdurchlässigkeit bei Z 1971 sind die Abscherwiderstände aber annähernd gleichhoch. Die Aus-

ARSTELLUNG 9

VASSERAUFNAHMEVERMÖGEN BZW. LUFTGEHALT DER ASENTRAGSCHICHTEN BEI FELDKAPAZITÄT pF 1,8-2,5 IN 0-10 cm TIEFE



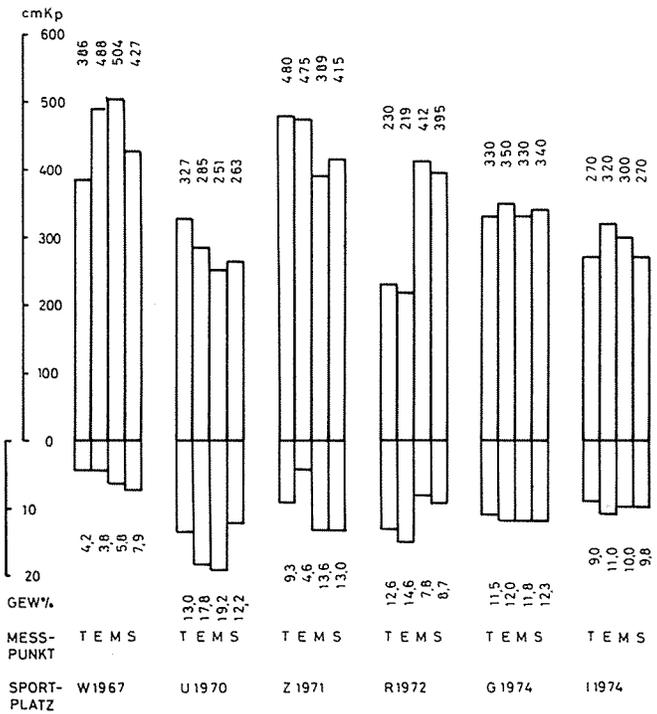
wirkung unterschiedlicher Feuchtigkeitsverhältnisse auf einem Sportplatz ist deutlich an den Tragschichten Z 1971 und insbesondere R 1972 zu erkennen. So entsprechen beispielsweise auf dem Sportplatz R 1972 den hohen Wassergehalten bei den Meßpunkten (T) und (E) geringe Abscherwiderstände und den niedrigen Wassergehalten bei den Meßpunkten (M) und (S) hohe Abscherwiderstände. Die Tragschicht G 1974 schließlich weist gegenüber I 1974, bei vergleichbaren Wassergehalten aber wesentlich höherem Porenvolumen, sogar etwas höhere Abscherwiderstände auf, was auf die verzahnende Lagerung der Lava zurückzuführen ist.

Um den Einfluß unterschiedlicher Feuchtigkeitsverhältnisse und Meßtiefen auf den Abscherwiderstand zu verdeutlichen, werden in Darstellung 11 die entsprechenden Meßergebnisse für die beiden Tragschichten W 1967 und U 1970 gesondert herausgestellt. Dabei zeigt sich bei Tragschicht W 1967, daß in 0-10 cm Meßtiefe ein Absinken des Wassergehaltes von rd. 20 Gew.% auf rd. 5,5 Gew.% eine Erhöhung des Abscherwiderstandes um rd. 170 cmkp zur Folge hatte. Zwischen 0-10 cm Meßtiefe und 10-20 cm Meßtiefe ergibt sich bei vergleichbarem Wassergehalt durch die Auflast des Bodens eine Erhöhung des Abscherwiderstandes um rd. 290 cmkp. Der entsprechende Vergleich bei der Tragschicht U 1970 weist bei wesentlich höherem Wassergehalt ebenfalls eine Zunahme des Abscherwiderstandes in dieser Größenordnung aus.

In Verbindung mit dem Vorversuch auf dem Sportplatz W 1967 (Darstellung 1) ergibt sich aus der flächendeckenden Bestimmung des Abscherwiderstandes die Möglichkeit, Linien gleichen Abscherwiderstandes näherungsweise zu ermitteln und eine Abgrenzung unterschiedlicher Belastungszonen vorzunehmen. Wie Darstellung 12 zeigt, erstreckt sich die am stärksten belastete Zone, gekennzeichnet durch die höchsten Abscherwiderstände, vom Torraum bis fast zur Elfmeterlinie. Die nächst niedrigere Belastungszone umfaßt, ebenfalls langgestreckt, in etwa den Strafraumbereich vor dem Tor und kreisförmig die Spielfeldmitte. Interessant ist weiterhin, daß die Tendenz zu häufigerem Spielen auf das gegnerische Tor über den rechten Flügel durch das Auftreten von Zonen höherer Abscherwiderstände auf dieser Spielfeldseite nachgewiesen werden kann.

DARSTELLUNG 10

ABSCHERWIDERSTAND (BRUCHMOMENT Mmax) UND WASSERGEHALT DER ASENTRAGSCHICHTEN IM BENUTZTEN ZUSTAND IN 0-10 cm TIEFE



Diskussion der Ergebnisse

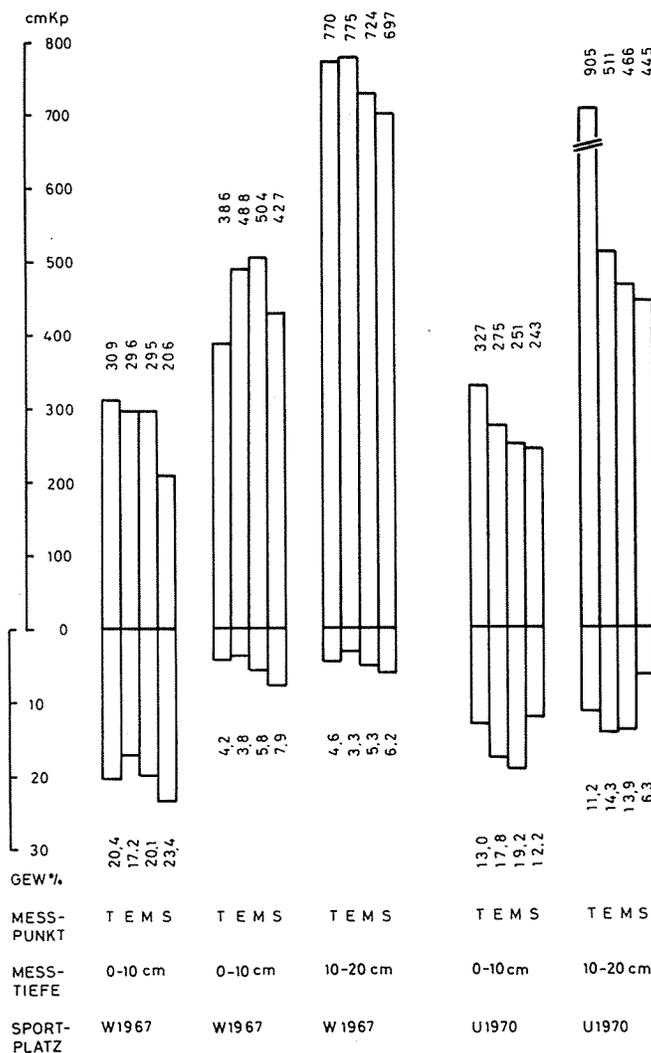
1. Zur Wasserdurchlässigkeit und Porengrößenverteilung

Zur Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit von Rasentragschichten in Hinblick auf eine zügige Abführung des Überschußwassers nach Niederschlägen und damit auf eine rasche Wiederbespielbarkeit bzw. Einschränkung von Zerstörungen der Rasendecke, sieht die DIN 18035 Blatt 4 zwei verschiedene Prüfmethode vor. Während zur Eignungsprüfung bei der Zusammensetzung von Tragschichtgemischen im Labor die Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes k^* mod. anzuwenden ist, sind bei Kontrollprüfungen im bewachsenen und benutzten Zustand auf dem Platz ungestörte Zylinderproben zur Bestimmung des Durchflußwertes zu entnehmen. Wie in einer vorlaufenden Untersuchung an bewachsenen aber nicht durch Spielbetrieb belasteten Tragschichten gezeigt (LIESECKE und SCHMIDT 1975) werden konnte, bietet sich die Bestimmung von k^* mod. auch für den benutzten Zustand als Prüfmethode an. Die vorliegenden, auf belasteten Rasentragschichten gewonnenen Ergebnisse bestätigen diese Eignung und lassen, auch methodisch bedingt (LIESECKE und SCHMIDT 1975), z. T. differenziertere Aussagen (Darstellung 3 und 4) zu. Im Vergleich zwischen den Meßpunkten eines Sportplatzes kann die Abhängigkeit von der Intensität der Nutzungsbelastung eindeutig nachgewiesen werden (Darstellung 4).

Neben der zügigen Wasserabführung ist es sehr wesentlich, beurteilen zu können, wieviel pflanzenverfügbares Wasser die Tragschicht in Hinblick auf die Versorgung der Rasendecke speichern kann, ohne schwammig zu werden, wieviel Wasser sie bei Niederschlägen vorübergehend aufzunehmen vermag und ob in mehr oder weniger wassergesättigtem Zustand ein

DARSTELLUNG 11

EINFLUSS VON WASSERGEHALT UND MESSTIEFE AUF DEN ABSCHERWIDERSTAND (BRUCHMOMENT M_{max})



ausreichendes Luftvolumen für die Wurzelatmung vorhanden ist. Zur Stützung und Bestätigung der in der Norm vorgegebenen praxisgerecht einfach und schnell bestimmbar Kennwerte bietet die Ermittlung der Porengrößenverteilung bzw. der Bindungsintensität des Bodenwassers ein wertvolles, präzisiertes Hilfsmittel (LIESECKE und SCHMIDT 1975, SKIRDE u. a. 1976).

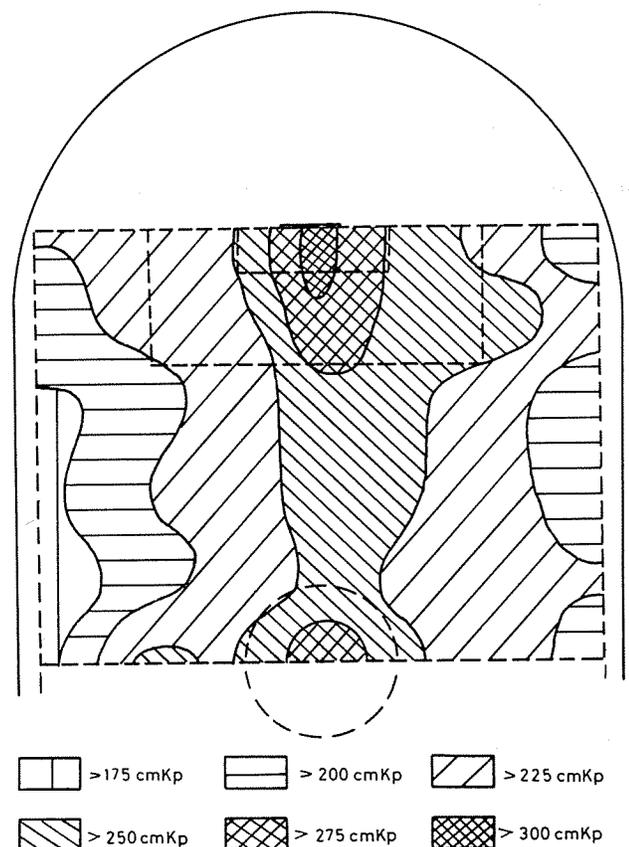
Der an bewachsenen aber unbelasteten Tragschichten ermittelte Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit und dem Anteil an Grobporen (LIESECKE und SCHMIDT 1975) wird auf den sechs Rasensportplätzen durch die nutzungsbedingte Ausbildung einer oberflächennahen Verdichtungs- und Verschleißschicht, mit mehr oder weniger wassersperrender Wirkung, überlagert. Während dieser Zusammenhang beim Vergleich zwischen den verschiedenen Sportplätzen erkennbar ist, kann er zwischen den Punkten unterschiedlicher Belastung auf einem Sportplatz nicht festgestellt werden. Das ist insofern auch auf die Versuchsanordnung zurückzuführen, als bei der Entnahme der Stechzylinderproben aus der Tragschicht die oberflächennahe Verschleißschicht von 0-3 cm, die die Wasserdurchlässigkeit entscheidend bestimmt (SKIRDE u. a. 1976), im wesentlichen entfernt und somit bei der Porengrößenbestimmung nicht erfaßt wurde. Gekennzeichnet durch die Abnahme des Gesamtporenvolumens und insbesondere der weiten Grobporen ($> 50 \mu$) (HARTGE 1965 b, LIESECKE 1970) ließen sich aber beim Vergleich der in 0-5 cm und 5-10 cm Meßtiefe gefundenen Werte eindeutig eine auch tieferreichende Verdichtungswirkung der Benutzung und eine tieferliegende Verdichtungszone als Folge des Herstellungsverfahrens abgrenzen.

2. Zu Wasserspeicherung, Wasseraufnahmevermögen und Luftvolumen

Die in der Norm vorgegebene Bestimmung der „Wasserkapazität“ von Tragschichtgemischen im unbewachsenen Zustand soll „einerseits eine gewisse Wasserspeicherung im Interesse der Rasendecke... sichern helfen“ und andererseits durch

DARSTELLUNG 12

VERTEILUNG DES ABSCHERWIDERSTANDES (BRUCHMOMENT M_{max}) AUF DEM SPORTPLATZ W 1967 UND AUSWIRKUNG EINER STÄRKEREN SPIELINTENSITÄT ÜBER DEN RECHTEN FLÜGEL



Begrenzung auf 35 bis 40 (45) Vol.-% „eine zu weiche, schwammige und damit unzureichend tragfähige Sportfläche verhindern“ (SKIRDE u. a. 1976). In Verbindung mit der Bestimmung des bei Feldkapazität (pF 1,8–2,5) im Boden vorhandenen Wassers ergibt sich die Möglichkeit, die „Wasserkapazität“ näherungsweise auch für bewachsene und belastete Tragschichten abzugrenzen.

Dabei ist davon auszugehen, daß sich in der Bodensäule, wie sie bei dem normgebundenen Prüfverfahren vorliegt, ein Saugspannungsgefälle zwischen den oberen und unteren Zonen einstellt. Während in der oberen Zone die weiten Grobporen durch Schwerkraftwirkung weitestgehend entwässert sind, tritt in der unteren Zone eine verzögerte Entwässerung mit Stauerscheinungen auf. Das in der Bodensäule insgesamt vorhandene Wasser weist damit ein größeres Volumen auf, als einem theoretisch gleichmäßigen Wassergehalt bei Feldkapazität (pF 1,8) entspricht (SKIRDE u. a. 1976). Im vorliegenden Fall ergeben sich damit für die „Wasserkapazität“ Wassergehalte, die im Rahmen der in der Norm gegebenen Werte von mindestens 35 Vol.-% und höchstens 40 (45) Vol.-% liegen (Darstellung 7). Entgegen der von FRANKEN (1975) vertretenen Auffassung ist es also durchaus möglich, die in der Norm erhobenen Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit und an die „Wasserkapazität“ von Rasentragschichten aufeinander abzustimmen und zu erfüllen.

Nährend der obere Grenzwert für die „Wasserkapazität“ von 40 (45) Vol.-% in Hinblick auf eine ausreichende Tragfähigkeit festgelegt wurde, ist es möglich, die mit dem unteren Schwellenwert der „Wasserkapazität“ angesprochene Wasserversorgung der Rasendecke, in dem das nicht pflanzenverfügbare „Totwasser“ (pF > 4,2) miterfaßt wird, genauer zu ermitteln. Aus der Differenz zwischen den Wassergehalten bei Feldkapazität (pF 1,8) und beim permanenten Welkepunkt (pF 4,2) ergibt sich die Menge des in den engen Grobporen (50–10 µ) kurzzeitig und in den Mittelporen (10–0,2 µ) längerfristig pflanzenverfügbar gespeicherten Bodenwassers (Darstellung 3). Im Vergleich zu den übrigen Tragschichten ist für G 1974 eine um 25–30 % höhere Wasserspeicherung durch die Verwendung von Lava als Gerüstbaustoff und Weißtorf als Zuschlagstoff bei gleichzeitig geringem Oberbodenanteil (Tabelle 2) festzustellen.

Aus der Porengrößenverteilung (Darstellung 5) ist ersichtlich, daß der Anteil der Feinporen (pF > 4,2) bei den neueren Tragschichten geringer ist, während das Gesamtporenvolumen, insbesondere aber der Anteil der Grobporen (pF < 2,5) wesentlich höher liegen. Daraus ergibt sich bei normgerechtem Aufbau ein hohes Wasseraufnahmevermögen, was insbesondere bei stärkeren Niederschlägen zur vorübergehenden Wasseraufnahme von Bedeutung ist, wenn die weitere Wasserabführung selbst verzögert verläuft. Ausgehend von dem theoretischen Fall, daß sämtlichen Grobporen (> 10 µ) das bis pF 2,5 gebundene Wasser entzogen ist, können die Tragschichten der neueren Sportplätze (R 1972, I 1974) bei einer Dicke von 10 cm rd. 25 mm Niederschlag und bei einer Dicke von 15 cm rd. 40 mm Niederschlag aufnehmen. Bei einem Aufbau mit Lava 0–5 mm (G 1974) liegt die aufnehmbare Niederschlagsmenge bei rd. 39 mm für 10 cm und bei rd. 38 mm für 15 cm Tragschichtdicke (Darstellung 9). Eine vorübergehende Wasseraufnahme in Höhe von 35 mm Niederschlag (DIN 18035 Blatt 4) wird damit problemlos erreicht. Bei teilweiser Entwässerung auch der Mittelporen (10–0,2 µ) liegt das Wasseraufnahmevermögen entsprechend höher. Zu berücksichtigen ist, daß sich auch in der Tragschicht ein Saugspannungsgefälle von oben nach unten einstellt und daß Poren vorübergehend durch Lufteinschlüsse für die weitere Wasseraufnahme blockiert sein können.

Der Anteil der weiten Grobporen (> 50 µ) ist aber, in Abhängigkeit von ihrer Kontinuität, nicht nur für die schnelle Abführung des Überschußwassers von besonderer Bedeutung, sondern ebenso für die Luftzirkulation im Boden. In Hinblick auf die Wurzelatmung und Entwicklung der Pflanzen sollte ein wasserfreies Porenvolumen von 10 % nicht unterschritten werden (GILL und MILLER 1956; FLOCKER, VOMOCIL und HOWARD 1959; TACKETT und PEARSON 1964; GEISLER 1968). Ein Schwellenwert zwischen 10–15 Vol.-% sollte möglichst eingehalten werden, damit der Gasaustausch mit ausreichender Geschwindigkeit erfolgen kann (SCHEFFER – SCHACHTSCHABEL 1971).

Bei Feldkapazität (pF 1,8) wird dieser Schwellenwert in den älteren Tragschichten U 1970 und 1971 wesentlich unterschritten (Darstellung 9), so daß eine flachgründige Durchwurzelung (Tabelle 3) und Schwächung der Rasendecke die Folge ist. In den normgerecht aufgebauten Tragschichten G 1974 und I 1974 (Darstellung 9) liegt dagegen bei Feldkapazität (pF 1,8) an allen Meßpunkten das Luftvolumen zwischen 20 bis 28 %, so daß sich die von FRANKEN (1975) vorgeschlagene Aufnahme einer prüfbaren Anforderung von 15 Vol.-% Luftgehalt in die Norm erübrigt und in Hinblick auf den Zeitaufwand der Bestimmungsmethode für die Praxis auch ausgeschlossen sein sollte (SKIRDE u. a. 1976).

3. Zur Festigkeit der Tragschichten

Bei den Abscherwiderstandsmessungen mit der Flügelsonde zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit vom Wassergehalt und von der Meßtiefe (Darstellung 11), wie sie von SCHAFFER (1960, 1961) und LINDNER (1966, 1967) bei der Beurteilung von Bodenarbeitsmaßnahmen, von COLLINS (1967) bei der Untersuchung von Festigkeitseigenschaften des Bodens, von VETTER und LICHTENSTEIN (1968) bei Pflugsohlenverdichtungen und von LIESECKE (1970) bei Bodenverdichtungen auf Baustellen festgestellt wurde. Die von diesen Autoren wechselnd ermittelten Abhängigkeiten von Bodenstruktur, Porenvolumen bzw. Rohdichte des Bodens, Porengrößenverteilung, Korngrößenverteilung und Kornform lassen sich zwar im Vergleich der Tragschichten (Darstellung 2, 5, 10) zum Teil aufzeigen. Aufgrund der Versuchsanordnung mit einer Beschränkung auf sechs sehr unterschiedlich zusammengesetzte Tragschichten ist es aber nicht möglich, Korrelationen abzuleiten und Festigkeitsanforderungen in Hinblick auf die Beispielbarkeit abzugrenzen, wie sie von VAN WIJK und BEUVING (1975) mit einer bis 3 cm Tiefe eingestochenen Drucksonde in Abhängigkeit von der Intensität der Wasserbindung und der Rohdichte für homogenere Rasentragschichten ermittelt werden konnten.

Darüber hinaus wird durch die vorliegende Flügelhöhe von 10 cm nicht nur die oberflächennahe Verdichtungs- und Rasenfilzzone sondern auch eine tieferliegende Zone mit ausgleichender Wirkung erfaßt. Die Wasserdurchlässigkeit wird aber durch das feinere Porensystem der oberflächennahen Verdichtungs- und Verschleißschicht stärker beeinflusst, als durch den Anteil der entwässernden Grobporen (> 10 µ) in den darunterliegenden Schichten (Darstellung 4, 5 und 9).

Aus den vorliegenden Abscherwiderstandsmessungen mit einer Flügelsonde ergibt sich lediglich die Möglichkeit, Zonen gleicher Festigkeitsstufen auf einem Rasensportplatz auszuweisen und die Lage und Anzahl der Meßpunkte für eingehendere Zustandsprüfungen zu begrenzen (Darstellung 1 und 2).

4. Zur Zusammensetzung der Tragschichten

Insgesamt kann aufgrund der Untersuchungsergebnisse der Einfluß der Normenentwicklung (DIN 18035 Blatt 4) auf die Zusammensetzung der Rasentragschichten, die mit einer Reduzierung des Oberbodenanteils und der Zahl der Bodenverbesserungsstoffe verbunden ist (Tabelle 2), ebenso nachgewiesen werden, wie die mögliche Einhaltung der in der Norm vorgegebenen Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit (Darstellung 3 und 4) und an die Wasserspeicherfähigkeit (Darstellung 7, 8, 9), worauf SKIRDE u. a. (1976) bereits hingewiesen haben. Für die Zusammensetzung ergibt sich eine ausgeprägte Verschiebung der Körnungskurve in den rechten, größer gekörnten Bereich zwischen den beiden Grenzkurven (Darstellung 2) mit Verringerung des Schlammkornanteils ($d < 0,02$ mm) (SKIRDE 1974) und ein möglicher Zusatz geeigneter wasserspeichernder Stoffe bis zu 30 Vol.-% (Tabelle 2) bei Verwendung von Lava als gerüstbildendem Hauptbaustoff. Die große durchlässigkeitsfördernde und wasserspeichernde Wirkung von Lava (SKIRDE 1973 a, 1973 b, LIESECKE und SCHMIDT 1975) bestätigt sich auch an einer benutzten Rasentragschicht ein Jahr nach der Fertigstellung (Darstellungen 3, 4, 5, 8 und 9).

Literatur

- COLLINS, H.-J., 1967: Der Einfluß des Gefüges auf mechanische Eigenschaften des Bodens. Experimentelle Untersuchungen an Modellschichten. Dissertation TU Braunschweig.
DIN 18035 Blatt 4, Sportplätze. 10.74.
FLOCKER, W. J.; VOMOCIL, J. A. and HOWARD, F. D., 1959: Some growth responses of tomatoes to soil compaction. Proc. Sci. Soc. Am. 23. 188-191.
FRANKEN, H., 1975: Untersuchungsverfahren und Grenzwerte beim Bau von Rasensportflächen. Neue Landschaft 20. 548-554.
GEISLER, G., 1968: Über den Einfluß von Unterbodenverdichtungen auf den Luft- und Wasserhaushalt des Bodens und des Wurzelwachstums. Landwirtsch. Forschung 22. Sonderheft, 61-69.
GILL, W. R. and MILLER, R. D., 1956: A method for study of the influence of mechanical impedance and aeration on the growth of seedling roots. Proc. Soil Sci. Am. 20. 154-157.
HARTGE, K. H., 1965 a: Die Bestimmung von Porenvolumen und Porengrößenverteilung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 6. 193-206.
HARTGE, K. H., 1965 b: Formen und Verbreitung der im Boden vorkommenden Verdichtungen. Z. f. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. 108. 8-18.
HARTGE, K. H., 1971: Die physikalische Untersuchung von Böden. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
LIESECKE, H.-J., 1970: Untersuchungen über das Auftreten mechanischer Unterbodenverdichtungen in Grünflächen. Baustellenuntersuchungen und Modellversuche an einem lehmigen Sandboden. Beiheft 4 zu Landschaft + Stadt. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
LIESECKE, H.-J. und SCHMIDT, U., 1975: Zur Bestimmung der Wasserbindung und Wasserdurchlässigkeit in Rasentragschichten. Rasen-Turf-Gazon 6. 111-117.
LINDNER, H., 1966: Zum Problem der optimalen Bodendichte. Albrecht-Thaer-Archiv 10. 1071-1079.
LINDNER, H., 1967: Die Scherfestigkeit des Bodens und ihre Beziehung zu Textur, Lagerungsdichte, Porengrößenverteilung und Bodenfeuchte. Albrecht-Thaer-Archiv 11. 1141-1147.
NITZSCH, W. v., 1936: Der Porengehalt des Ackerbodens - Meßverfahren und ihre Brauchbarkeit. Bodenkunde und Pflanzenernährung 1 (46). 101-115.

- PAAR, W. und SCHMIDT, U., 1974: Bodenphysikalische Untersuchungen an Tragschichten von Rasensportplätzen unter Berücksichtigung der Anforderungen nach DIN 18035, Blatt 4. Projektarbeit am Inst. f. Grünplanung und Gartenarchitektur der TU Hannover. Unveröffentlicht.
SCHAFFER, G., 1960: Eine Methode zur Abscherwiderstandsmessung bei Ackerböden zur Beurteilung ihrer Strukturfestigkeit im Felde. Landwirtschaftl. Forschung 13. 24-33.
SCHAFFER, G., 1961: Beeinflussung der Strukturfestigkeit durch Bodenbearbeitung und Pflanzenbestand. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 113. 325-337.
SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P., 1970: Lehrbuch der Bodenkunde. 7. Auflage, Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
SIEDEK, P. und VOSS, R., 1971: Die Bodenprüfverfahren bei Straßebauten. 5. Auflage, Werner Verlag, Düsseldorf.
SKIRDE, W., 1973 a: Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportflächen. Das Gartenamt 22. 630-636.
SKIRDE, W., 1973 b: Bau von Rasensportplätzen auf biotechnischer Grundlage. Sport- und Freizeitanlagen B 1/7. Hrsg.: Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Löwenich.
SKIRDE, W., 1974: Zur Problematik der Wasserbewegung im Schichtaufbau von Rasensportflächen. Rasen-Turf-Gazon 5. 87-91.
SKIRDE, W., LIESECKE, H.-J. und PÄTZOLD, H., 1976: Zu Konzeption und einzelnen Anforderungen beim Bau von Rasensportflächen nach DIN 18035 Blatt 4. Neue Landschaft 21. 57-70.
TACKETT, J. L. and PEARSON, R. W., 1964: Oxygen requirements of cotton seedling roots for penetration of compacted soil cores. Proc. Soil Sci. Am. 28. 600-605.
VETTER, H. und LICHTENSTEIN, H., 1968: Die Entstehung von Pflugschollen. Landwirtschaftl. Forschung 22. Sonderheft, 50-60.
WIJK, A. L. M. van and BEUVING, J., 1975: Relation between Playability and some Soil Physical Aspects of the Toplayer of Grass Sportsfields. Rasen-Turf-Gazon 6, 77-83.

Verfasser: Dr. H.-J. LIESECKE u. Dipl.-Ing. U. SCHMIDT, Fachgebiet Grünflächenbau am Institut für Grünplanung und Gartenarchitektur der TU Hannover, Herrenhäuserstraße 2, 3000 Hannover.

Bodenphysikalische und vegetationstechnische Untersuchungen an Sanden *)

W. Skirde, Gießen

Zusammenfassung

Um einen Eindruck über ein breites Eigenschaftsspektrum zu erhalten, wurden 38 reine Sande (fast ausschließlich Quarzsande) sowie 2 Gemische für belastbare Vegetationsschichten auf Korngrößenverteilung, Gesamtporenvolumen und Volumengewicht, Wasserbindung und Wasserkapazität, Wasserdurchlässigkeit, Verdichtung, Verschleißbeständigkeit, pH-Wert und Farbe untersucht.

Als Ergebnis wird festgestellt, daß bei allen Eigenschaften beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sanden, auch einer Körnungsgruppe, bestehen, daß Korrelationen aber fehlen. Dies betrifft auch den Komplex von Korngrößenverteilung, Porengrößenverteilung und Wasserdurchlässigkeit, wo gleichsinnige Ergebnisse nur bei Extremen auftraten.

Daraus wird geschlossen, daß die Wasserdurchlässigkeit noch von anderen wichtigen Faktoren als von Korn- bzw. Porengrößenverteilung beeinflußt wird. Hier dürfte die petrographische Beschaffenheit und die mineralogische Zusammensetzung bzw. Verunreinigung eine besondere Rolle spielen.

Summary

To obtain an impression of the whole wide range of their properties, 38 pure sands (almost exclusively quartz sands) and two mixtures for hard-wearing rootzones were examined for particle size distribution, total pore volume, specific gravity, water retention, water capacity, permeability, compaction, survival under wear and tear, pH value and colour.

The properties of the different sands, even of sands in the same particle size category, were so highly diverse that no correlations could be found. This also applies to the complex of particle size distribution, pore size distribution and permeability, where correlations occurred only to extreme differences. It was therefore concluded that permeability is influenced not only by particle and pore size distribution, but by other important factors as well. In particular, the petrographic character, the mineralogical composition and the impurities seem to play a part.

Résumé

On a étudié sur 38 sables purs (presque tous des sables quartzeux) ainsi que sur 2 mélanges destinés à des sols pour végétation la granulométrie, la porosité totale, le poids volumétrique, la rétention en eau et la capacité de rétention, la perméabilité, le compactage, la stabilité, le pH et la couleur, dans le but d'obtenir un aperçu de la multitude des caractéristiques. Les résultats ont montré que pour tous les facteurs étudiés il y a des différences notables entre les différents sables, même à l'intérieur d'un groupe granulométrique, mais qu'il n'y a pas de corrélations. Ceci concerne également la distribution granulométrique, la distribution des pores de différente grandeur et la perméabilité pour lesquelles on ne constate des résultats semblables que dans les cas extrêmes.

On en déduit que la perméabilité du sol ne dépend pas seulement de la distribution granulométrique et de la porosité, mais qu'il y a d'autres facteurs importants qui doivent être pris en considération. La composition pétrographique et minéralogique devrait jouer là un rôle particulier.

Einführung

Belastbare Rasenflächen setzen eine ausreichende und rasche Abführung von Überschußwasser voraus. Dies bedingt eine entsprechende Textur der Rasen- oder Vegetationsschicht, die bei unveränderten Böden gewöhnlich nicht in erforderlicher Form vorhanden ist und demzufolge geschaffen werden muß. Sowohl die Reduzierung des Anteils an abschlämmbaren Teilen als auch die Notwendigkeit einer bestimmten Kornabstufung, dies vor allem im Interesse einer ausreichenden Scherfestigkeit, sind die wesentlichen Gründe, die für belastbare Rasenflächen die Einarbeitung von Sand oder die Herstellung

durchlässiger Oberschichten weitgehend aus Sand geeigneter Körnung notwendig machen.

Jedoch sind die einzelnen Sandvorkommen sehr verschieden. Beträchtliche Abweichungen bestehen nicht nur zwischen Gruben- und Flußsanden, sondern auch zwischen den Sanden einer Herkunftsgruppe. Diese Unterschiede betreffen die mineralogische Zusammensetzung sowie eine Reihe physikalischer und vegetationstechnischer Eigenschaften, über die für Zwecke des Rasenbaues erst wenig Kenntnisse und Erfahrungen vorliegen. Mit ersten, z. T. noch orientierend durchgeführten Untersuchungen an mehr als 30 Sanden soll auf einige wichtige Eigenschaften hingewiesen und auf sich möglicherweise andeutende Beziehungen aufmerksam gemacht werden.

*) Die Untersuchungen erfolgten dank finanzieller Unterstützung durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln-Löwenich.

Material und Methoden

Die untersuchten Sande gehören zu den Korngruppen 0/1, 0/2 und 0/4. Außerdem wurden Lavasand 0/5 sowie 2 Gemische folgender Zusammensetzung untersucht:

Gemisch 1:	20 Vol.-% Fasertorf	20 Vol.-% Sand (feinsandreich)
	60 Vol.-% Lavasand 0/3	
Gemisch 2:	10 Vol.-% Hygromull	20 Vol.-% Fasertorf
	20 Vol.-% Sand (feinsandreich)	50 Vol.-% Lavasand 0/3.

Die Sande der Körnung 0/1 bis 0/4 stammen aus dem hessischen Raum. Dem Mineralbestand nach, der vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Gießen festgestellt wurde, handelt es sich bis auf eine Ausnahme um Quarzsande mit überwiegend mehr oder weniger hohen Anteilen vor allem an Feldspat, Muskovit, Calcit, Biotit und/oder Schiefer (Tab. 1). Diese Sande wurden untersucht auf:

1. Korngrößenverteilung (Naßsiebung)
2. Festsubstanz, Gesamtporenvolumen und Volumengewicht
3. Wasserbindung und Wasserkapazität nach DIN 18 035 Bl. 4
4. Wasserdurchlässigkeit (K* mod. nach DIN 18 035 Bl. 4) und Verdichtung
5. Verschleißbeständigkeit (in Anlehnung an DIN 18 035 Bl. 5)
6. pH-Wert
7. Farbe.

Zur Ermittlung von Gesamtporenvolumen, Wasserbindung und Volumengewicht wurden Proben im feuchten Zustand in Stechzylinder eingefüllt und von Hand mit einem Holzstempel verdichtet. Ungenügende und ungleichmäßige Verdichtung sind dadurch nicht auszuschließen. Bei später durchgeführten Untersuchungen wurde die Stechzylinderentnahme nach Kapillarsättigung und gleichmäßiger Verdichtung im Proctorapparat vorgenommen.

Ergebnisse

1. Korngrößenverteilung

Die Ermittlung der Korngrößenverteilung bestätigt zunächst die Zugehörigkeit der einzelnen Sande zu den angegebenen Korngruppen. Das heißt, die Sande der Korngruppe 0/1 bestehen überwiegend aus Fein- und Mittelsand, die Sande der Korngruppe 0/2 aus Mittelsand bzw. Mittelsand und Grobsand und die Sande 0/4 aus Mittel-Grobsand und Feinkies, wobei Lava 0/5 der Korngruppe 0/4 ähnelt (Darst. 1). Charakteristisch

für fast alle Sande 0/2 ist deren Feinsandarmut, so daß ihre Kornverteilungskurve im Bereich von 0,25 mm z. T. erheblich aus dem Kornverteilungsbereich für Gerüstbaustoffe der Rasentragschicht entsprechend DIN 18 035 Bl. 4 herausfällt.

Innerhalb jeder Körnungsgruppe besteht aber eine große Streubreite, so daß der Sand 0/1 Ziffer 2 fast nur Feinsand enthält, während die beiden anderen Sande der Körnungsgruppe 0/1 etwa gleiche Anteile an Fein- und Mittelsand aufweisen. Auch bei den Sanden 0/2 schwankt der Feinsandanteil stark, und zwar von 5 bis 25 %, – und es gibt solche, deren Gehalt an abschlämmbaren Teilen bis auf 4 Gew.-% ansteigt. Bei Sanden der Körnung 0/4 liegen Abweichungen wiederum vornehmlich im Feinkiesbereich vor, wo eine Streubreite von 10 bis 35 % besteht. Lavasand besitzt etwa die Kornverteilung von Sand 0/4 mit entsprechendem Mangel an Feinsand, doch höherem Anteil an abschlämmbaren Teilen, die bei 5 bis 6 % liegen. Die beiden hergestellten Gemische unterscheiden sich in ihrer Korngrößenzusammensetzung nur geringfügig.

Aus der Korngrößenverteilung ergibt sich, daß die Korngruppe allein wenig aussagefähig zur Beurteilung der realen Kornabstufung ist. Dies wird besonders deutlich, wenn man Sande aus ganz anderen Räumen wie aus der Oberrheinebene heranzieht, die im Vergleich der Korngruppen in Darst. 1 eher eine Ähnlichkeit mit Sanden 0/1 als mit Sanden 0/2 aufweisen, denen sie aber zugeordnet sind (Darst. 2). Ferner mangelt es fast allen Sanden an „linearer Abstufung“, so daß ihre Verwendung für Rasentragschichten in der Regel einer Korrektur der Korngrößenverteilung entweder mit einem geeigneten sandigen Boden oder mit einem anderen Sand bedarf.

2. Festsubstanz, Gesamtporenvolumen und Volumengewicht

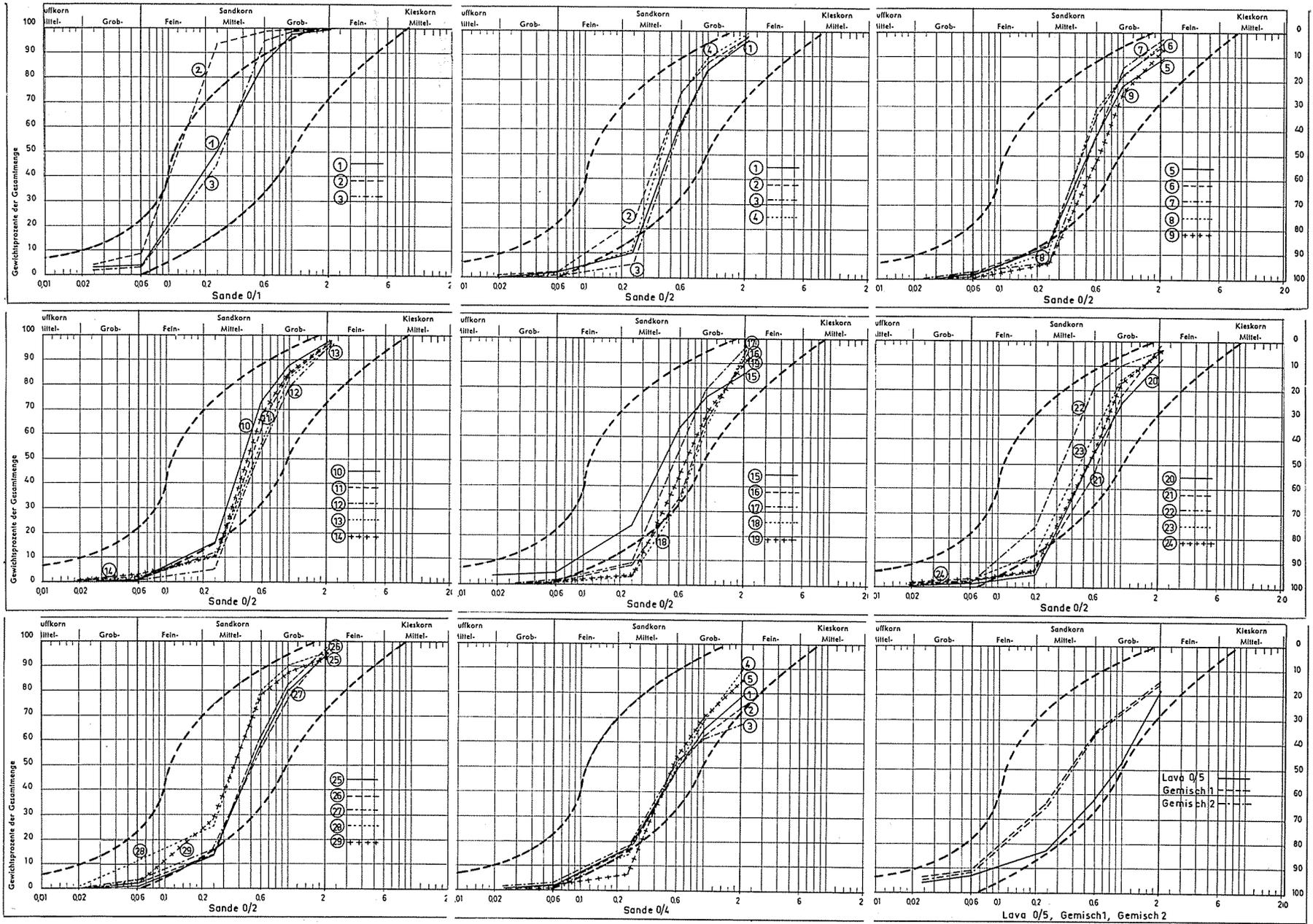
Das Gesamtporenvolumen der untersuchten Sande, das in Darst. 3 zusammen mit dem Anteil an Festsubstanz aufgetragen ist, beträgt im Mittel 40 %; es steigt nur in Einzelfällen über 45 % an. Diese Werte erscheinen gegenüber den Befun-

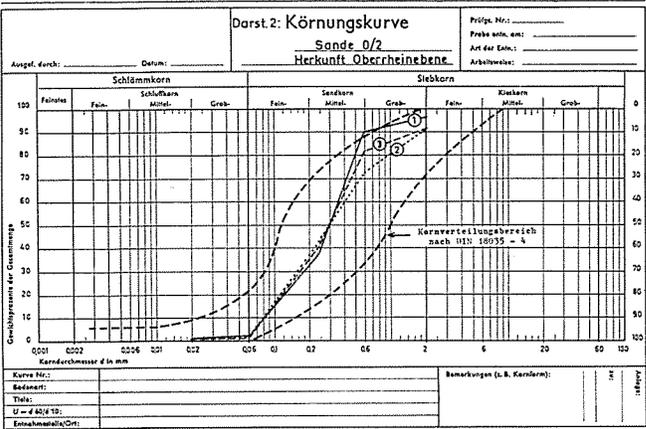
Tabelle 1: Herkunft und Mineralbestand der Sande

Probe Nr.	Herkunft	Mineralbestand *)
Sand 0/1		
1	Lahn-Waschkies KG; Werk Bürgeln	Quarz *)
2	B. Oppermann, Brunslar; Werk Niedermöllrich	Quarz *), hoher Feinanteil
3	E. Kimm, Kassel; Werk Uttershausen	Quarz *)
Sand 0/2		
1	Bong'sche Mahlwerke, Mainflingen	Quarz *)
2	W. Langendorf, Gräfenhausen	Quarz *), etwas Feldspat, Muskovit
3	H. Mitteldorf, Mörfelden	Quarz
4	H. Mitteldorf, Mörfelden	Quarz
5	Lahn-Waschkies KG; Werk Bürgeln	Quarz *), Gesteinsfragmente (Sandsteine, Tonschiefer)
6	KBC-Kieswerk, Gernsheim	Quarz, etwas Feldspat, Calcit, Muskovit, Biotit, Gesteinsfragmente
7	A. Sehring u. Söhne, Langen	Quarz, Feldspat
8	Schäfer III., Biebesheim	Quarz, etwas Feldspat, Calcit, Muskovit, Gesteinsfragmente (Serizitschiefer.)
9	A. Sehring u. Söhne, Langen	Quarz, Feldspat
10	Schäfer III., Biebesheim; Werk Gernsheim	Quarz *), etwas Feldspat, Calcit, Muskovit, Chloritschieferfragmente
11	Gebr. Willersinn, Kelsterbach	Quarz *), etwas Feldspat, Calcit
12	Schüttler u. Co., Messel-Grube	Quarz *), etwas Feldspat
13	B. Oppermann, Brunslar; Werk Mehlen	Quarz *), etwas Feldspat
14	A. Sehring u. Söhne, Langen	Quarz, Feldspat
15	B. Oppermann, Brunslar; Werk Niedermöllrich	Quarz, etwas Gesteinsfragmente (Quarzite)
16	B. Oppermann, Brunslar; Werk Goßfelden	Quarz, Gesteinsfragmente (Sandsteine, Tonschiefer, Glimmerschiefer)
17	Sand-Kiesgrube Frankf.; Werk Walldorf	Quarz, etwas Feldspat, Muskovit
18	Kies-Sandwerk Grobostheim KG, Aschaffenburg	Quarz *), etwas Feldspat, Muskovit
19	Sand- u. Kieswerk Schumann, Babenhausen	Quarz *), etwas Feldspat
20	Sand- u. Kieswerk Schumann, Babenhausen	Quarz, etwas Feldspat, Calcit, Biotit, Gesteinsfragmente (Chloritschiefer)
21	A. Orgeldinger KG, Großwallstadt	Quarz *)
22	H. Dreher, Bickenbach; Werk Wolfskehlen	Quarz, etwas Gesteinsfragmente (Chlorit-Amphibolitschiefer), Calcit, Biotit
23	K. Weiß KG, Goldbach; Werk Großweilzheim	Quarz, etwas Muskovit, Feldspat, Kalk
24	K. Weiß KG, Goldbach; Werk Kassel	Quarz *)
25	E. Kimm, Kassel; Werk Uttershausen	Quarz *), Gesteinsfragmente (Quarzite, Tonschiefer)
26	A. Seitz KG, Harreshausen; Werk Babenhausen	Quarz *)
27	F. Gilles, Übach-Palenberg; Werk Großwallstadt	Quarz *), etwas Gesteinsfragmente (Tonschiefer, Serizitschiefer)
28	E. Kiebert, Langen; Werk Gernsheim	Quarz *), etwas Feldspat, Calcit, Biotit, Chloritschiefer
29	Hann-Wedel KG, Kornsand	Quarz *), etwas Feldspat, Muskovit, Biotit, Gesteinsfragmente (Sandsteine, Kalk)
Sand 0/4		
1	Lahn-Waschkies KG, Heuchelheim	Quarz, Gesteinsfragmente (Sandsteine, Tonsteine, Silikatsfels), hoher Feinanteil
2	Lahn-Waschkies KG, Werk Niederweimar	Quarz *), Gesteinsfragmente (Sandsteine, Tonsteine, Grünschiefer), Feinanteil
3	K. Schott KG, Kirchhain	Quarz *), Gesteinsfragmente (Sandsteine, Tonschiefer)
4	B. Oppermann, Brunslar; Werk Uttershausen	Gesteinsfragmente (Tonschiefer, Kalk, Tonsteine)
5	H. Kärcher, Biblis	Quarz *), etwas Feldspat, Calcit, Muskovit, Biotit

*) = Körner z. T. mit Fe umkrustet

Darst. 1: Kornverteilung von Sanden





den von LIESECKE und SCHMIDT (1975) an Stechzylinderproben aus mehrere Jahre alten, bewachsenen Rasentragschichten gering. Doch handelt es sich hier um reine Sande, bei den genannten Autoren hingegen um komplette Gemische. Eine Übereinstimmung besteht, wenn man die Gemische 1 und 2 mit einem Gesamtporenvolumen von 55 bis 58 % heranzieht. Daraus ergibt sich bereits, daß besonders organische Zuschlagstoffe, aber auch Lavasand, das Porenvolumen einer Tragschicht wesentlich zu beeinflussen vermögen. Insofern geht das größere Gesamtporenvolumen von Gemisch 2 auch auf den durch Hygromull erhöhten Anteil an Zuschlagstoffen zurück. Interessanterweise sind klare Unterschiede im Gesamtporenvolumen der einzelnen Sande nicht zu erkennen. Es deutet sich lediglich neben Lavasand ein größeres Porenvolumen bei den Sanden 0/1 und ein auffallend geringes Porenvolumen bei einem Sand 0/4 an (Nr. 5).

Zusammengenommen wird das Porenvolumen hiernach einerseits besonders durch einen hohen gleichförmigen Feinsandanteil, zum anderen durch Porosität (Lava) oder organische Zuschlagstoffe bestimmt.

Das Volumengewicht der Sande liegt im Mittel bei 1,55. Geringere Werte weisen die Sande 0/1 sowie Lavasand und vor allem die mit organischer Substanz angereicherten Gemische auf; höhere Gewichte ergeben sich bei der Korngruppe 0/4. Einzelabweichungen innerhalb einer Korngruppe stehen in Beziehung zu Gesamtporenvolumen bzw. Festsubstanz, indem mehr Festsubstanz auch ein größeres Volumengewicht bewirkt (Tab. 2).

3. Wasserbindung und Wasserkapazität

Wasserbindung und Wasserkapazität werden von der Porengrößenverteilung und damit von der Saugspannung bestimmt. Als pflanzenverfügbar gilt dabei Wasser mit einer Bindungsintensität $pF \leq 4,2$ (SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL 1973). Inwieweit schnellbewegliches oder sogenanntes freies Wasser von Pflanzen genützt wird, hängt von ihrem akuten Wasserbedarf, vom Verlauf der Niederschläge und vom Bodenaufbau im Zusammenhang mit Wirkungen der Wasserrückhaltung oder des Wasserrückstaus einzelner Schichten ab. So gesehen kann durchaus Wasser mit einer Bindungsintensität $pF \leq 1,0$ noch pflanzennutzbar sein (ANDERSSON 1975).

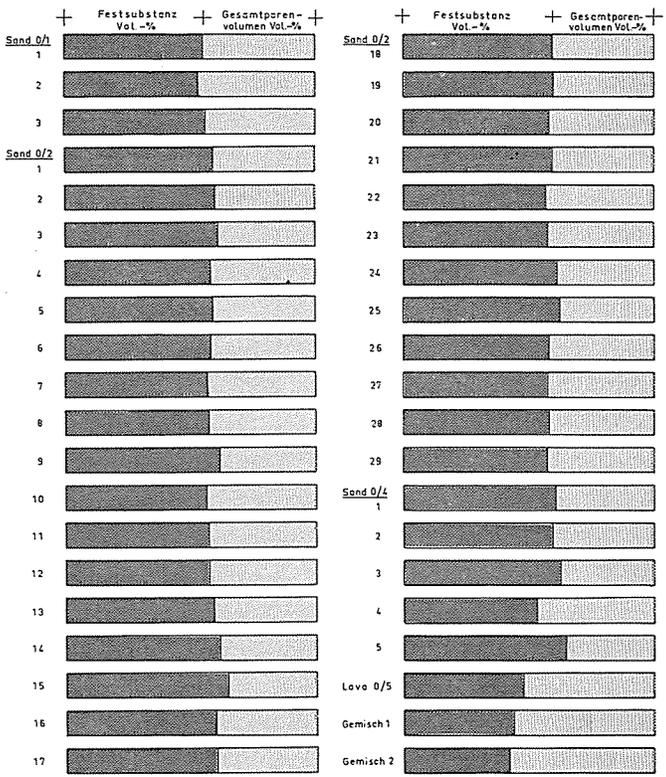
Im Falle der untersuchten Sande erscheint die Bindungsintensität von $pF 1,0$ und $pF 2,5$ interessant, um Entwässerung und Wasserspeicherung beurteilen zu können. Dabei ergeben sich zwischen den einzelnen Sanden große Unterschiede, die grob gesehen in Beziehung zur Kornverteilungskurve stehen (Darst. 4). So liegt die bei $pF 1,0$ ermittelte Wasserbindung gewöhnlich hoch, wenn der Sand arm an Teilen $< 0,06$ mm und an Feinsand ist, während höhere Kornanteile in diesem Bereich, wie sie besonders für Sande der Korngruppe 0/1 charakteristisch sind, eine größere Bindungsintensität bewirken. Allerdings treten bei dieser nur regelhaft vorhandenen Beziehung Ausnahmen auf, die auf weitere Einflüsse wie Gesamtverlauf der Körnungskurve unter besonderer Berücksichtigung von Anteilen an Grobsand und Feinkies oder auf Wirkungen der Oberflächenbeschaffenheit schließen lassen.

Demgegenüber ist mit größerer Wasserbindung wiederum gewöhnlich ein höherer „Feinanteil“ verbunden. Bei Lavasand tritt das Speichervolumen durch Innenporen und bei den Ge-

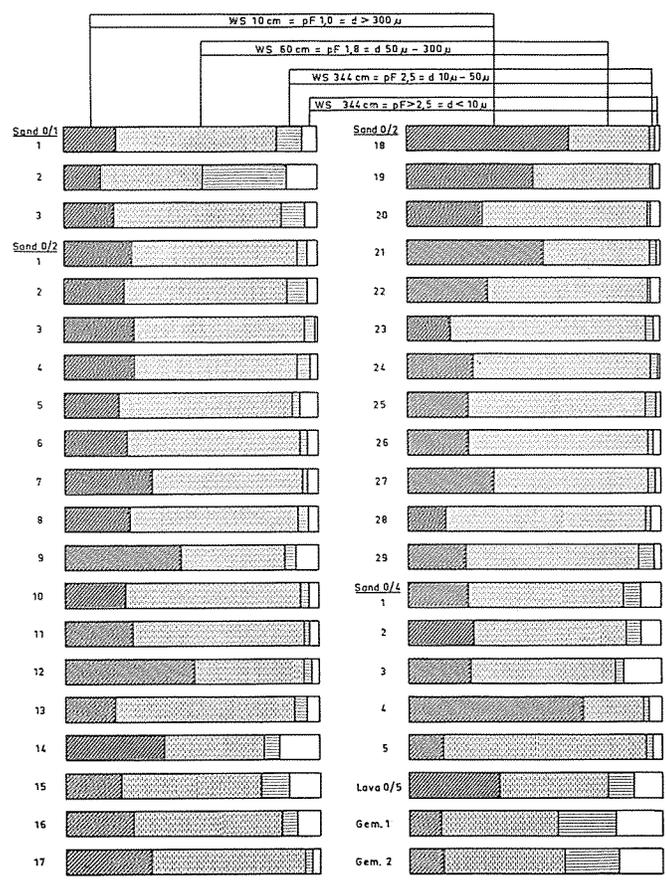
mischen der Einfluß der zugeführten organischen Substanz hinzu.

Einen Eindruck von den zwischen geringer und hoher Bindungsintensität bzw. abführenden und speichernden Poren bestehenden Wechselwirkungen erhält man bei Bestimmung der Wasserkapazität nach DIN 18 035 Bl. 4. Absolut gesehen

Darst. 3: Festsubstanz und Gesamtporenvolumen von Sanden verschiedener Körnung



Darst. 4: Wasserbindung von Sanden verschiedener Körnung



Tab. 2: Eigenschaften von Sanden

Probe Nr.	Vol.-Gew. g/cm ³	WK %	Verdich- tung %	Verschleißbe- ständigk. i. % 0,25-0,63	pH	Farbe
<u>Sand 0/1</u>						
1	1,48	36,44	30,67	87,96	5,5	mittel- braun
2	1,39	41,29	34,67	94,10 ^{*)}	6,2	hell- graugelb
3	1,47	36,14	30,67	84,98	5,7	hell- grau
<u>Sand 0/2</u>						
1	1,57	29,54	26,67	<u>97,04</u>	7,7	hell- rötlichgrau
2	1,58	31,75	28,67	87,22	7,4	mittel- graugelb
3	1,56	27,71	24,00	92,90	6,2	hell- grau
4	1,52	33,30	28,67	90,20	5,6	hell- grau
5	1,58	32,39	26,67	90,72	6,5	mittel- braun
6	1,53	33,73	26,00	92,74	8,0	mittel- grau
7	1,52	29,72	21,33	88,04	<u>3,9</u>	hell- grau
8	1,52	34,51	<u>18,00</u>	92,52	7,6	mittel- grau
9	1,60	27,01	22,00	93,14	6,2	mittel- graugelb
10	1,47	30,96	24,00	90,90	7,7	mittel- grau
11	1,47	32,39	26,67	91,58	4,1	hell- graubraun
12	1,50	25,64	20,67	92,20	6,4	hell- grau
13	1,53	34,23	27,33	91,50	5,2	hell- gelbgrau
14	1,59	28,23	26,67	90,10	5,3	mittel- braun
15	1,67	29,04	23,33	86,26	6,1	hell- gelbgrau
16	1,58	32,79	28,00	<u>85,20</u>	5,5	mittel- graugelb
17	1,56	30,66	25,33	92,68	6,7	hell- rötlichgrau
18	1,54	<u>24,95</u>	26,67	95,97	6,9	hell- gelbgrau
19	1,56	25,61	23,33	95,52	5,9	hell- rötlichgrau
20	1,53	28,42	26,00	93,82	7,2	mittel- grau
21	1,54	25,44	21,33	95,54	<u>8,1</u>	mittel- rötlichgrau
22	1,48	<u>35,46</u>	28,00	90,72	7,9	hell- gelbbraun
23	1,50	30,03	26,00	90,76	6,2	mittel- grau
24	1,59	27,32	23,33	93,60	5,2	mittel- rötlichgrau
25	1,59	31,02	26,00	91,04	6,4	hell- graugelb
26	1,50	30,12	<u>29,33</u>	90,66	6,2	hell- rötlichgrau
27	1,49	28,83	26,00	92,22	7,5	mittel- rötlichbraun
28	1,52	<u>35,31</u>	26,00	90,54	7,4	mittel- grau
29	1,51	35,03	27,33	88,52	7,9	mittel- grau
<u>Sand 0/4</u>						
1	1,60	30,12	26,00	89,70	4,6	mittel- graugelb
2	1,59	30,44	27,33	88,12	5,3	mittel- braungrau
3	1,67	30,18	25,33	88,04	5,6	mittel- braun
4	1,43	26,75	22,00	75,30	7,1	dunkel- grau
5	1,69	28,84	24,00	94,04	7,2	mittel- grau
Lava 0/5	1,40	34,45	29,33	78,98	7,9	-
Gemisch 1	1,23	46,16	39,33	-	-	-
Gemisch 2	1,18	45,80	43,33	-	-	-

*) = im Bereich 0,063 - 0,25

legen die Werte der reinen Sande zwischen 25 und 41 Vol.-% und bei den Gemischen entsprechend höher (Tab. 2). Entgegen den Angaben von FRANKEN (1975) erreichen damit reine Sande teilweise schon den in DIN 18 035 Bl. 4 niedergelegten Anforderungsbereich für die Rasentragschicht von WK = 35 bis 40 (45) Vol.-%. Bei anderen Sanden könnte diese Wasserkapazität allein durch Vergrößerung des Feinsandanteils und/oder durch Zufuhr an organischen Wasserspeicherstoffen bewirkt werden.

In einzelnen Fällen steht die Wasserkapazität in gewisser Relation zu der bei pF 2,5 und darüber ermittelten Wasserbindung. Treten bei gleicher Wasserbindung in diesem Bereich aber größere Abweichungen bei der Wasserkapazität auf, dann liegen gewöhnlich größere Unterschiede in der Wasserbindung bei pF 1,0 vor. Das bedeutet, daß sich rasch entwässernde und wasserhaltende Poren entgegenwirkend verhalten. Dies kommt z. B. im Vergleich der Sande 0/2 Nr. 7, 8, 9 oder 12, 13, 14 bzw. 16 bis 29 zum Ausdruck. Doch auch darüber hinaus verbleiben offensichtlich noch Einflüsse, die u. a. mit der petrographischen Beschaffenheit zusammenhängen könnten.

Im Hinblick auf die Herstellung von Rasentragschichten stellt sich schließlich die noch zu bearbeitende Frage, ob sich die bei reinen Sanden festgestellte Wasserbindung bei Zufuhr von Zuschlagstoffen wie Boden oder Torf systematisch verändert oder ob sie zu sehr abweichenden Ergebnissen in Gemischen führt.

4. Wasserdurchlässigkeit und Verdichtung

Schon die Untersuchungen von LIESECKE und SCHMIDT (1975) haben gezeigt, daß zwischen Porengrößenverteilung, insbesondere dem Anteil an Grobporen und der Wasserdurchlässigkeit, keine sehr feste Beziehung besteht. Sie ist auch den eigenen Ergebnissen kaum zu entnehmen. Zusammenhänge sind lediglich bei Extremen erkennbar, so wenn man die feinsandreichen Sande der Korngruppe 0/1 mit allen anderen Sanden oder unter sich selbst vergleicht, oder wenn

man einige extrem hohe Durchlässigkeitswerte betrachtet (Darst. 5). Ursache einer fehlenden festen Korrelation zwischen „Grobporen“-Anteil und Wasserdurchlässigkeit kann bei diesen Untersuchungen einerseits die an sich schon sehr hohe Durchlässigkeit der meisten Sande sein, sie kann andererseits zum Teil noch mit der nicht einheitlichen Verdichtung bei nicht stoffspezifischen Feuchtigkeitsgehalt zusammenhängen. Wenn sich zwischen den untersuchten Eigenschaften einzelne Beziehungen andeuten, dann eher zwischen der Wasserdurchlässigkeit und der Wasserbindung der weniger groben Poren. Entsprechend liegen in Einzelfällen auch deutliche Einflüsse von Kornanteilen unter 0,06 mm und Feinsand im Zusammenhang mit dem Gesamtverlauf der Körnungskurve vor. Vermutlich sollte man deshalb als Bezugsbasis das Verhältnis von „Grobporen“ zu feineren Poren wählen.

Im ganzen unterliegt die mechanische Wasserdurchlässigkeit aber der komplexen Wirkung mehrerer Faktoren, unter denen wiederum Oberflächenbeschaffenheit, mineralogische Zusammensetzung einschließlich Oberflächenverunreinigung sowie die Ungleichförmigkeit des Materials eine besondere Rolle spielen dürften. So ist bemerkenswert, daß die Sande der Körnungsgruppe 0/4, von einer Ausnahme abgesehen, gegenüber der Körnungsgruppe 0/2 eher geringere als größere Durchlässigkeitswerte besitzen. Das Fehlen fester Einzelbeziehungen macht die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit für belastbare Rasenflächen deshalb unentbehrlich.

Ebenso unsystematisch reagieren die untersuchten Sande auch auf Verdichtung. Sie schwankte bei 15 cm Füllhöhe und 12 Proctorhammerschlägen zwischen 18,0 und 34,7 % (Tab. 2). Erkennbar sind lediglich höhere Werte bei den feinsandreichen Sanden der Korngruppe 0/1 sowie bei den unter Zusatz von organischen Zuschlagstoffen hergestellten Gemischen 1 und 2. Aber auch die Verdichtung der Sande läßt eine Wechselbeziehung zu deren Wasserdurchlässigkeit nicht erkennen.

5. Verschleißbeständigkeit

Die Verschleißbeständigkeit wurde in einer durch Trockensiebung hergestellten Fraktion der Körnung 0,25 bis 0,63 mm ermittelt. Das Ergebnis wird als prozentualer Körnungsrest dieser Fraktion angegeben (Tab. 2).

Danach liegt die Verschleißbeständigkeit der untersuchten Sande im Mittel bei 90 %, bei einer Streuung von 75,3 bis 95,5 %. Der erhebliche Verschleiß bei Nr. 4 der Korngruppe 0/4 dürfte auf Fehlen von Quarz zurückgehen, während der Verschleiß bei Lava vermutlich auf der extremen rauen, eckigen Oberfläche dieses an sich harten Materials beruht. Bei den Quarzsanden hingegen liegt vermutlich eine qualitative Beziehung zum Gehalt an anderen Mineralanteilen sowie zu Fe-Umkrustungen vor. Auch hier fehlt aber eine Beziehung zwischen Verschleißbeständigkeit und Wasserdurchlässigkeit.

6. pH-Wert

Der pH-Wert der Sande kann für die Reaktionsverhältnisse einer Rasentragschicht oder Vegetationsschicht von Bedeutung sein, um die Wirkung saurer Torfe, insbesondere der wenig zersetzten Hochmoortorfe, auszugleichen. Insofern wird die Herstellung einer Rasentragschicht oder Vegetationsschicht durch Sande eines mittleren pH-Wertes erleichtert. Wie aus Tab. 2 hervorgeht, ist die Schwankungsbreite des pH-Wertes der untersuchten Sande beträchtlich; sie reicht von 4,1 bis 8,1. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den pH-Wert hergestellter Gemische stets zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren bzw. die physiologische Reaktion der späteren Düngung daran zu orientieren.

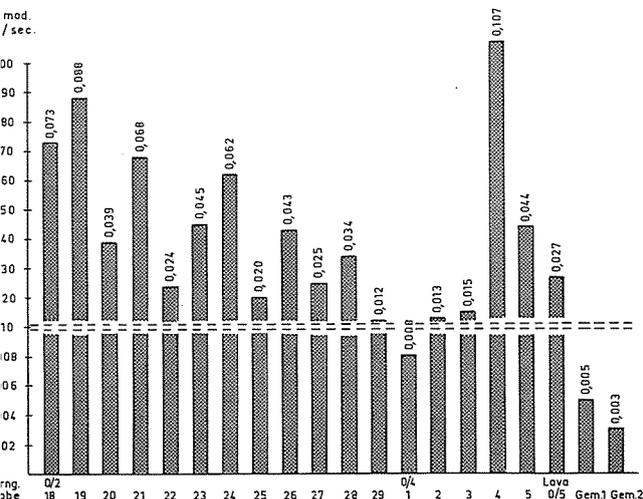
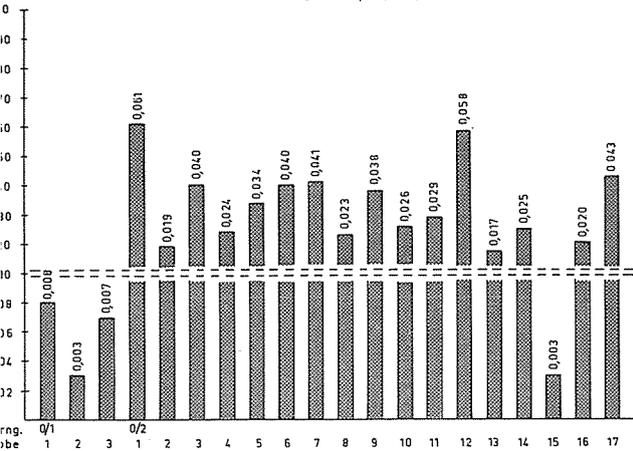
7. Farbe

Die Sandfarbe wird im wesentlichen vom Mineralbestand, insbesondere den Begleitstoffen, bestimmt. In einer systematischen Farbreihe geordnet, ergibt sich ein Farbspektrum von hellgrau bis mittel-braungrau bzw. auch dunkelgrau. Die Sandfarbe besitzt aus anwendungstechnischer Sicht allein keine Bedeutung. Entscheidend ist die mineralogische Zusammensetzung sowie der Komplex der physikalischen und vegetations-technischen Eigenschaften. Deshalb wurde die Sandfarbe nur aus Gründen der Vollständigkeit bestimmt (Tab. 2).

Diskussion der Ergebnisse

Die durchgeführten Untersuchungen sollten einerseits Informationen über das Eigenschaftsspektrum reiner Sande liefern und andererseits zur Sammlung methodischer Erfahrungen bei solchen Prüfungen beitragen, die eine bestimmte Vorbereitung

Darst. 5: Wasserdurchlässigkeit von Sanden verschiedener Körnung (K* mod., cm/sec.)



der Probe erfordern. Hierzu wurden wertvolle Anregungen gewonnen, die bei der Bearbeitung weiterer Versuchsreihen bereits angewendet werden.

Untersuchungen dieser Art, die an reinen Sanden begonnen und an konstanten Gemischen weitergeführt werden, sind von Bedeutung, da Sand der wichtigste Baustoff – zumindest Gerüstbaustoff – belastbarer Rasenflächen, insbesondere von Rasensportplätzen ist. Insofern sind für sein Wirken in einer Vegetations- oder Tragschicht zunächst Kenntnisse von Einzel-eigenschaften erforderlich. Diese betreffen die Vegetationstauglichkeit bzw. -freundlichkeit oder -unfreundlichkeit an sich sowie Fragen der Verwitterungs- und Verschleißbeständigkeit, der Scherfestigkeit, der Wasserabführung, der Wasserspeicherfähigkeit und verschiedene andere Eigenschaften mehr. Hierüber liegen – im Komplex untersucht – auch international gesehen keine Ergebnisse vor. Sie beziehen sich, sind sie vorhanden, entweder nur auf einige wenige Eigenschaften oder nur auf ein bestimmtes Prinzip, wie bei den Untersuchungen von BROWN und DUBBLE (1975), ELLIOT (1971), HORN (1969), PATTERSON und HENDERLONG (1969) und WADDINGTON u. a. (1974) oder den umfangreichen niederländischen Ergebnissen von MOORMANS u. a. (1970) und MOORMANS (1971) sowie van WIJK und BEUVING (1975).

Als Gesamtergebnis der eigenen Untersuchungen kann zunächst festgestellt werden, daß zur umfassenden Beurteilung von Sanden, insbesondere für sportplatzbauliche Zwecke, die Ermittlung einiger weniger Eigenschaften nicht genügt. Bei allen untersuchten Eigenschaften besteht eine große Streubreite, ohne daß sich der Gesamttrend der Einzelergebnisse deckt. Dies betrifft schon die verschiedenen physikalischen Kennwerte, denen andere wiederum, wie z. B. der pH-Wert, ganz entgegenstehen können.

Besonders bemerkenswert erscheint der Tatbestand, daß zwischen Korngrößenverteilung, Porengrößenverteilung und Wasserdurchlässigkeit gewisse Übereinstimmungen nur im extremen bestehen, während klare systematische Beziehungen nicht vorliegen. Sie deuten sich eher an, wenn man das Verhältnis von „Grobproben“ zu feineren Poren vergleicht. Dieser Zusammenhang ist auch bei den Untersuchungen von LIESECKE und SCHMIDT (1975) erkennbar.

Abgesehen von einer gewissen methodischen Problematik läßt dieser Sachverhalt aber Wirkungen erkennen, die über den Bereich der Korn- und Porengrößenverteilung hinausgehen. Das können u. a. Abweichungen in Oberflächenbeschaffenheit und Mineralbestand bzw. allein in einer verschiedenen „Mineralverunreinigung“ von Quarzsanden sein. Demzufolge kommt der Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit – in der methodisch angewandten oder in einer anderen Form – für den Wirkungsbereich der Wasserbewegung als zusammenfas-

sender Ausdruck verschiedener Einzelwirkungen eine übergeordnete Bedeutung zu. Von Bedeutung ist ferner die noch völlig unbearbeitete Frage, wie sich bei reinen Sanden festgestellte Eigenschaften auf Gemische übertragen.

Literatur

1. ANDERSSON, S., 1975: Kornabstufung und Wasserbindung. Referat VIII. Internationales Rasenkolloquium, Gießen, 11. – 13. 9. 1975; unveröffentl.
2. BROWN, K. W., u. R. L. DUBBLE, 1975: Physical characteristics of soil mixtures used for Golfgreen construction. *Agronomy J.* 67. 647–652.
3. ELLIOT, J. B., 1971: Preliminary studies on Sand Amelioration of Soil under Sports Turf used in Winter. *J. Sports Turf Res.Inst. Bingley* 47. 66–76.
4. FRANKEN, H., 1975: Untersuchungsverfahren und Grenzwerte beim Bau von Rasensportflächen. *Neue Landschaft* 10. 548–554.
5. HORN, G. C., 1969: Modification of sandy soils. *Proc. First Turfgrass Res. Conf.* 151–153.
6. LIESECKE, H.-J., u. U. SCHMIDT, 1975: Zur Bestimmung der Wasserbindung und Wasserdurchlässigkeit in Rasentragschichten. *RASEN-TURF-GAZON* 6. 111–117.
7. MOORMANS, J. Th., J. NIEMEYER, F. STUURMAN, u. W. VERSTEEG, 1970: Verschralen – Bezanden. *Nederl. sport federatie, techn. mededel.* 3. 1–4.
8. MOORMANS, J. Th., 1971: Bau von Sportplätzen in den Niederlanden. *RASEN-TURF-GAZON* 2. 75–80.
9. PATTERSON, J. C., u. P. R. HENDERLONG, 1969: Turfgrass soil modification with sintered fly ash. *Proc. First Turfgrass Res. Conf.* 161–171.
10. SCHEFFER, F., u. P. SCHACHTSCHABEL, 1973: Lehrbuch der Bodenkunde, F. Enke-Verlag, Stuttgart, 448 S.
11. SKIRDE, W., 1973: Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportplätzen. *Das Gartenamt* 22. 630–636.
12. SKIRDE, W., 1973: Bau von Rasenspielfeldern auf biotechnischer Grundlage. Sport- u. Freizeitanlagen B 1. Herausg.: Bundesinstitut f. Sportwiss., Köln, 49 S.
13. WADDINGTON, D. V., T. L. ZIMMERMAN, G. J. SHOOP, L. T. KORDOS, u. J. M. DUICH, 1974: SOIL Modification for Turfgrass Areas. *Prog. Rep.* 337 Penns. State Univers., 96 S.
14. DNA, 1973: Sportplätze – Tennisflächen, DIN 18 035 Bl. 5. Beuth-Vertrieb Köln, 14 S.
15. DNA, 1974: Sportplätze – Rasenflächen, DIN 18 035 Bl. 4. Beuth-Vertrieb Köln, 12 S.
16. van WIJK, A. L. M., u. J. BEUVING, 1975: Relation between Playability and some Soil Physical Aspects of the Toplayer of Grass Sportsfields. *RASEN-TURF-GAZON* 6. 77–83.

Verfasser: Dr. W. SKIRDE, Justus Liebig-Universität Gießen, Schloßgasse 7, 6300 Gießen.

Neue Versuchsergebnisse zur Wuchshemmung von Rasen

I. Das Verhalten von Zierrasenräsern gegenüber Wachstumsregulatoren

G. Ziegenbein, Bad Hersfeld

Zusammenfassung

Über vierjährige Untersuchungen mit Wachstumsregulatoren zu einzelnen Sorten von Zierrasen wird berichtet.

Mit gewissen Einschränkungen eigneten sich zur Wuchshemmung von Zierrasenräsern die Wirkstoffe Carbetamid, Ethofumesat, Glyphosat und einige neue Substanzen. Die Dauer von 8–10 Wochen der Wuchshemmung durch Carbetamid ist möglicherweise zu lang für Zierrasen, der wieder in intensive Pflege genommen werden soll. Ethofumesat hemmte alle typischen Rasenräsersorten, nicht jedoch *Lolium perenne*. Die Hemmung durch Ethofumesat war nicht ganz so gleichförmig wie die

Summary

Growth retardants were tested in experiments with different turfgrass cultivars over four years.

With certain reservations, carbétamide, ethofumesate, glyphosate and several new substances proved effective in inhibiting the growth of ornamental lawn grasses. Carbétamide inhibited growth for 8–10 weeks; this may be too long for ornamental lawns, if they are to be intensively managed again. Ethofumesate inhibited the growth of all the typical turfgrasses, with the exception of *Lolium perenne*.

Résumé

Des essais d'une durée de quatre années étudiant l'action de quelques régulateurs de croissance sur différentes graminées à gazon sont discutés.

Les matières actives suivantes: carbétamide, ethofumésate, glyphosate et quelques autres nouvelles substances conviennent sous certaines réserves pour retarder la croissance des graminées à gazon d'ornement. Il se peut que l'effet inhibiteur du carbétamide se situant entre 8 et 10 semaines soit un peu trop long pour un gazon d'ornement auquel on veut appliquer de nouveau des soins intensifs. L'ethofumésate inhiba toutes les graminées à gazon typiques à l'exception du *Lolium perenne*. L'action de l'ethofumésate ne fut pas aussi uniforme que celle du carbétamide. Ces deux matières actives provoquèrent occasionnellement un léger changement de couleur en fonction du temps, de l'espèce et de la variété.

lurch Carbetamid. Beide Wirkstoffe verursachen gelegentlich geringe Farbveränderungen in Abhängigkeit von der Witterung und von Art und Sorte der Gräser. Glyphosat, als 0,5 l/ha Roundup, vermochte die Rasengräser eher gleichmäßig zu hemmen. Wenn geringe Verfärbung eintrat, war sie innerhalb einer Woche durch feinen grünen, weiterhin gemessenen Nachwuchs überwunden. Glyphosat erfordert sehr präzise Dosierung; doppelte Dosierung durch Überlappen beim Spritzen kann *Poa pratensis* vernichten.

Die Ergebnisse der Versuche mit einigen neuen Produkten der Firma Ciba-Geigy eröffnen gute Aussichten auf Wuchshemmung von Zierrasengräsern ohne Verfärbung. Die neuen Substanzen lagen z. T. in Granulatform vor; diese Formulierung könnte von Bedeutung sein für gleichmäßige Applikation der Wuchshemmungsregulatoren auch auf kleineren Flächen mit nicht geradlinigen Grenzen.

Ethofumesat, however, was not as uniform in its effect as carbetamide. These two herbicides occasionally caused slight discolorations, but this depended on weather conditions and the species and cultivar of grass. Glyphosate (as 0.5 litre/ha "Roundup") gave very uniform inhibition of turfgrass growth. If any slight discoloration occurred, it was concealed within a week by the good green colour of new, but still inhibited, growth. When glyphosate is used, the rate is very critical: a double dose from overlapping may destroy *Poa pratensis*.

A few new materials produced by Ciba-Geigy were also tested and give good prospects of growth control of ornamental lawn grasses without discoloration. Some of these new substances were in granular form, which may be particularly valuable for ensuring even application of growth retardants on small irregularly shaped areas.

Le glyphosate appliqué sous la forme de «Roundup» à 0,5 l/ha eut un effet inhibiteur très régulier sur les graminées.

Lorsqu'il y eut un léger changement de couleur il fut caché dans l'espace d'une semaine par les fines repousses vertes, elles également soumises à l'effet inhibiteur. Le glyphosate nécessite un dosage très précis; une double dose due à une interconnexion lors de la pulvérisation peut complètement détruire *Poa pratensis*. Les résultats des essais effectués avec quelques nouveaux produits de la société Ciba-Geigy ouvrent de nouvelles perspectives sur les possibilités de ralentir la croissance des graminées ornementales sans en altérer la couleur. Les nouveaux produits ont été présentés en partie sous forme de granulés; cette formulation peut avoir une certaine importance pour permettre une application régulière également sur de petites surfaces sans limites rectilignes.

Einführung

1971 wurde zuletzt berichtet über Untersuchungen mit Wachstumsregulatoren in Grasbeständen (7). Die Problematik ist auch wie vor aktuell. Nunmehr können die Ergebnisse weiterer vierjähriger Versuchstätigkeit vorgestellt werden, die, wie 1971 angekündigt, der Prüfung von einzelnen Sorten typischer Rasengräser in Reinsaat gegenüber den schon bewährten das Wachstum hemmenden Präparaten und der Auffindung neuer Substanzen für diesen Zweck galten. Nur wenige der von der chemischen Industrie zur Verfügung gestellten Neuentwicklungen zeigten echte Fortschritte im Hinblick auf die gestellten Forderungen, nämlich ausreichende Wuchshemmung ohne zu starke Verfärbung des Grasbestandes und ohne Lücken im Bestand zu hinterlassen. Die meisten neuen Substanzen wurden nach einjähriger Prüfung nicht weiter verfolgt. Einige neue Präparate scheinen eine Weiterarbeit zu lohnen.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden am 25. 6. 1971 und in größerem Umfang am 14. und 17. 7. 1972 einzelne Sorten von Gräsern in Reinsaatparzellen breitwürfig auf 1,3 qm Parzellen ausgesät. Auf der kleineren Fläche standen sechs Sorten von *Festuca rubra* und je zwei Sorten von *Poa pratensis*, *Agrostis tenuis* und *Lolium perenne*. Auf der größeren Fläche waren *Festuca rubra* mit neun Sorten, *Festuca ovina* und *Festuca longifolia* mit je einer, *Agrostis tenuis* mit vier, *Poa pratensis* mit fünf, *Cynosurus cristatus* und *Phleum nodosum* mit je zwei Sorten vertreten. Mit wenigen Ausnahmen wurden 24 Parzellen je Sorte, je Block zwei, willkürlich verteilt, ausgesät, so daß viele Möglichkeiten für eine spätere Versuchsgliedernordnung und die Anzahl Wiederholungen je Versuchsglied, offenblieben. Beide Versuche lagen nebeneinander auf einem gut mit Nährstoffen versorgten sandigen Lehmboden in der Fuldaaue mit der Ackerzahl 74. Außer der Ausbringung eines Volldüngers in Form von 40 kg/ha N, 80 kg/ha P₂O₅ und 120 kg/ha K₂O und der Schaffung eines feinen Saatbettes, wurden keine besonderen Maßnahmen zu den Aussaaten getroffen. Die Flächen wurden, wenn sie nicht unter Versuchsbedingungen standen, mit mittlerem Aufwand gepflegt, nämlich wöchentlich gemäht und in der Regel nach jedem 3. Schnitt mit 40 kg/ha N versorgt. NPK als Volldünger erhielten die Flächen alljährlich im Spätherbst und 40 kg/ha N vor dem Austrieb im Frühjahr.

Die Spritzmittel wurden mit 600 l/ha Wasser appliziert. Die Verteilung erfolgte größtenteils mit einer Spritzpistole, ausgerüstet mit Rundstrahlflüse, bei 1,5 atü. Während der Behandlung wurde die Parzelle mit einem abschirmenden Käfig umgeben. Der Behälter der Spritzpistole, in dem sich die für eine Parzelle vorgesehene Flüssigkeitsmenge befand, wurde beim Spritzvorgang restlos entleert. Für größere Parzellen oder zur Behandlung mehrerer hintereinanderliegender Parzellen mit demselben Präparat, wurde ein Feldspritzgerät mit Flachstrahldüsen Teejet 1006 bei ebenfalls 1,5 atü eingesetzt. Die Spritze war seitlich abgeschirmt. Mit Hilfe einer Stoppuhr wurde die Schrittgeschwindigkeit der Spritze schiebenden Person kontrolliert. Granulate wurden von Hand gestreut.

In den früheren Untersuchungen (5, 6, 7) hatten sich die herbiziden Wirkstoffe Carbetamid (30prozentiges Präparat Legurame) und Ethofumesat (Versuchspräparat NC 8438, jetzt Tramet, 20prozentig) als interessante Alternativen gezeigt zu Maleinsäurehydrazid und Chlorflurenol, den Wirkstoffen, die zur Graswuchshemmung amtlich zugelassen sind. Carbetamid vermochte bei allen bisher geprüften Grasarten neben der Verminderung des Längenwachstums die Ausbildung von Samentrieben weitgehend und besser als die herkömmlichen Präparate zu unterbinden und verursachte geringere Verfärbung als das unter gleichen Bedingungen angewandte Maleinsäurehydrazid. Ähnlich gering war die Verfärbung der Gräser durch Ethofumesat. Dem Carbetamid ist dieser Wirkstoff jedoch insofern unterlegen, weil er die Arten *Lolium perenne* und *Festuca pratensis* nicht oder nicht ausreichend zu hemmen vermag. Beide Wirkstoffe wurden zu den Rasensorten eingesetzt. Von 1974 an stand der herbizide Wirkstoff Glyphosat mit in Prüfung als Wachstumsregulator,

und ab 1973 wurden alljährlich Neuentwicklungen der Industrie in die Untersuchungen einbezogen.

Ergebnisse

Die Versuche des Jahres 1972 auf der kleineren, 1971 angesäten Fläche durchgeführt, brachten vorwiegend günstige Ergebnisse. Ein Teil der Versuchsglieder wurde nach dem Austrieb im Frühjahr am 24. 4. behandelt. Weitere Varianten kamen erst am 7. 7. unter Versuch. Carbetamid und Ethofumesat allein und bei Frühjahrsbehandlung auch gemischt, waren die zur Wuchshemmung eingesetzten Wirkstoffe. Zu *Lolium perenne* wurde Ethofumesat durch Maleinsäure und Chlorflurenol in der Mischung mit Carbetamid ersetzt. Weitere Versuchsvarianten waren Stickstoff und Wassergaben zusätzlich zur Behandlung mit den Wachstumsregulatoren. Die Versuchsglieder zum Vergleich wurden je nach Notwendigkeit 1 – 2 mal wöchentlich gemäht. Die Behandlung am 24. 4. von *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Lolium perenne* mit 15,0 l/ha Legurame (= 4,5 l Carbetamid) und von *Poa pratensis* mit 10,0 l/ha (Legurame (= 3 l Carbetamid) bewirkte einen Wachstumsstillstand für die Dauer von 10 Wochen. Alle Sorten von *Festuca rubra* waren nach sechs Wochen noch unverfärbt. Erst nach neun Wochen zeigten sich rötlich braune Verfärbungen, besonders unschön bei der Futtersorte NFG, nur gering bei den Rasensorten Linora und Rasengold. Die Sorten Lirouge, Lifalla und Novorubra nahmen eine Mittelstellung ein. Auch die beiden *Poa pratensis*-Sorten reagierten unterschiedlich in der Verfärbung auf Carbetamid. Während Newport sich nach sechs Wochen noch unverfärbt zeigte und nach neun Wochen nur gering verfärbt war, wies Merion zu den gleichen Zeitpunkten mittlere bis stärkere Verfärbung auf. Die Sorten Highland Bent und Tracenta der Art *Agrostis tenuis* reagierten gleichsinnig auf Carbetamid mit kaum wahrnehmbarer Verfärbung nach sechs Wochen und nur mäßiger Farbveränderung neun Wochen nach Behandlung. Wesentlich unerfreulicher zeigten sich die beiden Sorten von *Lolium perenne*, NFG und Premo. Bei beiden handelt es sich nicht um Rasen- sondern um Futtersorten, die aber bekanntlich noch oft in billigen Rasenmischungen Verwendung finden. Schon nach vier Wochen wurde bei *Lolium perenne* beginnende Verfärbung festgestellt, die nach sechs Wochen verstärkt als mittlere Verfärbung bezeichnet wurde und nach neun Wochen als völlige Vergilbung in Erscheinung trat.

Auf allen mit Carbetamid behandelten Parzellen bildeten die Gräser keine Samentriebe aus. Unterschiede durch zusätzliche Bewässerung traten nicht auf, weil jeweils kurz nach einer Wassergabe Regen fiel. Die Versuchsfläche war infolgedessen immer ausreichend mit Wasser versorgt. Auch die zusätzlichen N-Gaben vermochten keine eindeutigen Unterschiede weder in der Bestandeshöhe noch in der Verfärbung zu induzieren. Unterschiede wurden dann aber beim Wiederbegrünen, 26 Wochen nach Behandlung, 7 Wochen nach Abmähen des behandelten Aufwuchses, festgestellt. Bei *Festuca rubra* bekamen die Versuchsglieder, die außer der Behandlung mit Carbetamid noch zwei mal 40 kg/ha N erhalten hatten, 0,5 bis 2,5 schlechtere Noten der linearen Bonitierungs-skala 1 – 9 als die Behandlung ohne Stickstoff. Letztere lag in der Beurteilung für Wiederbegrünung wie die Parzellen mit ständigem Rasenschnitt. *Agrostis tenuis* und *Lolium perenne* zeigten keine derartigen Tendenzen.

Der Wirkstoff Ethofumesat (20%ig im Präparat NC 8438, jetzt

Handelspräparat Tramät) wurde als 35 l/ha NC 8438 zu *Festuca rubra* und mit 30 l/ha zu *Poa pratensis* und *Agrostis tenuis* eingesetzt. Mit Ethofumesat gelang es nicht, die Ausbildung von Samentrieben zu unterbinden. Nach sechs Wochen wurde vermerkt, daß die mit NC 8438 behandelten Parzellen wieder zu wachsen begannen. Bei der Messung zehn Wochen nach Applikation waren die Bestände der Gräser trotz gestauchter Samentriebe bei *Festuca rubra* und *Poa pratensis*, im Schnitt doppelt, bei *Agrostis tenuis* dreimal so hoch wie zu Beginn des Versuches. Die beiden *Agrostis tenuis*-Sorten zeigten sich mit den Noten 2 und 1 noch neun Wochen nach der Applikation von Ethofumesat völlig unbeeinträchtigt in der Bestandesfarbe. Die Sorten von *Festuca rubra* und *Poa pratensis* waren zwar, wie nach Einsatz von Carbetamid, nach sechs Wochen noch ohne Farbveränderung, zeigten aber nach neun Wochen gewisse Verfärbungen, jedoch in geringerer Intensität als nach Behandlung mit Carbetamid. Die *Festuca rubra*-Sorten Li-rouge, Lifalla und Rasengold waren kaum merklich verfärbt. Die zusätzliche N-Gabe wirkte sich weder bei der Wuchshöhe noch bei der Farbe aus und beeinflusste die Wiederbegrünung nur unwesentlich negativ. Mit der Mischung von Carbetamid und Ethofumesat, nämlich 30,0 l/ha NC 8438 + 10,0 l/ha Legurame zu *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* wurden keine wesentlich anderen Ergebnisse als mit Carbetamid allein erzielt.

Wegen Toleranz gegenüber Ethofumesat wurde *Lolium perenne* nicht mit NC 8438, sondern außer mit reinem Carbetamid noch mit 10,0 l/ha Legurame in Mischung mit 15,0 l/ha CF 125 (Chlorflurenol) oder 10,0 l/ha MH 30 (Maleinsäurehydrazid) + Netzmittel behandelt. Wesentliche Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigten sich nicht. Die Wuchshemmung war gut, die Verfärbung aber unerfreulich stark.

Auf dem Teil der Versuchsanlage, der nach vorangegangener Rasenpflege erst am 7. 7. 1972 behandelt wurde, kamen Carbetamid als 10,0 l/ha Legurame zu allen vier Arten, Ethofumesat als 35,0 l/ha NC 8438 zu *Festuca rubra* und mit 30,0 l/ha zu *Agrostis tenuis* und die Mischung 6,0 l/ha Legurame + 10,0 l/ha CF 125 zu *Lolium perenne* zum Einsatz. 40 kg/ha N erhielten die dafür vorgesehenen Versuchsglieder nur einmal, 10 Tage nach der Spritzung. Wegen ausreichender natürlicher Feuchtigkeit wurde nicht zusätzlich bewässert. Völliger Wachstumsstillstand konnte nur bis vier Wochen nach Applikation der Präparate ohne zusätzlichen Stickstoff erreicht werden. Die mit N-Gabe versehenen Versuchsglieder waren nach vier Wochen schon geringfügig höher als zu Versuchsbeginn. Nach acht Wochen befanden sich alle Versuchsglieder in zügigem Wachstum. Die Bestände wurden in der Farbe fast nicht beeinträchtigt. Die *Festuca rubra*-Sorten NFG und Novorubra zeigten kurzfristig geringe Verfärbung. Etwas stärker, aber längst nicht so kraß wie nach Frühjahrsbehandlung, war *Lolium perenne* verfärbt. Die Noten für Wiederbegrünung, drei Wochen nach dem Abmähen des behandelten Aufwuchses, waren naturgemäß schlechter als die der Versuchsglieder, die schon im Frühjahr behandelt und vier Wochen früher gemäht wurden.

Wichtig für die Gesamtbeurteilung dürfte die Bonitur der Narbendichte im Frühsommer 1973 sein. In den meisten Fällen hatte sich die Narbe gegenüber der Ausgangssituation 1972 verdichtet, die Behandlung zur Wuchshemmung hatte also keine Narbenschäden hinterlassen. Ungünstig auf die Narbendichte wirkten sich ausschließlich alle drei Frühjahrsbehandlungen von *Lolium perenne* aus, während die Behandlung von *Lolium perenne* im Sommer die Narbendichte unbeeinträchtigt ließ.

Zwar wurde die ungünstige Beeinflussung der Dichte einer jungen Narbe 1972 nur bei *Lolium perenne* registriert, sie war dennoch der Anlaß, daß die größere Fläche, die Mitte Juni 1972 ausgesät worden war, erst im Sommer 1973, man könnte sagen zur Urlaubszeit, mit Wuchshemmungsmittel behandelt wurde. Am 31. 7. wurden neben Carbetamid als 10,0 l/ha Legurame und Ethofumesat als 35,0 l/ha Tramät, einige Neuentwicklungen der Industrie eingesetzt. Wiederum erhielten bestimmte Versuchsglieder 40 kg/ha N nach Applikation der Wuchshemmungsmittel. Außer Varianten mit ständigem Rasenschnitt blieben zum Vergleich weitere Versuchsglieder ohne jegliche Behandlung. Zusätzliche Bewässerung war nicht vorgesehen und erfolgte auch nicht auf der Gesamtfläche, obgleich es sich um ein besonders trockenes Jahr handelte. Zu

Beginn des Versuches war der Boden ausreichend feucht weil die Juliniederschläge mit 68,8 mm dem langjährigen Mittel entsprachen und weil am 28. Juli noch 28,2 mm Regen fielen August und September waren dann sonnenreich, heiß und trocken mit nur einem Drittel bzw. der Hälfte der durchschnittlichen langjährigen Niederschlagsmenge. Die ungewöhnliche Witterung hatte zur Folge, daß auch die unbehandelten Versuchsglieder keine erhebliche Wüchsigkeit entwickelten. *Agrostis tenuis* wuchs kaum, *Festuca rubra* relativ am stärksten. Die einmalige N-Gabe steigerte geringfügig das Wachstum der unbehandelten Versuchsglieder von *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Festuca longifolia* und *Poa pratensis*, hingegen nicht von *Festuca ovina*, *Cynosurus cristatus* und *Phleum nodosum*. Die mit zusätzlicher N-Gabe versehenen und mit Wuchshemmern behandelten Versuchsglieder reagierten nicht oder nur unbedeutend im Längenwachstum auf den Stickstoff. Die Wirkstoffe Carbetamid und Ethofumesat hatten bis 6 Wochen nach Behandlung das Wachstum der Gräser fast gänzlich zum Stillstand gebracht. Die neuen Substanzen bewirkten unterschiedliche, jedoch geringere Wuchshemmung als die beiden schon erprobten Wirkstoffe.

Von besonderem Interesse war in diesem trockenen Jahr das Verhalten der Bestandesfarbe der Gräser. Schon der Frühsommer war zu trocken. Am 10. 7. 1973 wurde notiert, daß *Agrostis tenuis* frisch grün aussah, *Poa pratensis* wirkte ebenfalls kaum beeinträchtigt durch die Trockenheit. *Festuca rubra* zeigte bei geringen Sortenunterschieden Vergilbungen und Verbräunungen, *Festuca ovina* und *Festuca longifolia* hatten eine weißgelbliche Bestandesfarbe, *Phleum nodosum* war geringer verfärbt als *Cynosurus cristatus*. Die Juliniederschläge bewirkten, daß zum Zeitpunkt der Behandlung keine Verfärbungen mehr bestanden. Auch zwei Wochen danach, am 15. 8. wurde vermerkt, daß sich die Fläche unterschiedlich grün, ohne unschöne Verfärbungen präsentierte. Die Farbbonitur am 7. 9. 1973, fünf Wochen nach der Behandlung, erbrachte vermutlich als Folge der Trockenheit, erhebliche Arten- außerdem Sortenunterschiede, größtenteils auch bei den nicht chemisch behandelten Versuchsgliedern. Die völlig unbehandelten Varianten von *Agrostis tenuis* mit und ohne Stickstoff blieben unverfärbt, sie erhielten die Noten 1 und 2 der Skala 1 – 9, Tracenta war am besten mit der Note 1. Die Rasenschnittparzellen hatten weniger gutes Aussehen mit Noten 3 bis 5; Tracenta und Bardot erhielten 3, Holfior 4 und Penn-cross 5 ohne N und 4 mit N. Nach Anwendung von Carbetamid und Ethofumesat wurden ebenfalls Noten von 3 bis 5 erteilt, die Farbe war also nicht unansehnlicher als auf den gemähten Parzellen. Die Versuchsglieder von *Agrostis tenuis*, die mit den Neuentwicklungen behandelt wurden, schnitten mit den Farbnoten 2 und 3 noch besser ab.

Festuca rubra unbehandelt blieb ebenfalls fast unverfärbt, Note 1 erhielten die Sorten Golfrood und Noro. Stark verfärbt mit Sortenunterschieden waren die Rasenschnittparzellen, mit N noch schlechter als ohne N. Noten von 4 bis 8 wurden für die Verfärbung gegeben. Golfrood und Dawson zeigten sich relativ am wenigsten verfärbt, Ruby und Rasen-Wuchshemmern behandelten Parzellen. Golfrood erhielt Durchschnittsnote 1 für alle Behandlungen, Dawson und Topie Note 2. Koket, Ruby, Odra und Nora bekamen Note 3, Novorubra 4 und Rasengold 5. Ähnlich wie *Festuca rubra* verhielten sich auch die Sorte Barok der Art *Festuca ovina* und Biljart der Art *Festuca longifolia*, nämlich unverfärbt in den unbehandelten Versuchsgliedern, mit Noten 5 bis 7 auf den gemähten Parzellen und mit Durchschnittsnote 3 nach Behandlung mit den verschiedenen Wuchshemmern.

Poa pratensis bekam auf den unbehandelten Versuchsgliedern im Durchschnitt geringfügig ungünstigere Noten für die Farbe als vorgenannte Arten, war aber auf den gemähten Parzellen mit den Noten 3 bis 5 weniger unansehnlich. In allen Fällen hatte die N-Gabe die Farbe des Bestandes verbessert. Die Noten der mit Wuchshemmern behandelten Versuchsglieder bewegten sich zwischen 1 und 4 bei geringen Sortenunterschieden. Lediglich die Sorte Fylking, die auch in den unbehandelten Versuchsgliedern besonders gut aussah, sich im Rasenschnitt jedoch nicht von den anderen Sorten abhob, bekam im Durchschnitt der Behandlungen mit Wuchshemmern die Farbnote 2. Die übrigen Sorten, nämlich Merion, Baron, Prato und Arista schnitten mit Note 3 ab.

Cynosurus cristatus und *Phleum nodosum* waren in ihrer Bestandesfarbe sehr stark von der Trockenheit beeinflusst. Folgende Noten wurden registriert: 5 und 6 in den unbehandelten und gemähten Versuchsgliedern und auch nach Behandlung mit den Neuentwicklungen, aber 6 bis 8 nach Applikation von Carbetamid und Ethofumesat.

Am 24. 9. wurde die gesamte Versuchsfläche gemäht und am 3. 10. mit Nitrophoska Permanent in Höhe von 40 kg/ha N gedüngt. Eine erneute Farbbonitur am 25. 10., 12 Wochen nach Behandlung, ergab für *Agrostis tenuis* sehr schlechte Noten, im Durchschnitt 7 auf der ganzen Fläche, ohne Unterschiede zwischen den Behandlungen mit geringfügig besserer Farbe auf den mit N nach der Behandlung abgedüngten Versuchsgliedern. Die *Festuca*-, *Poa pratensis*- und *Cynosurus cristatus*-Sorten hatten sich auf den nicht mit Wuchshemmern behandelten Versuchsgliedern, insbesondere auf denjenigen, die N zur Behandlung erhielten, in der Farbe ziemlich gut erholt; sie erhielten Noten von 1 bis 4. Unschön verfärbt zeigten sich nunmehr die behandelten Versuchsglieder mit nur geringfügig besserer Bewertung der Varianten mit N-Gabe. *Phleum nodosum* hingegen hatte seine Farbe insgesamt schon wieder verbessert. Bei allen Arten zeigten sich zu diesem Zeitpunkt keine wesentlichen Sortenunterschiede. Die Benotung der Verfärbung am 16. 1. 1974 brachte geringe Verschlechterung der Farbe der unbehandelten Versuchsglieder und Verbesserung der Noten der mit Wuchshemmern behandelten Parzellen, so daß außer bei *Cynosurus cristatus* weitgehende Egalisierung der Bestände innerhalb der Arten eingetreten war. Die Benotung der Bestandesdichte am 20. 3. 1974 bestätigte, daß keine Nachwirkung von der Behandlung des Vorjahres mehr bestand. *Cynosurus cristatus* blieb weiterhin insgesamt lückig und unansehnlich.

1974 wurde die kleinere Fläche, die 1973 gleichmäßiger Rasenpflege unterworfen war, wieder unter Versuch genommen. Nach anfänglicher einheitlicher Rasenpflege, d. h. zweimal mähen, einmal regnen, einmal 40 kg/ha N, wurde am 21. 5. 1974 behandelt. Wiederum kamen Carbetamid (10,0 l/ha Legurame), Ethofumesat (35,0 l/ha Trammat) und außerdem fünf Neuentwicklungen, z. T. in verschiedener Konzentration, zum Einsatz. Versuchsglieder zum Vergleich wurden entweder regelmäßig gemäht oder gänzlich unbehandelt gelassen.

Während Carbetamid und Ethofumesat die Wüchsigkeit der Gräser weitgehend einschränkte und die Verfärbung sich in ragbaren Grenzen hielt, vermochten die Neuentwicklungen die Wüchsigkeit nur geringfügig zu verringern, führten jedoch zu keinerlei unschöner Verfärbung. In allen Versuchsgliedern wurden in unterschiedlichem Ausmaß Samentriebe gebildet.

Die größere Versuchsfläche wurde 1974 abermals im Sommer, also der Urlaubszeit, am 22. 7. mit Wuchshemmungsmitteln behandelt. Carbetamid (8,0 l/ha Legurame) Ethofumesat (30,0 l/ha Trammat), vier Neuentwicklungen, die schon bei der Maibehandlung mit eingesetzt waren und Glyphosat in der niedrigen Aufwandmenge von 0,5 l/ha des 36 %igen Präparates Roundup, waren neben unbehandelt und Rasenschnitt die Varianten. Am 21. 8. und 9. 10. fanden Messungen der Bestandeshöhe statt. Die Verfärbung wurde am 23. 8. und 4. 10. beurteilt. Carbetamid, Ethofumesat, Glyphosat und von den Neuentwicklungen das Präparat CGA 17 020, ein Granulat mit 50 kg/ha eingesetzt, vermochten die Gräser eindeutig im Wuchs zu hemmen, fast ohne unschöne Verfärbung hervorgerufen. Die Wirkung des Glyphosats auf *Festuca* war schwächer als die von Carbetamid und Ethofumesat. Bis zur Messung nach sieben Wochen hatten die meisten Versuchsglieder unter den extrem feuchten Nitterungsverhältnissen wieder mit dem Wachstum begonnen. Allein die mit Carbetamid behandelten Versuchsglieder zögerten stärker mit dem Wachstum. Gravierende Sortenunterschiede im Verhalten gegenüber den Wachstumsregulatoren wurden nicht registriert.

1975 wurde die große Versuchsfläche zur Hälfte, nachdem einmal am 11. 4. gemäht worden war, am 22. 4. behandelt. Nach vorausgegangener regelmäßiger Rasenpflege wurde der 2. Teil am 7. 7. unter Versuch genommen. Auf Rasenschnitt im Versuch wurde verzichtet. Als Versuchsglieder zum Vergleich galten unbehandelt und mit Carbetamid (7,0 l/ha Legurame im Frühjahr und 5,0 l/ha im Sommer) behandelt. Glyphosat als 0,5 l/ha Roundup wurde wieder mitgeprüft, außerdem zwei

Neuentwicklungen von Ciba-Geigy, Granulate, die schon in den Versuchen des Vorjahres nicht uninteressant schienen.

Durch erneute Reduktion der Aufwandmenge von Carbetamid konnte erreicht werden, daß die Gräser nicht oder nur geringfügig verfärbt wurden, bei noch ausreichender Wuchshemmung allerdings ohne völlige Verhinderung der Ausbildung von Samentrieben. Geringer als durch Carbetamid wurden die Gräser durch Glyphosat im Wachstum zurückgehalten. Die Bestände waren im Durchschnitt halb so hoch wie auf den unbehandelten Versuchsgliedern, die Wüchsigkeit von *Phleum nodosum* wurde stärker eingeschränkt. Während *Agrostis tenuis*, die *Festuca* Arten und *Poa pratensis* unverfärbt blieben, zeigten *Cynosurus cristatus* und *Phleum nodosum* unschöne, ziemlich starke Vergilbung durch Glyphosat.

Die Neuentwicklung CGA 17 020, ein Granulat, mit 60 und 90 kg/ha eingesetzt, vermochte alle Gräser im Wuchs zu hemmen; die höhere Aufwandmenge reduzierte das Wachstum ähnlich stark wie Carbetamid, außer bei *Festuca rubra*. Bei dieser Art zeigten sich außerdem erhebliche Sortenunterschiede. Während die Sorten Koket und Dawson schon nach Behandlung mit 60 kg/ha CGA 17 020 nurmehr ein Viertel der Länge der unbehandelten Versuchsglieder erreichten und die höhere Dosis die Hemmung nicht steigerte, kamen die Sorten Novorubra, Odra und Noro nach Einsatz von 60 kg/ha CGA 17 020 noch auf 80 % und bei der höheren Dosis auf 60 % der normalen Wuchshöhe. Die Sorten Golfrod, Ruby, Topie und Rasengold nahmen eine Mittelstellung zwischen den Extremen ein. Mit 60 kg/ha CGA 17 020 erlangten deren Bestände noch 45 – 70 %, mit der höheren Dosis 36 – 53 % der Wuchshöhe der unbehandelten Varianten. Gewisse Sortenunterschiede gab es auch bei *Poa pratensis*. Am stärksten gehemmt war die Sorte Bardot. Farbveränderungen bewegten sich vorwiegend innerhalb der Grün-Töne, darüber hinaus gab es geringe Blattspitzenvergilbung bei *Agrostis tenuis* und *Phleum nodosum*, etwas stärkere bei *Cynosurus cristatus*.

Einen günstigeren Eindruck machte das mit 80 kg/ha applizierte Granulat CGA 24 705, das alle Arten außer *Cynosurus cristatus* stark und gleichmäßig im Wuchs hemmte und keine unschöne Verfärbung hervorrief. Alle Präparate vermochten die Ausbildung von Samentrieben nicht zu unterbinden.

Infolge extremer Trockenheit während der Sommermonate wuchsen auch die unbehandelten Versuchsglieder auf der erst am 7. 7. 75 behandelten Versuchshälfte sehr wenig. Die Trockenheit verursachte unschöne Gelbverfärbung schon bei den unbehandelten Parzellen von *Cynosurus cristatus* und *Phleum nodosum*; entsprechend ungünstig waren die Noten für die Bestandesfarbe nach Behandlung. Die übrigen Arten zeigten unbehandelt ein annehmbares Grün. *Poa pratensis* behielt auch nach allen Behandlungen die grüne Farbe, *Agrostis tenuis* wurde durch Glyphosat vorübergehend unschön verfärbt, wuchs später aber wieder grün nach. Bei *Festuca rubra* wurde kurzfristig mäßige Verfärbung durch Carbetamid registriert.

Diskussion

Die Ansprüche an die Möglichkeiten zur Wuchshemmung von Zierrasen weichen zwangsläufig ab von den Forderungen, die bei der Wuchshemmung auf Extensivrasen gestellt werden. Beim Zierrasen genügt es, wenn die Hemmung 4 – 6 Wochen andauert, um eine Zeit zu überbrücken, die der Hausrasenbesitzer vielleicht im Urlaub verbringt, und für öffentliche Grünanlagen bedeutet die Wuchshemmung während einiger Wochen die Einsparung von Arbeitsgängen. Der Zierrasen, an dessen Aussehen hohe ästhetische Ansprüche gestellt werden, benötigt Düngung, regelmäßigen Schnitt und im Bedarfsfall Bewässerung. Wenn diese Forderungen regelmäßig erfüllt werden, dann nimmt der Rasen keinen bleibenden Schaden, wie die Untersuchungen ergaben, wenn er aus ökonomischen Gründen für einige Wochen mit Hilfe von Wachstumsregulatoren im Wuchs gehemmt wird und eine intensive Pflege in diesem Zeitraum zwangsläufig unterbleibt. Angestrebt wird, daß der Rasen auch während der Wirksamkeit der „chemischen Sense“ ausgeglichen in der Wuchshöhe und grün, ohne wesentliche Abweichung in der Farbe, bleibt.

Die Ergebnisse vorliegender Untersuchungen mit Reinsaaten von Rasengräsern, meist durch mehrere Sorten vertreten, vermitteln einige allgemeine Erkenntnisse, die oben aufgezählte

Forderungen als erfüllbar erscheinen lassen, obgleich in Einzelfällen nicht alle Untersuchungen optimale Resultate brachten.

1. Die wichtigsten Grasarten des Zierrasens, wie *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*, eignen sich gut für eine Wuchshemmung. *Cynosurus cristatus* neigt stärker zu unschöner Verfärbung und *Phleum nodosum* wird in Verbindung mit Trockenheit ebenfalls stärker verfärbt.
2. Sehr typische, also relativ schwach wüchsige, feinblättrige Rasensorten mit der Befähigung, eine dichte Narbe zu bilden, eignen sich besser zur Wuchshemmung als gröbere Sorten, weil erstere gleichmäßiger gehemmt und weniger verfärbt werden. Sortenunterschiede zeigen sich stärker unter extremen Witterungsbedingungen, insbesondere bei Trockenheit.
3. Aus billigen Saatgutmischungen erstellte Rasenflächen werden bei Einsatz von Wuchshemmungsmitteln ein vom ästhetischen Standpunkt ungünstigeres Bild abgeben als Flächen, auf denen die oben genannten Arten, vertreten durch typische Rasensorten, ausgesät wurden. Über das Verhalten von Rasensorten der Art *Lolium perenne* liegen noch keine Ergebnisse vor. Sie werden in die weiterführenden Untersuchungen mit einbezogen.
4. Auf zusätzliche N-Gaben zur Wuchshemmung reagierten die Grasarten unterschiedlich, auch war die Reaktion witterungsabhängig. Negative Auswirkungen können nicht ausgeschlossen werden. Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse empfiehlt es sich nicht, auf normal gepflegtem Zierrasen zur Applikation eines Wachstumsregulators eine zusätzliche N-Gabe zu verabfolgen.
5. Alle in den Versuchen eingesetzten Präparate hatten keine Nachwirkung auf die Egalisierung der Rasenfläche bis zum folgenden Vegetationsjahr.

Über die einzelnen Wachstumsregulatoren kann aufgrund der Versuchsergebnisse folgendermaßen geurteilt werden:

Der Wirkstoff Carbetamid als Präparat Legurame, eigentlich ein Herbizid gegen junge Ungräser und z. T. auch gegen Unkräuter, schon in früheren Untersuchungen (5, 6, 7) in seiner wuchshemmenden Wirkung auf ältere Gräser erkannt, vermochte die Rasengräser gut und ziemlich gleichmäßig im Wachstum zurückzuhalten. Als Nachteil für den genannten Zweck ist anzusehen, daß die Wuchshemmung 10 Wochen und länger andauern kann und daß eine mittlere Verfärbung der Bestände auch noch viele Wochen nach Applikation möglich ist. Mit Carbetamid läßt sich die Ausbildung von Samentreiben der Gräser restlos unterbinden; wenigstens 10,0 l/ha Legurame sind für diesen Zweck erforderlich. Für eine Einschränkung der Bestandeshöhe reichen jedoch schon 5,0 bis 7,0 l/ha Legurame aus; die Ausbildung gestauchter Samen tragender Halme muß dabei in Kauf genommen werden.

Die wuchshemmende Wirkung von Ethofumesat, anfangs als Versuchspräparat NC 8438, später als Herbizid Tramet eingesetzt, wurde ebenfalls schon früher (6,7) erkannt. Alle geprüften echten Rasengräser reagierten auf den Wirkstoff. Bekannt war schon, daß *Lolium perenne* nicht in der Wüchsigkeit beeinträchtigt wird. Die Wirkung des Ethofumesat hält in

der Regel weniger lange an, als die des Carbetamid. Wenn überhaupt Verfärbung der Gräser eintritt, dann ist diese meistens noch geringer als bei Carbetamid. Trotz sorgfältiger Verteilung des Präparates war die Wuchshemmung durch Ethofumesat nicht ganz gleichmäßig. Hin und wieder ragten einzelne Grasbüschel einige Zentimeter über den übrigen Bestand hinaus. Die Ausbildung von Samentreiben der Gräser läßt sich mit diesem Wirkstoff nicht restlos verhindern.

Erst zweijährige Untersuchungsergebnisse liegen mit dem Wirkstoff Glyphosat vor. Der Wirkstoff besitzt als Herbizid gute Wirkung, insbesondere gegen Quecke und gegen Unkräuter mit ausgedehnten unterirdischen Organen. Mit der geringeren Aufwandmenge von 0,5 l/ha des Präparates Roundup ließen sich die Gräser ohne Schaden zu nehmen, gleichmäßig, wenn auch meistens nicht ganz so stark wie durch Carbetamid, im Wuchs zurückhalten. Wenn geringe Verfärbung ca. 1 Woche nach Applikation auftrat, war diese bald überwunden durch feinen grünen Nachwuchs, der ebenfalls gehemmt blieb. Für den Einsatz von Glyphosat als Wachstumsregulator im Zierrasen ist eine besonders präzise Dosierung Voraussetzung, weil höhere Aufwandmengen den Gräsern Schäden zufügen können. Schon 1,0 l/ha Roundup würde *Poa pratensis* weitgehend vernichten.

Ein größere Anzahl von Neuentwicklungen wurde im Verlauf der Versuche geprüft. Zwar beeinträchtigten diese das Farbbild der Bestände nicht oder nur geringfügig, leider war aber die wuchshemmende Wirkung der meisten Substanzen unzureichend. Erst einige neue Präparate der Firma Ciba-Geigy, die 1974 und 1975 in die Untersuchungen einbezogen wurden, eröffneten Aussichten auf weitere verbesserte Wuchshemmungsmöglichkeiten im Zierrasen. Die Präparate CGA 17 020 und CGA 24 705, beide in Granulatform, bewährten sich am besten zu Rasengräsern, weil sie bei guter bis ausreichender Wuchshemmung keine unschöne Verfärbung hervorriefen. Es dürfte sich lohnen, die Untersuchungen mit diesen oder verwandten Substanzen fortzusetzen.

Für alle Applikationen, die eine Wuchshemmung im Zierrasen zum Ziel haben, gilt als wichtigster Grundsatz, daß eine sehr gleichmäßige Verteilung der Präparate gewährleistet sein muß. Eine mäßige Dosisveränderung, falls sie nicht abrupt erfolgt ist von unterschiedlicher Bedeutung bei den einzelnen Präparaten. Die Abdrift auf Nachbarkulturen muß auf jeden Fall vermieden werden.

Die Forderungen an die Applikationstechnik ist im Hausgarten und auf unregelmäßig geformten Flächen öffentlicher Grünanlagen bei Spritzmitteln weniger leicht zu erfüllen als mit Granulaten. Möglicherweise gehört den Granulaten auf diesem Gebiet die Zukunft.

Für die technische Durchführung der Untersuchungen und für Mithilfe bei der Auswertung sei LTA Frau U. Witek verbindlichst gedankt.

Literaturverzeichnis siehe Teil II.

Verfasser: Professor Dr. GERTA ZIEGENBEIN, Hessische Lehr- und Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof, 643 Bad Hersfeld, Schloß Eichhof.

Neue Versuchsergebnisse zur Wuchshemmung von Rasen

I. Wuchshemmung von Extensivrasen

G. Ziegenbein, Bad Hersfeld

Zusammenfassung

Die zweijährigen Untersuchungen galten insbesondere dem herbiziden Wirkstoff Glyphosat in seiner Eigenschaft als Wachstumsregulator.

Mit 0,5 l/ha des Glyphosat-Präparates Roundup ließen sich Gräser ausreichend hemmen bei sehr geringer, rasch überwundener Verfärbung. Mit 1,0 l/ha Roundup wurden auch dikotyledonen im Wuchs gezügelt, fast ohne erfärbt zu werden. Höhere Aufwandmengen verursachten größere Lückigkeit der Bestände. Schon mit 1,0 l/ha Roundup wurden Poa-Arten vernichtet. Bei geringem Poa-Anteil in der Pflanzengesellschaft schlossen sich die Lücken wieder im Verlauf der Vegetationszeit durch Ausbreitung benachbarter Bestandesmitglieder. Eine Einschränkung des Wuchses der Kräuter konnte zwar ebenfalls durch Zugabe eines Mecoprop-Präparates zu 0,5 l/ha Roundup erreicht werden, die Dikotyledonen zeigten jedoch unschöne Verfärbungen. Maleinsäurehydrazid, zum Vergleich mit eingesetzt, verursachte nur geringe Verfärbung, wenn die Bestände bei Applikation weniger als 10 cm hoch waren, rief aber in 15–20 cm hohen Beständen wesentlich stärkere Farbveränderungen hervor als Glyphosat. Mischungen von Maleinsäurehydrazid oder Dalapon mit Glyphosat brachten keine Vorteile, sondern stärkere und länger andauernde Verfärbungen und irreparable Bestandeslücken.

Die Ergebnisse, die mit Neuentwicklungen der Firma Ciba-Geigy erzielt wurden, berechtigen zu der Hoffnung, daß in Zukunft Präparate zur Wuchshemmung an Verkehrswegen, an Böschungen und auf ungenutzten Flächen in der Landschaft zur Verfügung stehen werden, die das Aussehen dieser extensiven Rasenflächen, insbesondere deren Farbbild, zu keiner Zeit ungünstig beeinflussen.

Summary

In these experiments, lasting two years, the herbicide glyphosate was tested to study its effect as a growth retardant.

A dose of 0,5 litre/ha of the proprietary product "Roundup", containing glyphosate, gave satisfactory inhibition of grass growth, with a slight discoloration after treatment, which disappeared quickly. "Roundup" at 1,0 litre/ha checked dicotyledonous species also, but caused hardly any change in colour. Higher rates increased the number of gaps in the sward. A dose of 1,0 litre/ha "Roundup" destroyed Poa species: the consequent gaps in the sward were closed during the growing period by the spread of neighbouring grasses. A Mecoprop preparation added to 0,5 litre/ha "Roundup" also checked the growth of dicotyledonous species but discoloured them very badly. Maleic hydrazide, used for comparison, caused only slight discoloration, provided the grasses were less than 10 cm high when the retardant was applied. If it was applied to grass 15 to 20 cm high, it caused considerably greater discoloration than glyphosate. Mixtures of maleic hydrazide or dalapon with glyphosate showed no advantages, but only caused more and longer-lasting discoloration, and irreparable gaps in the sward. Tests with new products from Ciba-Geigy seem to indicate that preparations will be available in future to inhibit effectively the growth of grass along highways, on slopes and on waste land, without spoiling the outward appearance and especially the colour of these "low maintenance" areas.

Résumé

Nous avons étudié pendant deux années l'action de l'herbicide glyphosate en tant que régulateur de croissance.

Une dose de 0,5 l/ha de «Roundup», produit à base de glyphosate, suffit pour ralentir la croissance des graminées en ne provoquant qu'un léger jaunissement vite disparu. Les dicotylédones furent également retardés sans presque aucun changement de couleur par l'application de 1,0 l de Roundup à l'hectare. Les doses plus élevées provoquèrent par endroits d'assez grandes lacunes dans les pelouses. Quelques espèces de Poa furent détruites à 1,0 l de Roundup à l'hectare. Dans les cas où les Poa étaient faiblement représentés dans l'association, les plantes voisines refermèrent rapidement les lacunes au cours de la période de végétation. On obtint chez les dicotylédones un ralentissement de la croissance également par l'application d'un mélange de 0,5 l/ha de Roundup et d'un produit à base de mecoprop; mais la couleur obtenue ne fut pas satisfaisante. En comparaison l'hydracide d'acide maléique n'entraîna qu'un faible changement de couleur à condition d'être appliqué à des plantes d'une hauteur de moins de 10 cm; appliqué plus tard à une hauteur de 15 à 20 cm il causa de plus grands changements de couleur que le glyphosate. Des mélanges à base de l'hydracide d'acide maléique ou de dalapon et de glyphosate ne furent pas avantageux, au contraire; on observa des changements prolongés de la couleur et des dégâts irréparables dans les pelouses. Les résultats obtenus avec les nouveaux produits de la société Ciba-Geigy font espérer qu'à l'avenir nous aurons à notre disposition des produits capables de ralentir la croissance de la végétation le long des chemins, sur les talus ou sur des terrains non exploités, sans jamais influencer ni l'aspect ni la couleur de ces surfaces engazonnées extensives.

Einführung

Extensivrasenflächen, deren Pflanzenbestände kurz gehalten werden sollen, finden sich als Randstreifen und Böschungen an Verkehrswegen, an Gewässern, auch in Parkanlagen und in offener Landschaft. Als Alternative zu mehrmaligem Mähen im Jahr bietet sich die „chemische Sense“ an, wie der Einsatz von Wachstumsregulatoren genannt wird. Im Extensivrasen sollte die Wirksamkeit derartiger Substanzen nach Applikation im Frühjahr möglichst lange anhalten. Außerdem müssen ästhetische Ansprüche erfüllt werden. Die Flächen dürfen nach der Behandlung ihre natürliche grüne Bestandesfarbe möglichst nicht verlieren. Die zur Wuchshemmung amtlich zugelassenen Substanzen, nämlich Maleinsäurehydrazid und Chlorflurenol öffnen insbesondere letztere Forderung nur unzulänglich erfüllen. Die behandelten Flächen nehmen oftmals eine unschöne elbrötliche Farbe an, die das Landschaftsbild viele Wochen lang verschandelt. Schon früher (6,7) konnte mit Versuchsergebnissen belegt werden, daß der herbizide Wirkstoff Carbetamid als 30%iges Präparat Legurame Grasbestände gleichmäßig und lang andauernd im Wuchs zu hemmen vermag bei meistens nur geringer Verfärbung und Unterbindung der Ausbildung von Samentrieben. Bisher wurde keine Grasart gefunden, die sich nicht mit Carbetamid im Wuchs hemmen ließ. Zwar deutet auch der Wirkstoff Ethofumesat einen Fortschritt in bezug auf weitgehende Beibehaltung der Bestandesfarbe, verlichen mit den amtlich zugelassenen Präparaten. Leider vermag aber Ethofumesat nicht alle Grasarten intensiv zu hemmen. Besonders tolerant verhält sich Lolium perenne. Nach neuen Substanzen mit Eignung zur Wuchshemmung im Extensivrasen wurde gesucht.

Material und Methoden

Versuchsstandorte waren in beiden Untersuchungsjahren wechselnde Rasenbestände an Böschungen, auf alten Versuchsfeldwegen und auf alter Rasenfläche. Die alten Rasenflächen waren, ehe sie unter Versuchsbedingungen kamen, ähnlich wie Hausrasen, jedoch etwas unregelmäßig gepflegt worden, während sich die Versuchsflächen an Böschun-

gen und auf Wegen in Bodenart, Nährstoffversorgung und vorhergehender Schnitthäufigkeit voneinander unterschieden. 1974 kam neben zwei neuen Substanzen der herbizide Wirkstoff Glyphosat als das 36%ige Präparat Roundup in vier Dosen von 0,5 l/ha bis 2,0 l/ha erst im Juni zur Anwendung. 1975 wurde am 21. 4. und 15. 5. eine breite Palette von Substanzen eingesetzt, außer den amtlich zugelassenen Präparaten die herbiziden Wirkstoffe Dalapon und Glyphosat, außerdem einige Neuentwicklungen.

Ergebnisse

Die extensiven Grünflächen auf 3 verschiedenen Standorten, die am 11. und 19. 6. 1974 unter Versuch genommen wurden, waren zuvor ein- bzw. zweimal gemäht worden. Die Wirkung von zwei Neuentwicklungen konnte nicht befriedigen, weil die nur schwache Hemmung erst nach mehreren Wochen sichtbar wurde. Als interessant erwies sich hingegen der Wirkstoff Glyphosat, der als 0,5, 1,0, 1,5 und 2,0 l/ha Roundup zum Einsatz kam.

Schon mit 0,5 l/ha Roundup ließ sich das Wachstum der Gräser gut zurückhalten. Die Verfärbung war noch tragbar und im August, bei Weiterbestehen der Wuchshemmung, verschwunden. Die Wüchsigkeit dikotyler Pflanzen wurde mit 0,5 l/ha Roundup nicht oder nur geringfügig beeinflusst. Mit höheren Aufwandmengen konnte auch das Wachstum der Kräuter eingeschränkt werden. Es handelte sich vorwiegend um Achillea und Trifolium repens; auf einer Fläche stand außerdem Lathyrus pratensis. Die Verfärbung der Gräser war stärker bei den höheren Aufwandmengen, aber auch dort spätestens nach 8 Wochen verschwunden. Die Ausbildung von Samentrieben der Gräser wurde zwar verringert, jedoch nicht restlos unterbunden. Die Rispen saßen aber auf verkürzten Halmen. Als besonders empfindlich gegenüber Glyphosat zeigten sich die Poa-Arten. Während 0,5 l/ha gut vertragen wurden, bewirkte 1,0 l/ha Roundup schon stärkere Absterbeerscheinungen bei Wiesenrispe. Ungeschädigt blieben die übrigen Gräser in den Mischbeständen, wie Agrostis, Lolium, Festuca, Dactylis, Alopecurus.

1975 wurden auf extensiven Grünflächen an Bach- und Wegeböschungen und auf Graswegen 29 Versuchsvarianten angelegt. Alle Versuchsglieder waren zu Beginn der Vegetation am 21. 4. behandelt worden, als die Bestandeshöhe weniger als 10 cm betrug. Einige zusätzliche Flächen wurden am 15. 5. gespritzt. Außer Maleinsäurehydrazid allein und mit Chlorflurenol, den zur Wuchshemmung amtlich zugelassenen Präparaten, wurden eingesetzt die Herbizide Dalapon und Glyphosat, auch gemischt und in Mischung mit Maleinsäurehydrazid sowie vier Neuentwicklungen, unterschiedlich formuliert und verschieden dosiert. Die breit angelegten Versuche brachten folgende Ergebnisse:

1. Mit 0,5 l/ha Roundup (Glyphosat) war auf Standorten mit weniger üppigem Wuchs und geringem Anteil an Kräutern bei schwacher, rasch abklingender Verfärbung eine ausreichende Hemmung der Wüchsigkeit des Pflanzenbestandes zu erreichen, die 10 Wochen und länger anhielt. Kräuter und Klee erfuhren eine relativ geringe Hemmung ohne Verfärbung. *Dactylis glomerata* und *Holcus lanatus* wurden schwächer gehemmt als die übrigen Gräser. Bei höherem Anteil von Poa-Arten in der Narbe, insbesondere von *Poa annua*, war das Farbbild etwas ungünstiger.

2. Höhere Aufwandmengen, nämlich 0,7 und 1,0 l/ha Roundup, brachten gleichmäßigere Wuchshemmung als 0,5 l/ha Roundup, weil außer den Gräsern auch die Kräuter im Wuchs zurückgehalten wurden. Die Verfärbung der Gräser war stärker, klang aber infolge grünen Nachwuchses bald ab. Die Dikotyledonen waren kaum verfärbt. Lücken, die durch abgestorbene Poa-Arten entstanden, wurden noch im Verlauf der Vegetation durch Ausdehnung der übrigen Bestandesbildner geschlossen.

3. Durch Beimischung von 4,0 l/ha U 46 KV Fluid (Mecoprop) zu 0,5 l/ha Roundup wurde die hemmende Wirkung auch gegenüber den Gräsern verstärkt. Die Kräuter waren auffälliger verfärbt.

4. 16,0 l/ha, aber auch schon 10,0 l/ha des Maleinsäurehydrazid-Präparates MH 30 mit Netzmittel vermochten nach Applikation im April den Graswuchs ziemlich gut zu hemmen, bei geringer Verfärbung. Schön war die Verfärbung nach Anwendung Mitte Mai. *Poa annua* wurde nicht gehemmt und bildete normale Samentriebe aus. Kaum beeinträchtigt war auch *Holcus lanatus*. Kräuter blieben, wie erwartet, ebenfalls unbeeinflusst. Durch Beimischung von 12,0 l/ha CF 125 (Chlorflurenol) zu 10,0 l/ha MH 30 konnte die hemmende Wirkung gegenüber den Kräutern verbessert werden.

5. Mischungen von Maleinsäurehydrazid und Glyphosat, nämlich 8,0 l/ha MH 30 mit Netzmittel + 0,5 l/ha Roundup oder 12,0 l/ha MH 30 + 0,5 l/ha Roundup oder 6,0 l/ha MH 30 + 0,7 l/ha Roundup brachten, verglichen mit MH 30 allein, bessere Hemmung der Kräuter. Wesentlich stärker war aber auch die Verfärbung der Bestände durch die Mischungen. Außerdem traten Bestandeslücken auf, die erst sehr spät oder nicht mehr im Verlauf der Vegetationszeit ausgefüllt wurden.

6. Mit Dalapon, als 3,0 kg/ha Basinex P, wurden die Bestände nur gering bis mäßig gehemmt. *Dactylis glomerata* und *Holcus lanatus* blieben weitgehend unbeeinflusst, *Poa annua* starb ab. Dikotyle Komponenten im Bestand, wie *Rumex* und *Trifolium repens*, waren im Wuchs beeinträchtigt. Die Wuchshemmung hielt nicht so lange an wie nach Behandlung mit Glyphosat und Maleinsäure. Die Farbe der Bestände war nur mäßig verändert.

7. Die Mischungen von Dalapon und Glyphosat als 2,0 kg/ha Basinex P + 0,2 l/ha Roundup oder 3,0 kg/ha Basinex P + 0,5 l/ha Roundup brachten, verglichen mit der Applikation von Dalapon allein, stärkere, gleichmäßigere und länger andauernde Wuchshemmung. Die Verfärbung war aber leider ebenfalls verstärkt. Durch die Behandlung entstandene Bestandeslücken wurden nicht mehr bis zum Ende der Vegetationszeit ausgefüllt.

8. Vier Neuentwicklungen der Firma Ciba-Geigy unterschieden sich in der Intensität der Wuchshemmung, hatten aber alle gemeinsam, daß sie kaum Verfärbung der Bestände hervorriefen. Von den Formulierungen der Substanz CGA 34 325 konnten verschiedene Aufwandmengen der Granulatform in der Hemmung nicht voll befriedigen. Das Spritzpulver + Netzmittel rief eine anfangs dunkelgrüne, später graugrüne aber nicht unansehnliche Verfärbung der Bestände hervor. Am gün-

stigsten war die Aufwandmenge von 12,0 kg/ha des Spritzpulvers CGA 34 325; 18,0 und 24,0 kg/ha verursachten gewisse Lückigkeit. Die Parzellen mit der niedrigsten Aufwandmenge begannen im Juni mit der Regeneration.

Auch von der Substanz CGA 39 566 wurden diverse Formulierungen geprüft; sie bewirkten Wuchshemmung fast ohne Verfärbung. Die Granulatform konnte günstiger beurteilt werden als die Emulsion, weil sie eine besonders gleichmäßige Hemmung der Bestände herbeiführte. Die Verträglichkeit war gut, es trat keine Lückigkeit auf. Bis Juni blieb die Wuchshemmung voll erhalten, dann setzte eine gleichmäßige Regeneration der Narbe ein.

CGA 17 020, ein Granulat, auch im Zierrasen als interessant gefunden, vermochte nach Einsatz auf extensiven Rasenflächen ebenfalls zu überzeugen, weil bei guter Hemmung kaum Verfärbung eintrat. Ähnliches gilt für das Granulat CGA 24 705 das allerdings nur in der höheren Aufwandmenge von 90 kg/ha die Bestände ausreichend zu hemmen vermochte und dabei fast keine Farbveränderungen und keine Schädigung der Pflanzen verursachte.

Diskussion

Die Ansprüche an Präparate, die sich zur Wuchshemmung vor Extensivrasen eignen, sind geringer als die Forderungen, die bei der Wuchshemmung von Zierrasen erfüllt werden müssen. An Verkehrswegen genügt es, wenn der Bewuchs so weit gedämmt ist, daß Verkehrsschilder und Begrenzungseinrichtungen nicht verdeckt werden. Dieser Zustand sollte möglichst lange anhalten; außerdem ist erwünscht, daß der Pflanzenbestand nicht schon während der Hauptvegetationszeit wie abgestorben wirkt; geringe Verfärbungen werden in Kauf genommen. Eine völlig gleichmäßige Hemmung sämtlicher Pflanzenarten in der Narbe, wie beim Zierrasen erwartet, ist nicht erforderlich auf Flächen an Verkehrswegen, im Gegenteil kleine Wellen in der Bestandeshöhe wirken weniger eintönig. Es ist meistens ohne Bedeutung, ob die Gräser Samentriebe ausbilden, vorausgesetzt, die Halme bleiben kurz. Nur an Wegrändern neben Feldschlägen mit Grassamenvermehrung sollte die Wuchshemmung eine Ausbildung von Samentriebler tunlichst unterbinden (5). Nicht wesentlich höher sind auch die Ansprüche an die Wuchshemmung auf Extensivrasen in Parks oder in offener Landschaft. Verfärbungen dürfen in diesen Fällen nicht stärker in Erscheinung treten, als sie auch die Natur dem Auge bietet. Gewisse Ungleichheiten in der Bestandeshöhe wirken sogar „natürlich“, also dem Eindruck entgegen, daß der Mensch allzusehr in die Natur eingegriffen hat. In der Bundesrepublik Deutschland sind zur Graswuchshemmung amtlich zugelassen verschiedene Maleinsäurehydrazid-Präparate und das Chlorflurenol-Präparat CF 125. Trotz gewisser Konzessionen gegenüber Farbveränderungen des Extensivrasens, bedeutet die Anwendung von Maleinsäurehydrazid doch meistens so unschöne, langandauernde Verfärbungen zu einem Zeitpunkt, an dem die Pflanzenbestände normalerweise noch saftig grün sein sollten, daß ihr Anblick als nicht tragbar bezeichnet werden muß. In vorliegenden Untersuchungen wurde zwar gefunden, daß MH bei sehr früher Anwendung, als die Bestände noch nicht 10 cm hoch waren, nur geringe Farbveränderungen hervorrief, in der Praxis wird es jedoch kaum gelingen, die ausgedehnten im Wuchs zu hemmenden Flächen so früh zu behandeln. Nach wenigen Regentagen, an denen die Spritzarbeiten ausgesetzt werden müssen sind die Bestände 15–20 cm hoch geworden. Erfahrungsgemäß werden sie nach Applikation von MH in diesem Stadium stark verfärbt.

Vorliegender Ergebnisbericht soll anregen zu breiter Versuchstätigkeit mit den Präparaten, die als Verbesserung gegenüber den herkömmlichen Substanzen angesehen werden können. Glyphosat sollte in Dosen von 0,5 l/ha bis 1,0 l/ha Roundup als Wachstumsregulator in Extensivrasen geprüft werden. Das Präparat erscheint aussichtsreich für diesen Zweck, vorausgesetzt, daß Geräte zur Verfügung stehen, die genaue Dosis gewährleisten, weil der Toleranzspielraum von Glyphosat relativ gering ist. Außerdem sollte Carbetamid in die Versuche aufgenommen werden. In die hier besprochenen Untersuchungen wurde Carbetamid nicht mit einbezogen, weil schon zahlreiche Versuchsergebnisse vorliegen (5, 6, 7, 8). Insbesondere wegen der langandauernden Wuchshemmung dürfte Carbetamid für den Extensivrasen von Interesse sein. Die in vorlie-

jenden Untersuchungen geprüften Neuentwicklungen geben Anlaß zu der Annahme, daß die Industrie in Zukunft Wachstumsregulatoren für Grünflächen zur Verfügung stellen kann, die bei ausreichender Wuchshemmung keine unschönen Farbänderungen hervorrufen. Auch mit diesen neuen Substanzen sollten breit gestreute Versuche angelegt werden. Für technische Durchführung der Versuche und Mitarbeit bei der Auswertung danke ich den LTA's Frau U. Witek und Frau E. Foltys.

Literatur

- BOEKER, P., 1968: Wirkung und Einsatzmöglichkeit wuchshemmender Mittel. Z. PflKrankh., PflPath., PflSchutz, So.Heft IV. 91–96.
- RICHTER, W., 1974: Anlage und Pflege von Rasen auf Böschungen nordwestdeutscher Gräben, Fluß- und Seedeiche mit besonderer Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeiten von Herbiziden und chemischen Wachstumshemmern. Abschlußbericht, zur Verfügung gestellt von BBA, Braunschweig.
- SKIRDE, W., 1964: Reaktion von Gräserarten und -sorten und von

- Klee auf hemmend wirkende Wachstumsregulatoren. Z. Acker- u. PflBau 119. 263–282.
- 4. SKIRDE, W., 1965: MH 30 — ein Rasenhemmstoff? Die neue Landschaft 10. Nr. 9.
- 5. ZIEGENBEIN, G., 1969: Untersuchungen zur Verhinderung einer Einwanderung von Fremdgräsern in Grassamenvermehrungen. Kali-Briefe, (Juni).
- 6. ZIEGENBEIN, G., 1971: Untersuchungen zur Wuchshemmung von Gräsern. Saft/Saatgutwirtschaft 23. 209–301.
- 7. ZIEGENBEIN, G., 1971: Derzeitiger Stand der Kenntnisse über Möglichkeiten der Wuchshemmung von Grasbeständen. Rasen-Turf-Gazon 2. 97–101.
- 8. ZIEGENBEIN, G., 1976: Neue Versuchsergebnisse zur Wuchshemmung im Rasen I. Das Verhalten von Zierrasengräsern gegenüber Wachstumsregulatoren. S. Teil I.

Verfasser: Professor Dr. GERTA ZIEGENBEIN, Hessische Lehr- und Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof, 643 Bad Hersfeld, Schloß Eichhof.

Bericht des belgischen Beratungsausschusses für Straßenbegrünung 1971–1974

J.-P. Duchatelet, Ternat

Zusammenfassung

Belgien hat ein Beratungsausschuß für Straßenbegrünung einen Bericht über seine Tätigkeit in den zurückliegenden Jahren vorgelegt. Der Bericht enthält Vorschläge zur Ergänzung und Änderung bisheriger Arbeitsanweisungen, u. a. mit folgenden Angaben: Bei Verwendung von Rasensoden sollen diese überwiegend aus *Agrostis* spp., *Poa pratensis*, *Festuca rubra* und *Festuca ovina* zusammengesetzt sein; sie sollen *Holcus lanatus* und andere minderwertige Gräser nicht enthalten; *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* sind nur bis zu 5% zulässig. Bei Rasenansaat soll schnell eine dichte Narbe zum Zwecke des Bodenschutzes erreicht werden, die später nur einen geringen Pflegeaufwand erfordert. Günstige Ansaatzeiten liegen im Zeitraum März/April und August/September, wobei Differenzierungen nach Bodenart notwendig sind. Bei Aufbringung von Boden soll der Gehalt an organischer Substanz höher als 1% sein. Soden von natürlichem Grasland ist auszuweichen. Es wird eine bearbeitbare Bodenschicht von 15 cm Stärke angestrebt. Bei Rasenansaat werden 3 bodengebundene Mischungen empfohlen, für leichte Sandböden vor allem mit *Festuca rubra* und *Festuca ovina*, für mittlere Böden vor allem *Festuca rubra* und *Poa pratensis* und für raschen Bodenschutz sowie für verunreinigten Boden Zuschläge an *Lolium perenne*. Weitere Angaben beziehen sich auf Pflegemaßnahmen und chemische Wuchshemmung.

Summary

In Belgium an advisory committee on roadside turf has submitted a report on its activities in recent years. The report contains proposals for supplementing and changing current methods and specifications, including those given below. Turf for laying should be composed mainly of *Agrostis* spp., *Poa pratensis*, *Festuca rubra* and *Festuca ovina*; it should not contain *Holcus lanatus* or other grasses of low value, or more than 5% of *Lolium perenne* or *Dactylis glomerata*. When established from seed, grass should give a quick cover to protect the soil and subsequently need little maintenance. The best periods for seeding are March – April and August – September, depending on the different soil types. If soil is brought in, the content of organic matter should be at least 1%. Soils from natural grassland should be avoided. The aim should be to produce a 15 cm layer of workable soil. Three seeds mixtures are recommended for soil binding: based on *Festuca rubra* and *Festuca ovina* for light sandy soils; based on *Festuca rubra* and *Poa pratensis* for medium soils; and with *Lolium perenne* added for quick soil protection as well as on contaminated soils. There are also recommendations on maintenance methods and the chemical inhibition of growth.

Résumé

En Belgique, un groupe de travail pour l'étude de l'enherbement des bords de routes, a déposé son rapport d'activité des années précédentes. Ce rapport contient des propositions concernant l'embellissement et des changements quant aux méthodes de travail, par exemple: lors de l'emploi des gazons déroulés, ceux-ci seront composés principalement de *Agrostis* spp., *Poa pratensis*, *Festuca rubra* et *Festuca ovina*; ils ne pourront contenir de *Holcus lanatus* ou autres sortes d'herbes de moindre valeur; *Lolium perenne* et *Dactylis glomerata* ne sont autorisées qu'à raison de 5%. A l'ensemencement on devra obtenir rapidement une grande densité afin d'obtenir une protection du sol, et qui ne demandera qu'un entretien minime par la suite. Les périodes idéales pour l'ensemencement se situent vers mars-avril et août-septembre où la différenciation du sol est nécessaire. Lors de l'apport de terre celle-ci contiendra un pourcentage de matières organiques supérieure à 1%. De la terre provenant de prairies n'est pas autorisée. Une profondeur de travail de 15 cm est nécessaire. Pour l'ensemencement 3 types de mélanges sont donnés: pour un terrain sablonneux léger, avant tout *Festuca rubra* et *Festuca ovina*, pour sol moyen, avant tout *Festuca rubra* et *Poa pratensis* et pour une couverture rapide, ainsi que sur sol envahi, le même mélange complété de *Lolium perenne*. D'autres propositions concernent l'entretien et les inhibiteurs de croissances.

Einführung

Am 7. Juli 1971 wurde in Gent der „Beratungsausschuß für die Problematik der Straßenbegrünung“ begründet. Die Mitglieder dieses Ausschusses gehören sehr verschiedenen Disziplinen an. Vertreten sind sowohl Behörden und wissenschaftliche Forschung sowie Bauunternehmer und Planungsämter, die an der Grüngestaltung mitarbeiten. Der Ausschuß beschäftigt sich mit den bei der Grüngestaltung aufgetretenen Fragen, um hierfür wissenschaftlich begründete Lösungen vorzuschlagen, die den betreffenden Organisationen als Richtschnur vorgelegt werden.

Dieser Bericht umfaßt die Ergebnisse der Tätigkeit des Beratungsausschusses in der Periode von 1971 bis 1974.

Als erstes wurden Vorschläge zur Ergänzung und Änderung der Abteilung „Ansaat und Rasenverlegung“ der Standardverdingungsunterlagen 108 von 1972 ausgearbeitet.

Der Beratungsausschuß hofft, daß seine Vorschläge nützlich für alle sein werden, die mit der Anlage von Grünflächen im Allgemeinen und der Abänderung und/oder Aufstellung von Verdingungsunterlagen im besonderen befaßt sind. Anregungen, Ergänzungen und Bemerkungen zu diesem Bericht sind deshalb dem Sekretariat willkommen (Laboratorium voor Herologie, Coupure links 533, 9000 Gent).

Ergebnisse und Empfehlungen

Teil 1: Vorschläge zur Ergänzung und Änderung der Standard-Verdingungsunterlagen 108 von 1972. Abteilung „Ansaat und Rasenverlegung“ (Kapitel G)

G.1.1. Verlegen von Rasensoden

1. Zusammensetzung der Grasnarbe

Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L.) und Knautgras (*Dactylis glomerata* L.) dürfen in Rasensoden nicht mit mehr als 5% Flächenanteil vorhanden sein.

Straußgras (*Agrostis* spp.) und Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) müssen zusammen mindestens 30% der Narbe ausmachen. Auch Rotschwingel (*Festuca rubra* L.) und/oder Schafschwingel (*Festuca ovina* L.) müssen vorkommen. Auf keinen Fall dürfen Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus* L.) und andere minderwertige breitblättrige Grasarten enthalten sein.

2. Das Verlegen von Rasensoden soll angesichts der heutigen Möglichkeiten auf Bodenstabilisierung bzw. Bodenschutz beschränkt bleiben. Nachteile bestehen darin, daß die botanische Zusammensetzung nur von Fachkräften bestimmt werden kann.

3. Die Mindestdicke der Rasensoden soll auf 2 cm herabgesetzt und der Antransport in Rollen zugelassen werden.

G.1.2. Ansaaten

Rasen für Straßenrandzonen und Böschungen soll

- a) eine gut geschlossene, solide Narbe aufweisen, so daß der Zusammenhalt ausreichend ist und Erosion vermieden wird,
- b) nach der Saat den Boden schnell bedecken,
- c) später nur ein Mindestmaß an Erhaltungsarbeit verlangen. Im Hinblick auf Rasendichte muß man narbenbildende Arten und Sorten wählen und den Boden genügend festdrücken. Zur Förderung der Ansaatentwicklung ist eine (mineralische) Grunddüngung bei der Ansaat erforderlich und zur Erlangung eines pflegearmen Bestandes ist ein armer Boden mit wenig organischer Substanz vorzuziehen; ferner darf die Ansaatmischung keinen Klee enthalten, sondern nur niedrig wachsende Gräser.

G.1.2.1. Grassaatgut

1. Das Saatgut soll entweder zur Saatzeit beschafft oder in einem guten Lager aufbewahrt werden.
2. Das Saatgut soll vom NDALTP (Nationaler Zulassungsdienst des Ministeriums für Landbau, Brüssel) anerkannt und versiegelt worden sein; es braucht nicht unter der Aufsicht des NDALTP gemischt zu werden.
3. Die Mindestsaatgutmenge beträgt 120 kg je ha.
4. Es dürfen nur Sorten gesät werden, die im Nationalen Sortenkatalog und dem Sortenverzeichnis für Landwirtschaftliche Kulturpflanzen eingetragen sind.
5. Das getrennte Mischen feinerer und leichterer Saatgutarten ist überflüssig.

G.1.2.2. Saatzeit

1. Auf Sandböden und auf leichtem sandigem Lehm soll die Aussaat nur bei ausreichender Feuchtigkeit des Bodens und nur zwischen dem 15. März und 15. Mai oder im August-September stattfinden.
2. Auf Sandlehm-, Lehm- und Tonböden soll nur zwischen Mitte März und Ende Mai oder im August-September gesät werden. Die günstigsten Saatzeiten liegen meistens um den 1. April bzw. 1. September.
3. Als Ausnahme gelten Südhänge aller Bodenarten, wo die Aussaat nur im März oder im September erfolgen soll.

G.1.2.3. Vorbereitung des Saatbettes

1. Für die Ansaaten soll der Boden eine bearbeitbare Schicht von mindestens 15 cm Stärke mit wenigstens 1 % C, bestimmt nach dem Verfahren WALKLEY & BLACK ($\% \text{ organische Substanz} = \% \text{ C} \times 4/3 \times 2$), aufweisen.
2. Die Düngung braucht nicht organischer Art zu sein. Vor oder bei der Saat sollen 40 kg Stickstoff (N), 60 kg Phosphor (P_2O_5) und 60 kg Kali (K_2O) je ha als mineralische Düngung auf Kosten des Bauunternehmers gegeben werden.
3. Vor der Saat soll der Boden genügend abgesetzt sein bzw. fest liegen, d. h. beim Betreten keine Fußindrücke tiefer als 0,5 cm zulassen. Zuvor soll er aber 15 cm tief bearbeitet worden sein. Anschließend ist sowohl auf Böschungen wie an Straßenrändern ein Festdrücken erforderlich.

G.1.2.4. Spezielle Saatechniken

1. Eine hydraulische Ansaat ist zulässig, wenn sie mit einem geeigneten Mulch oder mit chemischen Stabilisatoren sowie mit einer Düngung kombiniert wird.

G.1.2.5. Fertigstellungspflege von Ansaatflächen

G.1.2.5.1. Mähen des Grases

1. Ehe gegebenenfalls eine vorläufige Abnahme des Begrünungsrasens durchgeführt wird, sollen mindestens 2 Schnitte und die weiteren nötigen Pflegemaßnahmen erfolgt sein.
Wenn der Bauunternehmer nach dem zweiten Schnitt keine vorläufige Abnahme wünscht, ist er verpflichtet, das Gras sechsmal jährlich zu mähen.
2. Der erste Schnitt soll erfolgen, wenn das Gras bis 12 cm lang ist, bei 3 bis 4 cm Schnitthöhe. Das Schnittgut kann auf der Fläche verbleiben, wenn nur Blattspitzen von 3 bis 4 cm Länge abgemäht werden. Beim ersten Schnitt ist darauf zu achten, daß das junge Gras nicht abgerissen wird.

G.1.2.5.2. Nachdüngung

Nach Aufgang, und zwar vor dem zweiten Schnitt, soll mit Stickstoff gedüngt werden, so daß bei der vorläufigen Ab-

nahme oder beim 4. Schnitt die Farbe des Bestandes einheitlich grün ist. Die zusätzliche Stickstoffdüngung erfolgt auf den Rasenflächenteilen, wo sie nötig ist, nach Maßgabe mit 40 kg N je ha.

Kommentar zu G.1.2. „ANSAATEN“

G.1.2.1. Grassaatgut

Je nach Bodenart wird eine der folgenden Mischungen verwendet:

- a) für Sandböden und leichten sandigen Lehm:

Agrostis tenuis	10 %
Festuca rubra commutata	20 %
Festuca rubra rubra	30 %
Festuca ovina tenuifolia	
oder	40 %
Festuca ovina duriuscula	

Diese Mischung aus 4 Komponenten sichert auf Sandböden auch Graswuchs an den häufig sehr armen Stellen

- b) für arme Sandlehm-, Lehm- oder Tonböden (nicht von Grünland oder wilden Grasrändern stammend):

Agrostis tenuis	5 %
Festuca rubra rubra	35 %
Poa pratensis	60 %

- c) Wo gegen Erosionsgefahr eine rasche Bodendeckung gewünscht wird oder wo viel organische Substanz vorhanden ist (besonders bei Böden von alten Straßenrändern und von Grünland herrührend), empfiehlt sich folgende Mischung:

Lolium perenne	5 %
Agrostis tenuis	5 %
Festuca rubra rubra	30 %
Poa pratensis	60 %

Teil 3: Unterhaltung von Rasenansaaten und Rasenandekungen an gewöhnlichen Straßen.

Vorbemerkung

Schon bei der Anlage muß dafür gesorgt werden, daß später ein zweckmäßige Unterhaltung möglich ist.

Beispiele sind die Aufbringung einer geeigneten Deckschicht und die Verwendung geeigneter Pflanzenarten an geeigneter Stelle zur Begrünung, u. a. im Hinblick auf die mechanischen und/oder chemischen Pflegearbeiten.

Es folgen Empfehlungen für die Unterhaltung von Ansaaten und Rasensodenandekungen vom Zeitpunkt der Abnahme der Anlagen an.

A. Unterhaltung von Rasenansaaten

Im Hinblick auf die Unterhaltung der Ansaaten werden 4 Typen von Grasbeständen unterschieden:

- (A) Ortschaftsgebundene Grünflächen: Horizontalflächen
- (B) Ortschaftsgebundene Grünflächen: Neigungsflächen
- (C) Landschaftsgebundene Grünflächen: Straßenränder
- (D) Landschaftsgebundene Grünflächen: Böschungen

1. Kurhalten der Ansaaten

1.1. Mähen

(A) Ein erster Schnitt soll auf jeden Fall bei einer maximalen Grashöhe von 15 cm erfolgen, und zwar spätestens gegen Mitte Mai. Schnittgut und Abfall sind zu entfernen. Danach können 5 oder 6 Schnitte folgen, bei denen das Schnittgut nur entfernt wird, wenn es sichtbar angehäuft liegt. Statt dessen kann auch 12 bis 15 mal kurz gemäht werden, doch das ist kostenaufwendig. Abtransport von Schnittgut und Abfall kann zusammen mit der Einebnung von Maulwurfshügeln als besonderer Posten im BLK = Besonderen Leistungsverzeichnis aufgeführt werden.

Erfolgt die Ansaat auf einer armen Deckschicht (Boden) und oder wurden kurzbleibende Gräser gesät, so genügen weniger Schnitte. An Hindernissen und an schwer erreichbaren Stellen kann man mit kleinen Geräten, mit der Hand oder mit chemischen Mitteln arbeiten.

(B) Wenn Abhänge (Neigungen) in Ortschaften deutlich sichtbar sind und sie ein Ganzes mit den Straßenrändern bilden so sind sie in der Weise, wie unter 1.1. (A) beschrieben, zu unterhalten.

(C) Aus verkehrstechnischen Gründen sollen Straßenränder wie unter 1.1. (A) beschrieben, gepflegt werden, jedoch mit dem Unterschied, daß die maximale Grashöhe beim ersten Schnitt hier 20 cm betragen darf und die Mähfrequenz, sofern keine Vorschrift es anders regelt, geringer sein kann. Ist der Straßenrand breiter als 3 m, so empfiehlt es sich, nur de

streifen, in dem sich die Straßenausstattung (Verkehrszeichen, Leitplanken, Leuchtstäbe) befindet, bei einer maximalen Höhe von 20 cm zu mähen. Den übrigen Teil kann man wachsen lassen, wenn der Boden arm ist und kurzbleibende Gräser gesät wurden. Jedoch ist mindestens ein Schnitt jährlich sowie das Entfernen von Abfall Bedingung.

Wegen der großen Anzahl an Hindernissen, die auf dem Straßenrand vorkommen können, ist hier die Anwendung chemischer Mittel zulässig.

D) Besonders auf schwer befahrbaren Böschungen soll die Schnitzzahl aus Kostengründen möglichst beschränkt werden. Chemische Hemmung des Graswachstums kann hier einen Sinn haben (s. 1.2.). Besonders Abschüssigkeit kann den Maschineneinsatz einschränken (s. 1.1.1.).

1.1.1. Maschineneinsatz

Schlegelmäher sind wegen der Mähqualität weniger geeignet und Kreiselmäher erscheinen an Straßenrändern gefährlich, weil sie Gegenstände fortschleudern können.

Auf Böschungen, die steiler als 1:2 sind, darf man keine schweren Maschinen einsetzen, außer wenn mit hydraulischem oder teleskopischem Arm gemäht wird; kleinere Maschinen kann man anwenden, wenn sie der Böschung und deren Pflanzendecke nicht schaden. Bei seinem Angebot soll der Bauunternehmer stets den Maschinentyp beschreiben, den er bei den Unterhaltsarbeiten zu verwenden gedenkt.

1. Weitere Pflegemaßnahmen

1.1. Auskehren

Der belgische Beratungsausschuß ist der Ansicht, daß die unter (A) und in manchen Fällen auch die unter (B) erwähnten Grasflächen jährlich ausgekehrt werden sollen. Diese Auskehrung kann zur Zeit des ersten oder letzten Schnittes erfolgen, und zwar besonders dort, wo gemulcht und/oder kurzes Gras gemäht wird.

1.2. Walzen

Ein Walzen ist bei normaler Pflege von Straßenrändern überflüssig.

1. Unterhaltungsdüngung

Die Unterhaltungsdüngung beschränkt man vorzugsweise auf das zur Erzielung einer geschlossenen Grasnarbe nötige Mindestmaß. Sie hängt vom Typ der Grünfläche ab. Für nicht wirtschaftsgebundene Grünflächen empfiehlt sich Bodenverfruchtung des Streifens längs der befestigten Straßenteile sehr. Wo nötig, kann man Ort, Gabe und Zusammensetzung der Düngung im besonderen Leistungsverzeichnis (BLK) vorschreiben. Sie hat nach der Periode des stärksten Graswachstums zu erfolgen und soll mit den sonstigen Pflegemaßnahmen abgestimmt sein.

ANHANG

Chemische Graswuchshemmung an Straßen

Vorbemerkung:

Durch chemische Hemmung kann man die Höhe der Gräser an Straßen derart einschränken, daß sie für den Verkehr nicht hinderlich sind. An Wasserstraßen schaltet man außerdem die Brandgefahr einer hohen abgestorbenen Vegetation aus. Durch Anwendung chemischer Hemmstoffe läßt sich ferner die Arbeitsteilung des Pflegepersonals verbessern. Doch kann Wuchshemmung das Mähen nicht vollständig ersetzen. Auf jeden Fall muß alljährlich zu Ende der Wachstumsperiode ein Mähgang stattfinden und mit der Entfernung des Schnittgutes von Straßenrändern verbunden sein. Jedoch muß schon bei der Ansaat die spätere Verwendung von Hemmstoffen berücksichtigt werden, indem man in die Saatgutmischung Arten aufnimmt, deren Wachstum sich gut hemmen läßt.

A. Hemmung an Land- und Wasserstraßen

Hemmstoffe sind vor allem für gewöhnliche Landstraßen und für Wasserstraßen erforderlich.

1. Grasbestand

1.1. Vor der Anwendung enthält der Pflanzenbestand meistens allerlei Gräser und dikotyle Pflanzen.

Kommen viele dikotyle Pflanzen vor, die schädlich und/oder für den Verkehr hinderlich sind, so bekämpft man sie im ersten Jahr mit Herbiziden; im zweiten Jahr kann dann mit der Wuchshemmung begonnen werden. Enthält der Grasbestand genügend *Festuca rubra* und gegebenenfalls noch *Ty-*

pen von *Festuca ovina*, so führt die Hemmung schließlich zur Dominanz dieser Arten. Kommen diese Arten aber wenig oder nicht vor, so besteht besonders auf schwereren Böden die Gefahr, daß entstehende Lücken durch breitblättrige hochwachsende Quecke (*Elytrigia repens*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) oder auch Timothee (*Phleum pratense*) eingenommen werden.

1.2. Bei der Ansaat sollen genügend feinblättrige *Festuca*-Arten in die Saatgutmischung aufgenommen werden sowie andere langsam wachsende Gräser wie *Agrostis* spp. und/oder *Poa pratensis*.

1.3. Mitunter wird einer Saatgutmischung von langsam wachsenden Gräsern ein geringer Prozentsatz an *Lolium multiflorum* oder *Lolium perenne* zugesetzt, um eine schnellere Bedeckung zu sichern. Vom zweiten Jahr an kann man diese *Lolium* spp. durch frühe Anwendung von Hemmstoffen in starkem Maße unterdrücken und allmählich ausschalten.

2. Hemmstoffe

An Hemmstoffen kommen zur Zeit in Betracht:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. MH (Maleinhydrazid) | 4 —5 kg/ha |
| 2. MH + Chlorflurenol-Methylester: | 3 —3,5 kg/ha |
| | + 1,4—1,5 kg/ha. |

MH hemmt die Blüte sowie das Wachstum ausreichend und schadet den Kräutern nicht sehr. Zusatz von Chlorflurenol führt zu starker Verunstaltung oder gar zur Vernichtung der Kräuter. Bei späten Spritzungen kann man dem MH Chlorflurenol zusetzen, um ausreichend eine Wachstumshemmung zu erzielen.

Bemerkung:

Zwischen MH und den herbiziden Wuchsstoffen besteht einerseits ein physiologischer Antagonismus, während andererseits die optimalen Anwendungszeiten vielfach stark verschieden sind, so daß diese Stoffe gesondert angewendet werden müssen. Außerdem soll man hinderliche und/oder schädliche dikotyle Pflanzen nur stellenweise bekämpfen.

3. Zeitpunkt

MH beeinflusst vegetatives Wachstum und generative Entwicklung in verschiedener Weise. Die Periode zur Hemmung der Blüte ist ziemlich kurz, was in der Praxis zu Schwierigkeiten führen kann. Frühblühende Arten wie die borstblättrigen *Festuca*-Arten soll man früh behandeln, etwa zwischen dem 20. März und Anfang April. Für Anwendungen nach dem 15. April muß einerseits die Dosis etwas größer sein, andererseits kann man dann die Mischung MH + Chlorflurenol anwenden, jedoch nur auf das neu austreibende Gras nach zuvor erfolgtem Mähen. Behandelt man Arten ohne Vernalisationsbedürfnis wie *Phleum pratense*, so wird nur das vegetative Wachstum gehemmt, so daß diese Arten schließlich doch schossen und blühen.

4. Frequenz

Alljährliche Anwendung von Wuchshemmstoffen wird nicht immer möglich sein, weil die Arbeit, anders als beim Mähen, in einer kurzen Zeitspanne der Wachstumsperiode anfällt; sie ist auch nicht erwünscht, weil sich erwünschte Kräuter nicht gut entwickeln können. Vorgeschlagen wird deshalb, alle 3 oder gegebenenfalls 2 Jahre Hemmstoffe anzuwenden und in den anderen Jahren nur zu mähen.

5. Spritztechnik

Die Behandlungen müssen sehr gleichmäßig und ohne Überschneidungen erfolgen, ferner mit Niederdruck, großen Tropfen und Schlitzdüsen; die Fahrgeschwindigkeit soll angepaßt sein, um Abdrift zu vermeiden. Auf Böschungen ist mit entsprechender Apparatur zu arbeiten. Zusatz von 0,5 bis 1,5 % eines Netzmittels und/oder Klebers verbessert die Aufnahme und empfiehlt sich besonders bei drohendem Regen. Doch selbst dann setzt genügende Wirksamkeit noch mehrere Stunden nach der Anwendung Trockenheit voraus.

B. Wachstumshemmung an Autobahnen

Obwohl die erwähnten Vorschläge grundsätzlich auch für Autobahnen gelten, steht der belgische Beratungsausschuß auf dem Standpunkt, daß wegen der großen Flächen hier das mechanische Kurzhalten des Bewuchses vorläufig noch billiger ist, es sei denn, es handelt sich um steile Böschungen oder schmale Streifen mit viel Straßenausstattung.

Aus der internationalen Literatur

Sports Turf Bulletin Nr. 111, Oktober, November, Dezember 1975

Das vom Sports Turf Research Institute Bingley, West Yorkshire, herausgegebene Sports Turf Bulletin enthält im Heft 111, das im Dezember in einem Umfang von 12 Seiten DIN A 5 erschienen ist, in gewohnter Weise Mitteilungen über Leitung, Mitarbeiter und Aktivitäten des Instituts in Bingley sowie Beratungshinweise zur Pflege von Tennisrasen und Stellungnahme zu speziellen Fachfragen. In Heft 111 wird ausführlich über das vom Rasenforschungsinstitut Bingley eingeführte Verfahren der Schlitzdränung berichtet. Dabei werden insbesondere die Funktion der Schlitzdränung, der Zusammenhang zum Dränsystem, die Dimension der Schlitze, das Füllmaterial der Schlitze sowie Ausführungs- und Einflüsse auf Beispielverhältnisse entsprechend beobachteter Sportflächen besprochen. W. Skirde, Gießen

Frühgeschichte der Rasenforschung in Rhode Island

(Early history of Turfgrass Research in Rhode Island) C. R. SKOGLEY; Turfgrass Research Review (University of Rhode Island, Kingston) 1. 1. 1975

Bereits 1892 enthielt der jährliche Report der Staatlichen Landwirtschaftlichen Versuchsstation von Rhode Island den ersten Bericht über Rasenforschung. Es handelte sich um einen Versuch mit *Agrostis canina* und *Poa pratensis*, bei denen insbesondere das Verhalten der Unkrauteinwanderung beschrieben wurde. Die folgenden Versuche beschäftigten sich vor allem mit Düngungsfragen.

In der Zwischenzeit hat sich in Rhode Island ein großes Rasenforschungsinstitut mit über 20 Mitarbeitern entwickelt, das ausreichend mit Arbeits- und Laborräumen ausgestattet ist und neben Gewächshäusern und Klimakammern 5 ha Versuchsfläche umfaßt.

Weitere Versuche werden auf Golfplätzen, Fertigrasenfarmen und anderen praktischen Rasenflächen durchgeführt. Die Aktivitäten auf dem Forschungssektor und der vorhandene Ergebnisfluß gaben Anlaß zur Herausgabe des „Rhode Island Turfgrass Research Review“. Damit soll über Forschungsprogramm, Forschungsfortschritte und Forschungsergebnisse informiert werden. W. Skirde, Gießen

Poa pratensis – Sortenversuche (Kentucky Bluegrass Variety Performance Trials) C. R. SKOGLEY; – Turfgrass Research Review 1. 2–3, 1975.

Poa pratensis ist im Nordwesten der USA ein bedeutendes Gras. Es war in Nordamerika nicht natürlich verbreitet, sondern wurde aus Europa eingeführt. Es breitete sich von Osten rasch westwärts aus, vor allem auf nicht zu sauren, tiefgründigen und fruchtbaren Böden. Heute gibt es umfangreiche Zuchtprogramme, die in großen Versuchsreihen auf Raseneignung geprüft werden.

Es wird über Sortenversuche mit Sorten und Stämmen von *Poa pratensis* und deren Ergebnisse berichtet. Der Beurteilung liegen Bewertungen des Gesamteindrucks bei verschiedenen Schnitthöhen sowie der Resistenz gegenüber Blattfleckenkrankheit und Rost zugrunde. W. Skirde, Gießen

Rasensmischungen unter Strapazierbehandlung (Turfgrass mixtures under wear treatments) J. P. SHILDRICK; J. Sports Turf Res. Inst. 51. 9–40, 1975

Die wichtigsten Rasengräser in England sind einerseits *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* für „feine“ Rasen und *Lolium perenne* für starke Belastung. Es wird über 2 umfangreiche Versuche aus dem Anlagejahr 1971 berichtet, die die Beurteilung von Gräsern „mittlerer“ Belastbarkeit zum Ziele hatten. Einbezogen waren die Arten *Poa pratensis*, *Poa*

annua, *Poa trivialis*, *Phleum pratense*, *Phleum nodosum* und *Cynosurus cristatus* im Vergleich zu *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* (ssp. *rubra litoralis* und *commutata*) sowie *Lolium perenne*.

Unter den geprüften Arten ergab sich nachstehende Rangfolge: *Poa annua* und *Phleum pratense* erwiesen sich als am belastbarsten in Rahmen der mittleren Belastbarkeitsgruppe, es folgten Sorten von *Poa pratensis*, während *Poa trivialis* und *Cynosurus cristatus* am wenigsten belastbar waren.

Im ganzen geht aus den Versuchen hervor, daß *Poa annua*, teilweise aber auch *Agrostis* und *Festuca*, trotz Belastung verdrängend gegenüber den „mittleren“ Belastbarkeitsgräsern wirken können. Daraus ergibt sich die Frage nach der Verwendbarkeit von *Poa annua*, die ab schließend diskutiert wird. W. Skirde, Gießen

Neue Fungizide zur Bekämpfung von *Fusarium nivale* (New fungicides for the control of *Fusarium nivale*) C. J. GOULD, R. L. GOSS, W. E. VASSEY; J. Sports Turf Res. Inst. 51. 67–73, 1975.

Fusarium nivale ist nach wie vor die wichtigste Krankheit im Nordwest Pazifischem Raum, so daß Fungizidversuche stets von großer Bedeutung sind.

Es wurden 29 Behandlungen zur Bekämpfung von *Fusarium nivale* in West Washington durchgeführt. Dabei gaben die beiden neuen Fungizide Hydantoin und Butanon hervorsteckende Ergebnisse. Demgegenüber waren Mittel der Gruppe der Benzimidazole nicht so wirkungsvoll wie in den vorausgegangenen Jahren. Eine hervorragende Rasenqualität wurde aber mit einer Mischung aus Methylthiophanat und Manozel erreicht. W. Skirde, Gießen

Einflüsse von N, P, K und S auf *Poa annua* L. in *Agrostis Puttinggreens* (The effects of N, P, K and S on *Poa annua* L. in Bentgrass Putting green turf) R. L. GOSS, S. E. BRAUEN, S. P. ORTON; J. Sports Turf Res. Institute 51. 74–82, 1975.

Es sind schon viele Versuche mit Chemikalien im Vor- und Nachaufbauverfahren durchgeführt worden, um das weithin als Unkrautgras geltende *Poa annua* zu bekämpfen. Dagegen existieren erst wenig Ergebnisse über das Verhalten von *Poa annua* bei verschiedener Düngung. Untersuchungen hierfür wurden in Puyallup, Washington, aufgenommen, um den Einfluß von Schwefel bei verschiedenen Kombinationen von N, P und K zu ermitteln.

Die höchste Schwefelmenge (168 kg/ha/Jahr) reduzierte *Poa annua* bei allen Stickstoffstufen, geringe S-Mengen erhöhten aber den *Poa annua*-Anteil gegenüber unbehandelt. Phosphorsäure führte zu steigenden *Poa annua*-Anteilen, die durch N noch vergrößert wurden. Auch hohe S-Mengen hatten zusammen mit Phosphorsäure eine größere Zunahme an *Poa annua* zur Folge. Dies war in ähnlicher Weise auch bei geringen S-Mengen und steigenden Stickstoffgaben der Fall. Hohe S-Mengen reduzierten *Poa annua* hingegen drastisch im Zusammenwirken sowohl mit niedrigen (293 kg/ha) als auch mit hohen (976 kg/ha) N-Gaben. W. Skirde, Gießen

Strapazierfähigkeit von Rasen: Eine Literaturübersicht (Turf wear: A Literature Review) P. M. CANAWAY; J. Sports Turf Res. Institute 51. 92–103, 1975.

Es wird eine Literaturübersicht über Ursachen und Wirkungen der Strapazierfähigkeit von Rasen im Zusammenwirken von Rasendecke und Boden gegeben. Besonders hervorgehoben werden physiologische Grundlagen und physikalische Bedingungen sowie Methoden zur prüfungsmethodischen Simulation der mechanischen Rasenbelastung. W. Skirde, Gießen

Berichte ————— Mitteilungen ————— Informationen

IX. Internationales Rasenkolloquium

Das diesjährige IX. Internationale Rasenkolloquium wird bereits angekündigt in der Zeit vom 9. bis zum 11. September in der Eidgenössischen Schweizerischen Sportschule in Magglingen durchgeführt.

Für die Referatentagung sind folgende Themen vorgesehen:
U. BAUMGARTNER, Magglingen:

Entstehung und Aufgaben der Eidgen. Turn- und Sportschule Magglingen

E. SCHWEIZER, Thun:

Rasen und Rasenprobleme in der Schweiz

E. HABEGGER, Bern:

Bau von Intergreen-Sportplätzen

H. KOCHER, Magglingen:

Neuere Erfahrungen mit „Kunst“-Rasenflächen

S. DAHLSSON, Landskrona:

10 Jahre Beheizung von Rasensportflächen in Schweden

E. HEUERDING, Bern:

12-jährige Erfahrungen mit Dachrasen in Bern

H. GILGEN, Oberwil:

Erfahrungen mit Rasen bei extrem dünnen Aufbaustärken

H. LIESECKE, Hannover und W. SKIRDE, Gießen:

Stand und Entwicklungsrichtung der Herstellung von Dachrasen in der BRD

L. KÖCK, Rinn:

Wirkung von Rasenfungiziden in einem krankheitsgefährdeten Gebiet

H. VOS, Wageningen:

Reaktion von Gräsern auf Schatteneinwirkung

W. MINDERHOUD, Wageningen:

Triebformen einiger Rasengräser und ihre Beeinflussung durch Pflege und Benutzung.

Im Rahmen einer ganztägigen Exkursion werden Golfanlagen, Rasensportplätze, Dachrasenflächen der Region Bern, unterirdische Begrünungen an Mittelstreifen und Böschungen an der Autobahn Bern-Thun sowie Klärschlammdeponierungen an Autobahnrandzonen besichtigt.

Bisherhin ist der Besuch des Alpengartens „Schynige Platte“ sowie die Besichtigung alpiner Rasenflächen in 2100 m Höhe vorgesehen.

Das diesjährige Internationale Rasenkolloquium endet mit einem Besuch der Rasenforschungs- und Beratungsstelle Thun mit Besichtigung der dortigen Versuchsanlagen.

Der Arbeitskreis „Vegetationstechnik für Sport- und Freizeitbauten“ wurde im Dezember letzten Jahres gegründet. Der Arbeitskreis „Vegetationstechnik für Sport- und Freizeitbauten“ traf sich am 1. und 27. März 1976 zu seiner ersten Arbeitszusammenkunft.

Entsprechend der praktisch-informatorischen Zielsetzung dieses Arbeitskreises wurden in einem umfangreichen Besichtigungsprogramm 8 Rasensportplätze verschiedener Bauweise untersucht, um die jeweilige Problematik eingehend zu diskutieren. Bei den besichtigten Objekten handelt es sich sowohl um ältere als auch um Neuanlagen in normgerechter Bauweise bzw. um besondere Aufbausysteme wie Cellsystem, 48 und System Stärk.

Die nächste Veranstaltung des Arbeitskreises wird am 18. und 19. 6. 1976 in Gießen stattfinden. Nach einer Fachdiskussion zum Thema „Entwässerung von Sportplätzen“ werden wiederum Objektbesichtigungen durchgeführt.

Information über Rasensportplatzbau und Rasensportplatzforschung in den Niederlanden

Die Arbeitsgruppe des Arbeitskreises „Vegetationstechnik für Sport- und Freizeitbauten“ besuchte am 8. und 9. April 1976 die Niederlande, um Versuchseinrichtungen und Sportanlagen der Niederländischen Sportföderation im Nationalen Sportzentrum Papendal bei Arnhem und Rasensportflächen im Raum Wageningen – Utrecht zu besichtigen. Im Mittelpunkt des Interesses standen Fragen des Bodenaufbaus und der Pflege sowie bodenphysikalische Untersuchungsmethoden.

Die Gesprächspartner waren insbesondere Ir. J. P. van der HORST und Ir. H. KAMP von der Abteilung Sportstättenberatung der niederländischen Sportföderation. Ir. A. L. M. van WIJK vom Institut für Kulturtechnik und Wasserhaushalt, Wageningen, Ir. J. G. C. van DAM vom Institut für Standortkartierung, Wageningen, Dr. J. W. MINDERHOUD von der Landwirtschaftlichen Hochschule, Wageningen, sowie Ir. H. VOS vom Institut für Sortenprüfung in Wageningen.

Fortsetzung nächste Seite

RASEN GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

Die nächste Ausgabe erscheint als September-Heft 1976, Anzeigenschluß für dieses Heft ist am 25. 8. 1976.

Hortus Verlag
5300 Bonn - Bad Godesberg

Die Rasenspezialisten für Garten, Park und Landschaft Wasser- und Kulturbau

Düsing-Rasen

4650 Gelsenkirchen-Horst
Postfach 6 Essener Str. 39
Telefon 0209/50045
Telex 824618



Ein saftig grüner, trittfester Rasenteppich

durch

MANNADUR

Rasen-Volldünger mit Langzeitwirkung und Unkraut-Stopp!

MANNA-Düngerwerk 7403 Pfäffingen

Der wichtigste Punkt der Rasendüngung:



Machen Sie einen 100 g-Versuch, die Düngemenge erhalten Sie gratis.

Der jahrelange Einsatz im öffentlichen Grün, die laufenden Versuche und Prüfungen bestätigen: Mischung 11 hat es in sich. Leicht zu streuen, ist Mischung 11 mit Langzeitwirkung noch wirtschaftlicher. Es geht kein Depot-Stickstoff verloren.

Der Rasen wird dicht und strapazierfähig, ohne Unkräuter und Bodenschädlinge bei lichtgrüner Farbe.



Carl Friedrich Meier

33 Braunschweig, Bankpl. 2, Tel. 05 31/4 46 61

Fachnormenseminar BDLA – BISp in Bremerhaven

Das 4. Seminar über Fachnormen des Sportplatzbaues wurde am 29. und 30. April 1976 in Bremerhaven durchgeführt. Veranstalter waren erneut der Bund Deutscher Landschaftsarchitekten und das Bundesinstitut für Sportwissenschaft. An dem Seminar nahmen über 120 Vertreter von Ausführungsbetrieben und Verwaltungen teil.

Sowohl die Teilnehmerzahl als auch der Verlauf der umfangreichen und fachspezifischen Diskussion lassen ein zunehmendes Interesse an Information und Unterweisung in Fragen der Herstellung und der Erhaltung von Sportflächen erkennen, in deren Rahmen die Problematik der Rasensportplätze den dominierenden Mittelpunkt bildet.

Besuch einer niederländischen Arbeitsgruppe in Gießen

Am 5. und 6. Mai befand sich eine niederländische Arbeitsgruppe unter Leitung von Ir. J. P. van der HORST in Gießen,

um sich über Fragen der Verwertung von organischen Abfällen im Sportplatzbau zu informieren. Derartige Versuche werden seit einigen Jahren vom Fachgebiet Rasenforschung der Giessener Universität durchgeführt.

Zu der Besichtigungsgruppe gehörten Vertreter der Abteilung Sportstättenberatung der Niederländischen Sportföderation des Niederländischen Fußballbundes und von Abfallaufbereitungsbetrieben.

Beilagenhinweis: einer Teilaufgabe dieses Heftes liegt die RASEN-PRAXIS bei. Wir bitten um Beachtung.



Rasen-Floranie

Rasendecke jetzt dauerhaft Spitzen-Qualität

BASF

© — Registriertes Warenzeichen

LB 0376

