

# RASEN

**TURF | GAZON**

GRÜNFLÄCHEN  
BEGRÜNNUNGEN

**1**  
**89**

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

## 6 TOP-RASENGRÄSERZÜCHTUNGEN

aus unserem Programm:

Wiesenrispe  
Rotschwinge (horstb.)  
Rotschwinge (m. kurz. Ausl.)  
Rotschwinge (ausl.)  
Deutsches Weidelgras

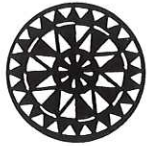
**AMPELLIA  
CENTER  
RECENT  
CERES/CINDY  
HUNTER/SURPRISE**

— gesch. Sorte —

dichtnarbig, strapazierfähig, mittel-dunkelgrün, widerstandsfähig gegen Trockenheit und Krankheiten.

**HEINE & GARVENS OHG - 3000 HANNOVER 81**

Postfach 890209 · Telefon 05 11/86 1066 Telex 922637 cwghn-d



## FECO - BEREGNUNGSANLAGEN FÜR

- Sportplätze
- Grünanlagen
- Golfplätze
- Tennisplätze
- Park- und Gartenanlagen
- Baumschulen
- Landwirtschaft

- z. B. mit selbstf. Regnern  
oder
- z. B. mit RAIN BIRD-Versenk-  
beregung  
oder
- z. B. mit Tropfbewässerung



RAIN BIRD-Versenkregner

Außerdem liefern wir Pumpen, PVC-Rohre, feuerverzinkte SK-Rohre, Schläuche u.a. Zubehör für Ihre Beregnung und wir planen für Sie. Fordern Sie Informationen, Angebote und unsere Referenzliste an!



**FECO GMBH Beregnungstechnik**

2121 Deutsch Evern Gewerbegebiet  
Tel. (0 4131) 792 01 Telefax 792 05

# "Millionen von gesunden, kräftigen Rasengräsern können sich nicht irren"...



# Vegadur

Einbaufertige Rasentragschicht

## ...hat alles, was der Rasen braucht.

Entscheidend für Wachstum, Funktion und Strapazierfähigkeit von Naturrasen ist die richtige Tragschicht mit den richtigen bodenphysikalischen und -biologischen Eigenschaften. Vegadur wird nach DIN 18 035, Teil 4, in gleichbleibender Qualität produziert und einbaufertig zur Baustelle geliefert. Alles Weitere erfahren Sie durch unsere Fachberater.



**Balsam AG**

Bisamweg 3, 4803 Steinhagen  
Telefon (0 52 04) 103-0  
Telefax (0 52 04) 103-100

# Profi-Kompaktschlepper unübertroffen wirtschaftlich im Ganzjahreseinsatz

# Hako

Spitzentechnik für die  
Betriebsreinigung und  
Grundstückspflege



*Karte abtrennen  
und einsenden!*

Hakotrac 1600 D / 1900 D / 1900 DA / 2700 D / 2700 DA

# Kennen Sie die leistungsstarken Kompaktschlepper?



**Wirtschaftlich, leistungsstark** bei der Pflege großer Grundstücke und Anlagen. Z. B. mit Frontrotationsmäher Schnittbreite 150 cm. Sonderzubehör: Grassauger zum Mähen und Aufnehmen in einem Arbeitsgang.



**Robust, vielseitig.** Z. B. als Schwemmsauger zur Hochdruckschwemmreinigung von kunststoffgebundenen Außensportanlagen. Großes Tankvolumen. Wasser-Recycling-System. Arbeitsbreite 1200 mm.



**Komplettes Anbaugeräteprogramm** für den gewerblichen Ganzjahreseinsatz. Zur Rasen- und Sportplatzpflege, Wegereinigung, Winterdienst und, und, und... Hier mit Zwischenachsrotationsmäher. Schnittbreite 130 cm.



**9-Gang-Gruppenschaltgetriebe.** Allrad-Versionen mit 12-Gang-Gruppenschaltgetriebe. Dazu das Powershift-Getriebe (1900/2700). Resultat: enorme Kraftreserven und Geschwindigkeitsanpassung ohne zu kuppeln.



**Kräftiger Allradantrieb.** Für Höchstleistungen im schweren Winter Einsatz, z. B. beim Schneefräsen und bei Transportaufgaben (1900/2700 DA).



**Schnellkuppelsystem.** Kraftvolle hydraulische Frontaushebung mit Schnellkuppelsystem zum schnellen werkzeuglosen Anbau und Wechsel der Frontarbeitsgeräte.

## Aus dem weiteren Hako-Programm



**Hakomatic-Schrubbautomaten**  
Zum Naßschrubben und Trockensaugen in einem Arbeitsgang.



**Hako-Kehrsaugmaschinen**  
1.500 bis zu 13.000 m<sup>2</sup> Sauberkeit/Stunde. Staubfrei!

Name
Abteilung
Firma
Branche
Telefon
Straße
Ort

Senden Sie uns bitte ausführliches Informationsmaterial mit Preisen über **Hako-Kompaktschlepper**.

Wir interessieren uns außerdem für:

- Handkehrmaschinen
- Kehrsaugmaschinen
- Schrubbautomaten
- Superspeed-Poliermaschinen
- Mehrzweckmaschinen
- Profi-Motormäher, Rasentraktoren
- handgeführte Schneefräsen

81-00-1234/7 TM 9 A B C D E F G H I K L

Pfennige,  
die sich  
lohnern

**Hako-Werke GmbH & Co  
Abt. Anwendungstechnik  
Hamburger Str. 209-239**

**2060 Bad Oldesloe**

## Informationsgutschein hier abtrennen !

Detaillierte Informationen bitte mit dieser Karte abfordern. Immer wenn es um Betriebsreinigung und Grundstückspflege geht, sollten Sie sich an uns wenden. Die Hako-Werke sind auf diesem Sektor ein weltweit führender Hersteller von Spitzentechnik. Und der nächste Hako-Werkstützpunkt mit Fachberatern und qualifiziertem Kundendienst ist auch in Ihrer Nähe. Gern führen wir Hako-Maschinen unverbindlich vor. Und wir betreuen sorgfältig, was wir verkaufen!

Hako-Werke GmbH & Co  
Stammwerk und Hauptverwaltung  
Hamburger Straße 209-239  
D-2060 Bad Oldesloe bei Hamburg  
Telefon (04531) 806-1 • Telex 261539

**Hako**  
**Spitzentechnik für die  
Betriebsreinigung und  
Grundstückspflege**

Herausgeber: Professor Dr. H. Franken, Dr. H. Schulz

**Veröffentlichungsorgan für:**

Deutsche Rasengesellschaft e.V., Godesberger Allee  
142—148, 5300 Bonn 2

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-Wilhelms-  
Universität — Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau,  
Katzenburgweg 5, Bonn 1

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

Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung,  
Rinn bei Innsbruck/Österreich

Institut für Landschaftsbau der Forschungsanstalt Gei-  
senheim, Geisenheim, Schloß Monrepos

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

**Aus dem Inhalt**

- 6** **Sportrasenbau in der Schweiz**  
H. Graber, Basel
- 8** **10 Jahre öffentlicher kommunaler Golf-  
platz in Düsseldorf „Auf der Lausward“**  
S. Wolff, Düsseldorf
- 12** **Overwintering diseases of turf grasses of  
physiological or mechanical origin**  
J. Drew Smith, Åse Kaurin
- Berichte - Mitteilungen - Informationen**
- 24** **Rasenseminare der Deutschen Rasenge-  
sellschaft 1989/90**
- 24** **61. Rasenseminar am 8./9. Mai 1989 in  
Wiesbaden**
- 25** **Golf- und Rasen-Seminar der Firma  
Düsing, Gelsenkirchen**

**25**

**Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in  
der Rasenpflege unter besonderer Berück-  
sichtigung der gesetzlichen Grundlagen  
und Umweltfragen**

**26**

**Die Auswahl geeigneter Gräserarten und  
-sorten zur Begrenzung des Pflegeaufwan-  
des bei Schnitt, Beregnung und Pflanzen-  
schutzmaßnahmen**

**28**

**Barenbrug beabsichtigt Anbindung an Uni-  
lever Pflanzenzucht-Gruppe**

**28**

**Zeitschrift RASEN/TURF/GAZON bietet  
Greenkeepern ein neues Veröffent-  
lichungsorgan**

**Beilagenhinweis:**

Dieser Ausgabe ist ein Prospekt der Firma:  
— Düsing GmbH & Co. KG.,  
4650 Gelsenkirchen  
beigefügt.  
Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

Diese Zeitschrift nimmt fachwissenschaftliche Beiträge  
in deutscher, englischer oder französischer Sprache so-  
wie mit deutscher, englischer und französischer Zu-  
sammenfassung auf.

MwSt. Abonnements verlängern sich automatisch um ein  
weiteres Jahr, wenn nicht drei Monate vor Ablauf der Be-  
zugszeit durch Einschreiben gekündigt wurde.

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS  
VERLAG GMBH, Postfach 200655, Rheinallee 4b,  
5300 Bonn 2, Telefon (0228) 353030/353033. Verlagslei-  
tung und Redaktion: R. Dörmann, Anzeigen: Elke  
Schmidt. Vertrieb: Hedwig Johnen. Gültig ist die Anzei-  
genpreisliste Nr. 9 vom 1.9.1986. Erscheinungsweise:  
jährlich vier Ausgaben. Bezugspreis: Einzelheft DM 12,—,  
im Jahresabonnement DM 46,— zuzüglich Porto und 7 %

Druck: Köllen Druck & Verlag GmbH, Schöntalweg 5,  
5305 Bonn-Oedekoven, Telefon (0228) 643026. Alle  
Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der  
fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vor-  
behalten. Aus der Erwähnung oder Abbildung von Waren-  
zeichen in dieser Zeitschrift können keinerlei Rechte ab-  
geleitet werden. Artikel, die mit dem Namen oder den  
Initialen des Verfassers gekennzeichnet sind, geben nicht  
unbedingt die Meinung von Herausgeber und Redaktion  
wieder.

# Sportrasenbau in der Schweiz\*)

Erfahrungen mit unterschiedlichen Boden- und Klimaverhältnissen

H. Graber, Basel

## Zusammenfassung

Die auf engstem Raum wechselnden Boden- und Klimaverhältnisse in der Schweiz stellen standortspezifische Anforderungen an Bodenaufbau und Pflege von stark belastbaren Rasenflächen. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei

- der angepaßten Entwässerungseinrichtung,
- der ausreichenden Wasserdurchlässigkeit und Wasserkapazität der Rasentragschicht sowie
- den Gräserarten und -sorten.

Es gibt keine Einheitsbauweise in der Schweiz. Versuche mit der „bodennahen Bauweise“ und der „Dränschicht-Bauweise“ haben im Hinblick auf Nutzung und Pflege bisher keine großen Unterschiede gezeigt. Bei Berücksichtigung der Baukosten ist allerdings meistens der „bodennahen Bauweise“ der Vorzug zu geben. Probleme ergeben sich häufig bei der Beschaffung geeigneter Bau- bzw. Zuschlagstoffe.

## Sports grounds in Switzerland

### Experience with different soils and different climatic conditions

#### Summary

There is great difference in soils and climatic conditions in Switzerland even in small areas. Consequently, a lot is required as far as soil structure and management are concerned when turfs are highly frequented, and this is specific for every site. Special importance is therefore paid to

- a highly adapted drainage system
- a sufficiently high water permeability and water capacity of the vegetation layer as well as
- the grass varieties and species.

There is no uniform layout-system in Switzerland. Experiments made to investigate the layout system "close to the soil" and the "drainage layer system" have not shown any great difference as far as utilization and management are concerned. When the layout cost is taken into consideration, however, the layout system "close to the soil" is to be preferred.

Problems are frequently encountered when the supply of suitable constructional or additional material is concerned.

## Installation de pelouses de sport en Suisse

### Expériences faites sous différentes conditions de sol et de climat

#### Résumé

Les conditions du sol et du climat variant fortement à petite échelle à travers la Suisse, ceci demande pour obtenir des pelouses résistantes une adaptation de l'architecture du profil du sol et de l'entretien en fonction des conditions spécifiques de l'emplacement. L'attention est particulièrement accordée

- à ce que l'installation d'un drainage soit appropriée
- à la perméabilité et la capacité de rétention en eau suffisantes dans la couche portante des pelouses, ainsi qu'aux
- espèces et variétés de graminées à implanter.

En Suisse il n'existe pas de procédé d'installation unifié reconnu. Des essais effectués avec le système d'installation dit »bodennah« (utilisant le sol en place pour recevoir la couche végétale) et avec le système faisant intervenir une couche drainante n'ont jusqu'à présent pas donné de résultats différents en ce qui concerne l'exploitation et l'entretien du terrain; en ce qui concerne les coûts de l'installation la préférence va au système dit »bodennah«.

Des problèmes se posent fréquemment lors de l'approvisionnement en matériaux de construction et matériaux additifs appropriés.

Die Schweiz gehört flächenmäßig zu den kleinsten Ländern Europas. Die Größe von etwa 40000 km<sup>2</sup> entspricht etwas mehr als der Fläche von Baden-Württemberg, aber nur gut der Fläche von Bayern.

Die Unterschiede bezüglich Boden- und Klimaverhältnisse dürften aber in der Schweiz nicht wesentlich kleiner sein als in der gesamten BRD.

Diese Kleinräumigkeit von stark wechselnden Verhältnissen muß deshalb beim Bau und der Pflege von hoch belasteten Rasenflächen ganz besonders beachtet werden.

## Boden

Die heutigen geologischen Verhältnisse können grob in vier Hauptteile, wie folgt, eingeordnet werden:

Der **Jura** bildet die nordwestliche Grenze der Schweiz. Er zieht sich von Chambéry in Frankreich, nördlich des Genfersees vorbei, bis in die Gegend von Schaffhausen. Das Gebirge besteht hauptsächlich aus Kalksteinsedimenten sowie aus stark tonhaltigem Mergel.

Der **Alpenordhang** sowie die Voralpengebirge bestehen zum größten Teil ebenfalls aus Kalksteinsedimenten (Alpenkalk).

Das **Zentralalpenmassiv** sowie große Teile der **Alpensüdseite** sind aus Kristallin oder Urgestein,

vorwiegend Granite und Gneise. Vulkangesteine treffen wir praktisch nur an einem Punkt im Südtessin an.

Das **Mittelland**, das sich vom Genfersee bis zum Bodensee erstreckt und den meistbevölkerten Teil der Schweiz bildet, wird geologisch als Molassegebiet bezeichnet; also ein flaches Becken, gefüllt mit Alpenschutt, nach und nach während ca. vier Eiszeiten aufgefüllt sowie mit Hilfe der in den Alpen entspringenen Hauptflüsse geformt.

In diesem Gebiet treffen wir deshalb einen sehr heterogenen und kleinräumig wechselnden Bodenaufbau an. In weiten Gebieten sind sehr schwere, stark tonige Böden vorhanden. In den Gebieten der großen Flußläufe finden wir Schotterablagerungen von unterschiedlichster Qualität.

Auswirkungen auf den Sportfeldbau:

- **Baugrund**  
Wir treffen kleinräumig stark wechselnde Verhältnisse an. Der Baugrund ist zum großen Teil undurchlässig und nur schlecht tragfähig.
- **Oberboden**  
Er ist meistens in genügender Menge, aber für Rasentragschichten in einer nur schlecht geeigneten Qualität vorhanden (stark feinteilhaltig und lehmig). Die geeigneteren Böden sind oft sehr stark mit großen Steinen durchsetzt. Die Bodenreaktion ist meist schwach bis stark alkalisch.

\*) Vortrag anlässlich des 60. Rasenseminars der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in Schaffhausen/Schweiz

### ● Zuschlagstoffe

Die dringend zur Verbesserung der anstehenden Böden benötigten kalkarmen und schlufffreien Sande sind nur selten in gleichmäßiger Qualität vorhanden. Im Voralpen- und Alpengebiet sind zudem nur gebrochene Materialien erhältlich.

### Konsequenzen:

- Sorgfältige Analyse des vorhandenen Baugrundes bezüglich Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit
- Genügend dimensionierte Entwässerungen sind in den meisten Fällen notwendig
- Prüfung des zu verwendenden Oberbodens bezüglich Kornabstufung und Bodenreaktion
- Eignungsprüfung von regional vorhandenen Zuschlagstoffen
- Import von geeigneten Zuschlagstoffen oder Fertigtragschichtgemischen für Neubauten, insbesondere aber für Pflege und Unterhalt.

### Topographie

Je besser sich die schweizerische Topographie durch das Fremdenverkehrsgewerbe vermarkten läßt, desto schlechter wird sie in der Regel für die Erstellung von großflächigen Rasensportanlagen.

Massive Hanganschnitte führen meistens zu Baugrundproblemen (Schüttungen) sowie zu Problemen mit Hangwasser, das unterirdisch als Bergdruck spürbar wird. Oberirdisch sind die Fremdwassereinbrüche bei der Schneeschmelze in Höhenlagen besonders zu beachten.

### Konsequenzen

- Richtig dimensionierte Hangdrainagen
- Das Seitengefälle eines Platzes ist so zu wählen, daß keine Staunässe auf der Hanganschnittseite entstehen kann (kein Satteldachgefälle).

### Klima

Wie der Boden, so sind auch die Klimaverhältnisse kleinräumig sehr unterschiedlich. Ein durchschnittliches mitteleuropäisches Klima finden wir praktisch nur im Bereich des Mittellandes und der Nordschweiz. Im Tessin treffen wir zum Teil mittelmeerähnliche Klimaverhältnisse an. Im Voralpen- und Alpengebiet gibt es relativ dicht besiedelte Gebiete in Höhenlagen mit teilweise nur sehr kurzen Vegetationsperioden.

Große Unterschiede sind auch bei den Niederschlagsmengen und der Regenintensität festzustellen, die für die Berechnung der Entwässerungseinrichtungen von Bedeutung sind. Die niederschlagsärmste und niederschlagsreichste Gegend der Schweiz liegen nur ca. 30 km auseinander.

Speziell am Fuße des Alpenkamms, auf der Nord- wie auf der Südseite, ist zum Teil mit großen und anhaltenden Niederschlägen zu rechnen.

In diesen Gebieten sowie in den Alpenhohtälern kennen wir aber die intensiven und stark austrocknenden Winde wie beispielsweise den Föhn oder im Engadin den Malojawind.

### Konsequenzen:

- Angepaßte Entwässerungseinrichtungen sind unumgänglich.
- Beim Aufbau der Tragschichten ist auf ein genügendes Wasserretentionsvermögen zu achten.
- Spezielle Aufmerksamkeit gilt den Gräserarten und -sorten, die verwendet werden.

### Folgerungen und Erfahrungen

Für den Bau von hoch belastbaren Rasenfeldern gibt es in der Schweiz kein Einheitssystem. Wie die vorherigen Ausführungen gezeigt haben, sind die Voraussetzungen kleinräumig so verschieden, daß praktisch in jedem Fall eine angepaßte, individuelle Lösung gefunden werden muß, wenn Nutzen und Kosten in einem akzeptablen Verhältnis stehen sollen.

Intensive Prüfungen und Abklärungen vor dem Bau sind unabdingbar, was aber nicht heißt, daß sich für Boden- und Materialprüfinstitute „ewige Jagdgründe“ öffnen. Die persönliche Erfahrung der örtlichen Verhältnisse und das Beurteilungsvermögen von Planer und Unternehmer bringen oft mehr als hochwissenschaftliche Planungsunterlagen.

Aus der persönlichen Erfahrung kann erwähnt werden, daß Versuche mit der bodennahen Bauweise und der Bauweise mit Flächendrainage keine großen Unterschiede bei Nutzung und Pflege gezeigt haben. Bei Berücksichtigung von Baukosten ist aber meistens der bodennahen Bauweise der Vorzug zu geben.

Bei der Beschaffung von Zuschlagstoffen, die in großen Mengen benötigt werden, hat sich gezeigt, daß sich die Beschaffung aus dem Ausland in den meisten Fällen lohnt. Dies gilt ebenfalls für fertige Tragschichtgemische, die als Gesamttragschicht oder als Einsaatschicht von 5—8 cm Stärke verwendet werden.

Ein spezielles Problem ist die Beschaffung von geeigneten, abgemagerten Rasenziegeln für Sanierungen von Teilflächen oder ganzen Stadien. Fertigrasen aus der einheimischen Produktion ist sehr teuer und stammt zudem meist noch aus einem Gebiet mit ungeeignetem Anzuchtsubstrat. In jüngster Zeit sind nun Versuche in Lausanne und Bern mit Ansaatsanierungen gemacht worden. Dabei wurden die Rasensaaten mit Folie abgedeckt und mit einem Treibhausklima forciert, daß nach ca. 8 Wochen bereits Spiele ausgetragen werden konnten. Wie sich die Narbe jedoch über längere Dauer hält, ist noch nicht bekannt.

Wir bemühen uns auch hier in der Schweiz, daß Rasenfelder noch belastbarer, noch pflegeleichter und noch kostengünstiger erstellt werden können. Dabei sind uns aber, wie schon mehrfach erwähnt, natürliche Grenzen gesetzt.

---

**Verfasser:** Hans Graber, Landschaftsarchitekt, Leiter der Abteilung Sportstättenplanung im Grünplanungsbüro Wolf Hunziker AG, Löwenbergstraße 6, CH-4059 Basel

---

# 10 Jahre öffentlicher kommunaler Golfplatz in Düsseldorf „Auf der Lausward“

S. Wolff, Düsseldorf

## Zusammenfassung

Es wird über 10jährige Erfahrungen mit dem öffentlichen Golfplatz der Stadt Düsseldorf berichtet, der jedem Bürger zur Ausübung des Golfsportes zur Verfügung steht. Die Besucherzahl ist von 15000 im Eröffnungsjahr 1978 auf 32500 im Jahr 1987 angestiegen. Der Golfplatz liegt im Rheinvorland und wird fast jährlich überschwemmt. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an Bodenaufbau und Düngung der Greens und Abschläge sowie an die Pflegemaßnahmen, vor allem nach Rückgang des Hochwassers. Das „Düsseldorfer Modell“ zeigt, daß auch bei relativ niedrigen Eintrittspreisen noch Überschüsse erzielt werden können.

Ten years ago establishment of the public communal golf link "Auf der Lausward" in Düsseldorf

## Summary

This is an account of the experience gained over a period of ten years concerning the public golf link established by the city of Düsseldorf. This link is open to the public, i.e. anyone can play golf. In 1978, when the golf link was opened, it was frequented by altogether 15000 visitors, by 1987 this number had increased to 32500. The golf link is located near the banks of the Rhine and is flooded almost every year. In such a situation, special characteristics of the soil structure and of the fertilization of the greens are called for as well as special management measures, above all after the water has withdrawn. The "model Düsseldorf" shows that even with comparatively low entrance fees financial surpluses can notwithstanding be achieved.

10 années de golf sur un terrain de golf municipal à Düsseldorf «Auf der Lausward»

## Résumé

Les observations faites au long d'une dizaine d'années sur un terrain de golf public de la ville de Düsseldorf sont décrites. Ce terrain est à la disposition de chacun désirant exercer le golf. Le nombre des entrées est passé de 15000 personnes dans l'année d'inauguration en 1978 à 32500 personnes en 1987. Ce terrain de golf se situe dans les terrains alluvionnaires du Rhin et est ainsi à peu près chaque année inondé par les crues. De ce fait résultent quelques exigences particulières quant à la construction du profil du sol, à la fertilisation des greens et des dépôts, ainsi quant aux mesures d'entretien surtout celles à effectuer après la disparition des eaux. Le modèle «Düsseldorf» montre qu'il est possible de réaliser un surplus en bénéfices avec des prix d'entrée relativement bas.

## 1. Einleitung

Am 18. November 1978 wurde der erste öffentliche, kommunal betriebene Golfplatz (9-Loch-Par 35-2.840 m) vom damaligen Bundespräsidenten Walter Scheel in Düsseldorf eröffnet.

Die Stadt Düsseldorf, allen voran die Initiatoren Dr. Hans Edmund Landwers, damaliger Sportdezernent, und Karl-Theo Kels, Sportamtsdirektor, hat aber bereits in den Jahren 1975/76 erste Anstrengungen unternommen, um auf der linken Rheinseite zwischen Oberkassel und Lörick einen öffentlichen Golfplatz zu erstellen. Dieser Plan war nicht zu verwirklichen, da bald erkennbar wurde, daß die Bevölkerung gegen diesen Standort für einen Golfplatz stimmte.

Im Jahre 1977 konnte dann ein neuer Standort auf der rechten Rheinseite, ebenfalls im Rheinvorland, ausgewiesen werden. Dieses Rheinvorflutgelände zwischen Stromkilometer 740,7 und 742,2 umfaßt 21 ha und war bis zu diesem Zeitpunkt anderweitig verpachtet.

Nach Erfüllung aller Auflagen, die von der „unteren Landschaftsbehörde“, dem „Staatlichen Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft“ und der „Oberdeichbehörde“ gestellt wurden, hat der Rat der Stadt Düsseldorf dem Bau eines 9-Loch-Platzes zugestimmt. Bewilligt wurden für den Bau des Platzes 300000,— DM. Im Juli 1978 wurde mit dem Bau der Anlage begonnen, die nach relativ kurzer Zeit der Öffentlichkeit übergeben werden konnte. Mit welcher Begeisterung der Platz angenommen wird, belegen die Besucherzahlen. Im ersten Jahr nach der Eröffnung kamen ca. 15000 Besucher an 261 Tagen, im Jahre 1987 schon über 32500 golfbegeisterte Bürger an 264 Tagen.. Das entspricht etwa 123 Spielern pro Tag. Die Stadt Düsseldorf hat mit diesem von ihr betriebenen 9-Loch-Platz der Golfsportentwicklung Rechnung getragen. Das sollte andere Kommunen zur Nachahmung bewegen.

## 2. Planung und Bau

Entwürfe und Vorplanung wurden von dem Golfplatzbauer Kurt Peters erstellt, Detailplanung und Bauleitung er-

folgten in eigener Regie. Mit der Bauausführung wurde die Fa. Gebrüder Wegewitz, Düsseldorf, betraut.

Die Fläche von 210000 m<sup>2</sup> ist wie folgt aufgeteilt:

7532 m<sup>2</sup> = 3,6 % Grundfläche für die auf Hügeln gebauten Greens

3265 m<sup>2</sup> = 1,6 % Grundfläche für die höher gebauten Abschläge

118000 m<sup>2</sup> = 56,2 % Fairways

53203 m<sup>2</sup> = 25,3 % Roughs

28000 m<sup>2</sup> = 13,3 % Driving Range.

In den Roughs wurden 26 Pflanzinseln, ca. 5000 m<sup>2</sup>, angelegt.

### 2.1 Greens

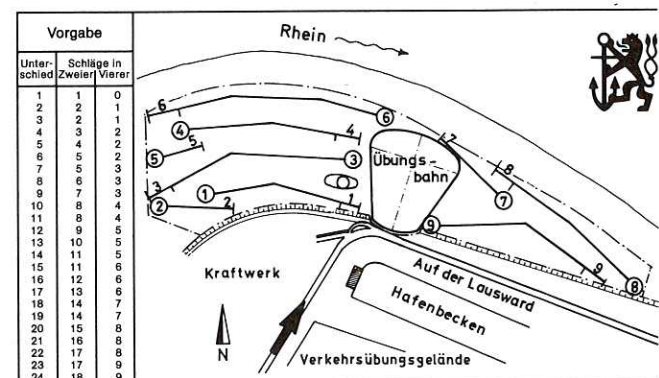
Die 10 Greens, einschl. Übungsgreens, wurden 50—70 cm über Niveau als „Hügel“ aufgebaut und so geböscht, daß keine Auskolkungen bei Hochwasser auftreten können. Außerdem ist damit die Gewährleistung gegeben, daß diese Flächen nach dem Rückgang des Hochwassers als erste gesäubert werden können.

Bodenaufbau:

— teilweise Bauschutt und lehmiger Sand als Untergrund

## Öffentlicher Golfplatz

Landeshauptstadt  
Düsseldorf





- Aufschüttung mit steinfreiem Oberboden — IS —
- 20 cm starke Dränschicht aus Lava 0/32
- 20 cm starke Rasentragschicht bestehend aus:  
70 % Oberboden — IS — vor Ort entnommen  
30 % Lavabrechsand 0/3.

Durch den erhöhten Aufbau und der Dränschicht konnte auf den Einbau einer Rohrdränung verzichtet werden. Die Greens, Vorgreens und Böschungen wurden mit Fertigrasen folgender Zusammensetzung belegt:  
40 % Festuca rubra commutata GOLFROOD  
40 % Festuca rubra DAWSON  
20 % Agrostis tenuis HOLFIOR-TRACENTA.  
Später wurden dann noch 10 zusätzliche Greens (Winter- oder Ersatzgreens) in den Fairways angelegt, und zwar durch kürzere Mahd, Perforations-Nachsaat, Dressing und Düngung.

## 2.2 Abschläge

Insgesamt wurden 15 Abschläge ca. 20—30 cm über Niveau angelegt.

Bodenaufbau:

- teilweise Bauschutt und lehmiger Sand als Untergrund
- Aufschüttung mit steinfreiem Oberboden — IS —
- 20 cm starke Rasentragschicht (Zusammensetzung wie bei den Greens).

Auf den Abschlügen wurde Fertigrasen mit folgendem Gräserbestand verlegt:

- 70 % Poa pratensis BARON, FYLKING, KIMONO und MERION,
- 30 % Festuca rubra commutata BARFALLA und DAWSON.

## 2.3 Fairways und Roughts

Die Fairways und Roughts blieben naturbelassen. Die vorhandene Rasendecke mit dem typischen Gräser- und Kräuterbestand eines Rheinvorflutgeländes wurde durch die Mahd spielbar gemacht. Lediglich der Distelbewuchs auf den Fairways wurde entfernt. Der Untergrund der Fairways und Roughts besteht aus aufgefülltem Trümmerschutt, überzogen mit braunem Auenboden aus lehmigem Auensand.

## 2.4 Sandbunker

Sandbunker durften wegen der Auskolkungsgefahr nicht gebaut werden.

## 2.5 Bewässerungseinrichtungen

Aus Kostengründen mußte auf eine Beregnungsanlage verzichtet werden. Bei langen Trockenperioden erfolgt die Beregnung nachts mit Wassertankwagen, ausgerüstet mit Spezialdüsen, die der Fuhrpark der Stadt Düsseldorf auf Abruf einsetzt.

## 3. Pflege

### 3.1 Greens, Vorgreens und Böschungen

Bedingt durch die fast jährliche Überschwemmung, die zu starke Frequentierung des Platzes und die fehlende Regenanlage ist die Unterhaltung des Platzes, insbesondere die der Greens, sehr problematisch und mit keinem anderen Golfplatz zu vergleichen. Das Rheinhochwasser bringt nicht nur Unrat aller Art mit sich, sondern es hinterläßt auch eine starke Schlammschicht, die von den Greens manuell entfernt werden muß. Leider lassen sich die mitgeführten Schadstoffe nicht entfernen und kaum neutralisieren. Nach Rückgang des Hochwassers werden die erhöht angelegten Greens von den Vögeln (Krä-

hen und Möwen) als Rastinseln benutzt; Folge: Kahlstellen durch die ätzenden Ausscheidungen der Vögel. Das ist auch der einzige Nachteil der höher angelegten Greens.

Im Frühjahr, Ende März/Anfang April, nach dem Hochwasser, werden alle Greens kreuz und quer verticutiert, um den abgetrockneten Restschlamm aus der Grasnarbe zu entfernen. Danach wird mit dem Vertidrain, ausgerüstet mit Hohlspoons Ø 15 mm, aerifiziert, ca. 100—120 Löcher/m<sup>2</sup>. Der ausgestanzte Boden wird zu 80 % abgekehrt. Die anschließende Besandung erfolgt mit ca. 5—6 Liter/m<sup>2</sup> gewaschenem Rheinsand 0/3.

Für die Nachsaat — Perforationsaat — werden die im Handel angebotenen Sorten von Festuca rubra und Agrostis tenuis verwandt, und zwar 20 g/m<sup>2</sup>. Mit der Nachsaat wird auch eine Starterdüngung durchgeführt. Die oben angeführten Maßnahmen fallen zwar in der Regel unter „Regeneration“, für Düsseldorfer Verhältnisse jedoch unter „normale Pflege“.

Je nach Wachstum werden die Greens täglich oder zweitägig auf 5 mm gemäht. Das Schnittgut wird aufgefangen. Die Vorgreens werden auf 15 mm gemäht.

Einmal im Monat werden die Flächen mit Verticutiermessern „leicht ausgekämmt“. Wenn es die Witterung (Austrocknungsgefahr) und der Spielbetrieb zulassen, wird im Juli/August 5—6 cm tief aerifiziert. Im Anschluß daran erfolgt dann ein Topdressing mit ca. 3—4 Liter/m<sup>2</sup> Quarzsand 0/2 mm.

### 3.2 Abschläge, Fairways und Roughts

Die Abschläge und Spielbahnen werden dreimal/Woche gemäht. Die Roughts müssen wegen der starken Frequentierung durch Golf-Anfänger kurz gehalten werden, hier werden 6—7 Schnitte/Jahr durchgeführt. Auf allen vorgenannten Flächen bleibt das Schnittgut liegen.

Ebenso wie die Greens werden auch die Abschläge einmal/Jahr tief belüftet und besandet. Eine mechanische Bearbeitung der Fairways muß entfallen, da der Bauschutt zu hoch ansteht. Einige Bahnen haben nur eine ca. 10 cm dicke Oberbodenschicht aufzuweisen.

Bedingt durch die starke Belastung, werden die Abschläge mehrmals im Jahr mit Lolium-Sorten nachgesät (25 g/m<sup>2</sup>).

## 4. Düngung

### 4.1 Greens, Vorgreens und Böschungen

Die Nährstoffversorgung erfolgt auf der Basis von Bodenuntersuchungen. Trotzdem ist das Abwägen der richtigen Versorgung sehr schwierig, da die vom Hochwasser angeschwemmten Nährstoffe erst viel später analysiert werden können.

Die Bodenuntersuchungen in den Jahren 1978 und 1987 brachten im Durchschnitt aller Greens folgende Ergebnisse:

	1978	1987
Bodenart	lehmiger Sand	lehmiger Sand
pH-Wert	6,0—6,2	7,2—7,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	6—8	12—14
K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	10—12	12—16
Mg (mg/100 g)	3	3—4

Im Oktober 1978 wurden die Bodenproben kurz nach Einbau der Rasentragschicht gezogen. Im Jahre 1987 sind vor allem der hohe pH-Wert und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Wert bemerkenswert, zumal nur neutrale, phosphatfreie Dünger ausge-

bracht worden sind. Vergleicht man diese Untersuchungsergebnisse miteinander, so kann man zu dem Schluß kommen, daß die jährlichen Überschwemmungen den pH-Wert und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Wert stark beeinflußt haben. Die Stickstoff-Versorgung der Greens erfolgt je nach Überschwemmungsdauer mit 36—44 g rein N/m<sup>2</sup>/Jahr. Aufgrund der fehlenden Beregnungsanlage können nur Dünger verwandt werden, die eine sehr feine Granulierung aufweisen.

Die Vorgreens werden wie die Greens abgedüngt, die dazugehörigen Böschungen jedoch nur mit ca. der halben N-Menge.

## 4.2 Abschläge und Fairways

Die Düngung der Abschläge erfolgt nach Bedarf mit ca. 30 g rein N/m<sup>2</sup>/Jahr, die der Spielbahnen je nach Hochwasser mit 15—20 g rein N/m<sup>2</sup>/Jahr. Gedüngt wird in zwei oder drei Gaben mit Nitrophoska permanent und Depoform N.P.K. Die Roughs werden nicht gedüngt.

## 5. Pflanzenschutz

### 5.1 Unkrautbekämpfung

Auf den Greens sind selten Unkräuter aufgetreten. Wenn Kleenester erscheinen, dann werden sie mit einem UV-Dünger behandelt.

### 5.2 Schädlingsbekämpfung

Im Herbst sind die Regenwürmer ein Problem, es findet jedoch keine Bekämpfung statt. Nach einer Stickstoffdüngung verschwinden die Regenwürmer meistens wieder im Untergrund. Der Maulwurf, als Folge der Regenwürmer, macht vor den Greens halt. Ihm behagt offensichtlich der Bodenaufbau nicht.

### 5.3 Pilzbekämpfung

Nach langen Verhandlungen mit dem Umweltamt wurde erlaubt, auf den Greens Fungizide auszubringen. Vorbeugend behandelt werden muß gegen Schneeschimmel. Ab Oktober erfolgt eine dreimalige Spritzung im Abstand von 10 Tagen mit Comfuval FI.

Auftretende Hexenringe werden mit Calirus bekämpft. Infolge der starken Frequentierung des Platzes durch Golfspieler, die auch auf anderen Plätzen spielen, werden immer wieder Pilzkrankheiten eingeschleppt. So wurde z. B. die Dollarfleckenkrankheit entdeckt.

Das größte Problem in den letzten Jahren ist das Auftreten der Schwarzalge. Hier muß man konsequent die Greens bzw. die befallenen Teile der Greens so absperren, daß kein Golfer diese Stellen mehr betreten kann, denn die Übertragung dieser Alge auf gesunde Greens geht sehr schnell. Bekämpfen läßt sich die Alge nur mechanisch. Immer wieder muß belüftet, besandet und wieder belüftet werden. Eine zusätzliche Stickstoffdüngung ist angebracht, um die noch vorhandenen Gräser zu stärken; oft ist eine Nachsaat notwendig.

## 6. Betrieb und Pflegepersonal

### 6.1 Betrieb

Die Aufsicht, der Verkauf von Benutzerkarten, sowie der Verleih von Golfschlägern und Caddy-Wagen sind vertraglich einer Privatperson übertragen worden, die somit im Auftrag der Stadt tätig ist.

## 6.2 Driving Range

Diese ist, ausgestattet mit 22 Abschlagboxen an einen privaten Golflehrer verpachtet, der die Anlage auch unterhalten muß.

## 6.3 Greenkeeping

Die Pflege des Platzes wurde bis August 1986 von einem kleinen Garten- und Landschaftsbauunternehmen (2-Mann-Betrieb) ausgeführt. Die Maschinen dazu wurden von der Stadt Düsseldorf gestellt. Der mit der Stadt abgeschlossene Jahresvertrag enthielt jedoch nur die Mäharbeiten und die Säuberung der Anlage nach dem Hochwasser. Alle anderen Arbeiten wurden ausgeschrieben. Seit 1986 werden nur noch die Maßnahmen ausgeschrieben, die im Frühjahr mit dem Vertidrain ausgeführt werden. Alle anderen Pflegemaßnahmen obliegen dem vom Sportamt eingestellten und für die speziellen Aufgaben eingearbeiteten Gärtnern. Bei Engpässen wird zusätzlich noch Personal vom Sportamt eingesetzt.

## 7. Einnahmen und Ausgaben (ohne Investitionen)

Bei einem von der Stadt betriebenen Golfplatz entscheidet allein der Rat über die Höhe der Eintrittspreise (Greenfee). Der Rat der Stadt Düsseldorf hat diese ab 1988 wie folgt festgelegt:

Erwachsene — bis zu 18 Löcher —	12,00 DM
Jugendliche — bis zu 18 Löcher —	6,00 DM

Trotz der relativ niedrigen Eintrittspreise erwirtschaftet die Stadt laut den letzten vom Sportamt veröffentlichten Zahlen noch einen Überschuß. Für die Saison 1987 — geöffnet vom 25. März bis zum 13. Dezember (= 264 Betriebstage), besucht von 32528 Spielern, die 10,— DM bzw. 5,— DM bezahlten — ergaben sich folgende Einnahmen und Ausgaben:

Einnahmen:	288 715,— DM	einschl. Pacht der Driving Range
Ausgaben:	193 496,20 DM	Betrieb und Unterhaltung
Differenz:	<u>+ 95 218,80 DM</u>	

## 8. Schlußbetrachtung

Wenn man bedenkt, daß der Golfsport immer mehr Anhänger findet, und weiß, daß zu wenige Golfplätze, vor allem öffentliche Golfplätze, zur Verfügung stehen, dann ist es erstaunlich, daß von den Kommunen keine Initiative kommt. Das „Düsseldorfer Modell“ mit 10jähriger Erfahrung sollte doch Mut machen.

Selbst Flußauen, auch wenn sie jährlich überschwemmt werden, eignen sich zum Ausbau und sind häufig noch ein Gewinn für die Landschaft. Landschaftsschützer werden angenehm überrascht sein, wenn Fauna und Flora — wie in Düsseldorf — eine Vielfalt erreichen, die vor dem Ausbau nicht vorhanden war.

Vor allem in den Roughs, die nicht gemäht werden (ca. 4000 qm) und in den Pflanzeninseln fühlen sich Rebhühner, Fasane und Hasen sehr wohl und gar nicht gestört, trotz der starken Frequentierung des Golfplatzes.

Wenn nicht bald in der näheren Umgebung von Düsseldorf neue öffentliche Golfplätze gebaut werden, dann ist die Kapazität dieses Platzes bei kontinuierlich steigender Spielerzahl bald erschöpft.

---

VERFASSER: S. Wolff, Mettmanner Straße 35, 4000 Düsseldorf

---

Frank Hope  
**Rasen**



ULMER FACHBUCH  
Garten- und Landschaftsbau

# Rasen

Anlage und Pflege von Zier- und Sportrasen

Von F. Hope, England. Aus dem Englischen von I. Ulmer, Stuttgart; deutsche Bearbeitung von Dr. H. Schulz, S-Hohenheim  
216 Seiten mit 60 Abbildungen und 35 Tabellen. Kst. DM 48,—  
(Ulmer Fachbuch Garten- und Landschaftsbau)

In dem vorliegenden Buch sind die Kapitel über Botanik und Pflanzenernährung genauso bedeutend wie die über Unkraut- und Schädlingsbekämpfung sowie Krankheitsverhütung. Nach der Anlage einer Rasenfläche sind die regelmäßigen Pflegearbeiten besonders wichtig. Das Angebot an Maschinen und Geräten ist größer als je zuvor und erfordert deshalb umfassende Kenntnisse im Umgang und in der Pflege der Geräte. Eine ganze Reihe gesetzlicher Vorschriften machen ein Überdenken der Arbeitsweisen nötig, um Unfälle und mögliche Folgen zu vermeiden. Der sorgfältige Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist deshalb ein wichtiges Thema für alle, die damit zu tun haben, und es ist dringend nötig, über das vielfältige Angebot und die jeweiligen Vorschriften ständig informiert zu bleiben.

So ist dieses Buch aufs beste dazu geeignet, den Landschaftsgärtner zu einem Fachmann auf dem Gebiet der Anlage und Pflege von Rasenflächen zu machen und den Rasenliebhaber bei seinem Hobby zu unterstützen. Es wurde so konzipiert, daß es dem Anfänger die nötigen Kenntnisse bringt, aber auch dem erfahrenen Platzwart und Gärtner Anregungen und neue Arbeitsweisen vermittelt. Darüber hinaus wird es allen, die in der Ausbildung stehen, als Lehrbuch von großem Nutzen sein.

**Bestellschein**

(Bitte in offenem Umschlag als „Briedrucksache“ einsenden, Porto 80 Pf)

50387 \_\_\_\_\_ HOPE, Rasen      DM 48,—

\_\_\_\_\_  
Name und Anschrift

**Zu bestellen bei:**

Datum \_\_\_\_\_ **Hortus Verlag GmbH, Postfach 20 0655, 5300 Bonn 2**

## Greenkeepers Journal 1/89

Ab der nächsten Ausgabe **RASEN-TURF-GAZON** ein ständiges, zusätzliches Veröffentlichungsorgan der **Internationalen Greenkeepers Association**

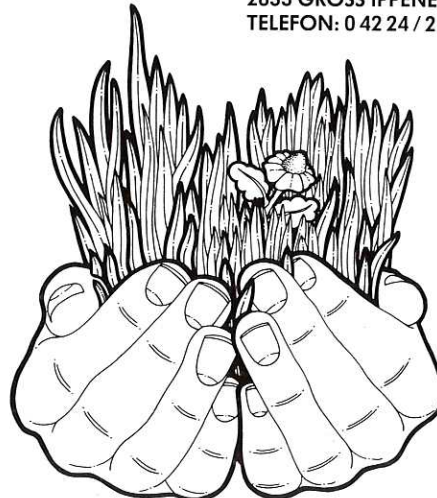
## GRÜN AUS GUTEN HÄNDEN

Wir haben das Grün im Griff. Die Niedersächsischen Rasenkulturen.— Spezialisten für strapazierfähigen Fertigrasen in den verschiedensten Sorten.

**Sonderkultur:** Armierte Fertigrasen für extreme Begrünungsaufgaben (Wasserbau, Steilböschung).



**NIEDERSÄCHSISCHE RASENKULTUREN STROTHOFF & BEHRENS ANNEN NR. 3 2833 GROSS IPPENER TELEFON: 0 42 24 / 2 68**



### 1000 Findlinge, alle Größen zur Auswahl

Schwedische Rollkiesel bis 1000 mm  $\phi$ ,  
Alpenkies bis 300 mm  $\phi$ ,  
Marmorkies bis 100 mm  $\phi$ ,

**Findlingshof Westbevern 4404 Telgte Tel. 0 25 04 / 80 30**

# Overwintering diseases of turf grasses of physiological or mechanical origin\*

J. Drew Smith, Åse Kaurin

Maladies d'hiver d'origine physiologique ou mécanique chez les graminées à gazon

## Résumé

Certaines des mesures appliquées pour l'entretien des pelouses sont susceptibles de mener à une diminution de la résistance au froid des gazons pendant l'hiver et d'entraîner des dégâts physiologiques. Ceci s'observe notamment sous les climats rigoureux tels qu'on les rencontre dans certaines régions de l'Amérique du Nord et de l'Europe du Nord durant l'hiver.

Les espèces et les variétés de graminées qui ne sont pas spécialement sélectionnées ou sont mal adaptées à de telles conditions peuvent subir d'importants dégâts physiologiques et être également attaquées par des maladies dues à des champignons pathogènes tolérants des températures basses (p.ex. les moisissures de la neige). Les propriétés physiologiques inhérentes et les progrès en ce qui concerne le repos de végétation d'une graminée déterminent les résultats de sa bonne acclimatation et de l'hivernage. Certaines des causes physiques et physiologiques agissant sur les phénomènes de résistance (acclimatation) et de sensibilité au froid sont mentionnées. Des facteurs tels que la nutrition, la résistance au froid des différents tissus végétaux, le stade de croissance graminées à l'entrée de l'hiver, les dégâts provoqués par les gelées et la dessiccation, les couches de neige, la glace et l'eau glacée, le soulèvement du sol, le comportement au froid des gazons sous conditions irriguées et en stations sèches et les dégâts causés par les oiseaux et autres animaux sont considérés sous leurs aspects physiologiques et mécaniques. Les facteurs environnants et les facteurs d'entretien jouant un rôle dans le diagnostic des causes des symptômes en général et de quelques cas particuliers sont considérés ainsi que les possibilités d'atténuer les dégâts. Quelques types physiologiques des dégâts dûs à l'hiver sont représentés par des illustrations. Une liste complète des références est donnée.

## Überwinterungskrankheiten bei Rasengräsern physiologischen oder mechanischen Ursprungs

### Zusammenfassung

Verschiedene der bei Rasen angewandten Pflegemethoden können dazu führen, daß der Rasen im Winter physiologischen Schäden gegenüber weniger widerstandsfähig ist. Das gilt besonders unter den strengen klimatischen Verhältnissen, wie sie in Teilen Nordamerikas und Nordeuropas im Winter herrschen. Die Arten und Sorten von Gräsern, die entweder nicht speziell gezüchtet wurden oder aber derartigen Bedingungen schlecht angepaßt sind, können schwere physiologische Schäden und auch Krankheiten davontragen, die durch pilzliche Krankheitserreger (z.B. Verursacher von Schneeschimmel), die Niedrigtemperaturen tolerieren, verursacht werden. Die erblichen physiologischen Merkmale und der erzielte Fortschritt bei der Wachstumsruhe eines Grases entscheiden über die Akklimatisierung im Rahmen einer erfolgreichen Überwinterung. Einige der physikalischen und physiologischen Gründe, die zur Winterhärte (Akklimatisierung) und zur Anfälligkeit führen, werden berücksichtigt. Faktoren, wie Pflanzenernährung, unterschiedliche Ausdauer des Pflanzengewebes gegenüber Kälte, Wucherstadium der Rasengräser, Frost und Austrocknung, Schneedecken, Eis und Eiswasserschäden, Frostaufwürfe und relative Winterfestigkeit der Rasengräser auf bewässertem Rasen und auf Trockenrasen, Winterschäden, verursacht durch Vögel und andere Tiere, werden als physiologische und mechanische Rasenschäden angesprochen. Es geht auch um Umwelt- und Pflegefaktoren, die bei der praktischen Diagnose der Ursachen von Winterschäden ganz allgemein und bei bestimmten Schädigungen sowie der Möglichkeit ihrer Milderung im besonderen eine Rolle spielen. Einige physiologische Winterschäden werden in Abbildungen gezeigt. Ein vollständiges Literaturverzeichnis ist beigelegt.

## Summary

Several of the management practices applied to amenity turf may lead to its lowered resistance to physiological winter injury. This is especially so in severe winter climates such as those in parts of northern North America and northern Europe. Grass species and cultivars of the grasses which are not bred for or are ill-adapted to these conditions may suffer severe physiological injury and also disease caused by low-temperature-tolerant fungal pathogens (snow moulds). The inherent physiological characteristics and state of progress to growth quiescence of a grass determine acclimation for successful overwintering. Some of the physical and physiological factors leading to the induction of grass "hardening" (acclimation) and "dehardening" are considered. Plant nutrition, the differential cold hardiness of plant tissues, the stage of grass development, freezing and desiccation, snow covers, ice and ice-water injury, frost-heaving and the relative winter-hardiness of turf grasses in irrigated and dryland turf, winter damage caused by birds and animals are considered in relation to physiological and mechanical turf injury. Environmental and management factors assisting in the practical diagnosis of the causes of winter injury in general, and in relation to specific types of injury and their alleviation are considered illustrations of some types of physiological winter injury and a full reference list are included.

## Introduction

Turf grass species are used in many regions to which they are not native and they are usually maintained there by artificial means, particularly by the use of irrigation, mowing, fertilization, plant protectant chemicals and winter covers. The misuse of these may lead to the lowered resistance of the grasses to winter damage. There has been a tendency, mainly in cool-season grasses, for commercial reasons, to extend the use of successful grass cultivars much beyond the limits of their best adaptation (Smith, 1981). Cultivars of cool-season species

such as *Poa pratensis*, *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra* and *Lolium perenne* are frequently used as turf grasses where they encounter much lower temperatures, ice formation, desiccation or snow covers to which they are not adapted. A species such as *Poa pratensis* which is widely distributed in Europe, temperate Asia and North Africa (Whyte et al., 1959) shows considerable genetical variability. Lines and clones can be found within it showing marked winter hardiness, but even so, the limits of winter insults which these will tolerate may be reached, for example, on the Canadian Prairies. Warm-season turf grasses, in genera such as *Cynodon*, *Zoysia* and *Paspalum* and species such as *Stenotaphrum secundatum* and *Eremochloa ophiuroides* have a much lower tolerance of low temperatures

\* This is a shortened, updated version of the section on "Overwintering diseases of physiological or mechanical origin" from Smith, J.D. (1987). Winter hardiness and overwintering diseases of amenity turfgrasses with special reference to the Canadian Prairies. Res. Br. Agric. Can. Ottawa. Tech. Bull. 1987-12E.

than the cool-season turf grasses (Johnson & Dickens, 1976; Smith, 1964; Whyte et al., 1959). Some tropical grasses may suffer winter injury by being chilled at temperatures above freezing point (Johnson & Dickens, 1976; Sellschop & Salmon, 1928; Smith, 1964b). Low temperatures in winter induce deep dormancy in some warm-season turf grasses to the extent that overseeding with an annual cool-season grass is necessary to produce a green playing surface (Youngner, 1959; Ward et al., 1974). Complete winter dormancy is not shown by cool-season grasses and they may resume aerial growth in winter when temperatures rise a few degrees above freezing. This is to the detriment of their winter hardiness.

### Induction of Hardening

The ability of the plant to overwinter under severe conditions is largely governed by its inherent physiological characteristics and its state of progress to quiescence (Shimada, 1982; SMITH, 1978, 1980, 1981). Growth in mild winters and survival through severe ones are negatively correlated. In preparation for overwintering, a pre-hibernal or early winter acclimation takes place in those species which have the physiological ability to do so, under the influence of declining day-length and decreasing temperatures. This hardening or toughening process results from physiological changes in the plant which among other things, make it more able to withstand low temperatures, freezing and thawing, desiccation and resistance to low-temperature pathogens. Hardening is a process usually needing light and concurrent temperatures from 0° C to 10° C approximately, depending on the species (Levitt, 1956). Recent studies by Tronsmo (1982) indicate that the relationship between resistance to freezing and snow mould infection in grasses after hardening is a complex one, not necessarily originating in common mechanisms. She found that after hardening there was a significant positive correlation between resistance to freezing and to the snow mould pathogen *Typhula ishikariensis*, but in unhardened plants there was no significant correlation. Perhaps hardening only increases the inherent disease resistance while resistance to freezing is independent of the level of potential resistance, before the plants are hardened.

By varying the temperature and day-length the relative cold hardiness of three cultivars of *Lolium perenne* were modified during the hardening period and contrasting hardiness responses were invoked in the cultivars (Fuller & Eagles, 1980). Long day-exposed plants of *Lolium perenne* (Larsen, 1978) and *Poa alpina* (Kaurin, 1985) were harder than short day-exposed, while *Poa pratensis* increased its hardiness in short day conditions (Habjorg, 1976). However, in winter wheat, photoperiod had no inducing effect on cold hardening (Gusta et al., 1982). Different ecotypes and climatic varieties of the same species of grasses may have different light and temperature requirements during the hardening period.

Experiments with *Poa alpina* using different light qualities (Kaurin, 1985) showed that far red light, at the end of the photoperiod, resulted in increased frost tolerance compared with blue and red irradiation. Similar results were achieved by Biryukov and Babenko (1979) using yarovized winter wheat. They found that interruption of the dark period of the short day cycle by red light reduced the survival while far red increased it slightly. Winter wheat that had been exposed to green and blue light had less resistance than plants exposed to white or red light (H. Sjøseth, pers. comm.). It has been suggested by Kurlandaivelu & Sarojini (1980) that blue light activates the nicotinamide adenine dinucleotide-glucose-3-phosphate

dehydrogenase and phosphoenol-pyruvate carboxylase in glycolysis and in the tricarboxylic acid cycle and suppresses NADP-G-3-P dehydrogenase in the Calvin cycle. This results in reduced sucrose concentrations. The same enzymes are also affected by low temperature and drought stresses and ABA:GA ratio (Kacperska, 1985). Differences in temperatures and light energy input in the pre-hardening period may also influence survival through the accumulation and mobilization of organic reserves (Breese & Foster, 1970; Dexter, 1956; Fuller & Eagles, 1980; Lorenzetti et al., 1971; McColl & Cooper, 1967; Smith, 1964; Hay & Heide, 1983).

### Metabolic and Physiological Changes during the Hardening Process

Although many changes have been found to take place during the cold-acclimation process, it is uncertain which of them are causal or which result from low-temperature growth (Mazur, 1966, 1970; Smith, 1968; Steponkus, 1979). Some of the changes are:

(1) A decrease in the total water content and an increase in the bound water content resulting in a low free water content (Levitt, 1939, 1956). This point is controversial (Gusta et al., 1982; Gusta & Fowler, 1979).

(2) An increase in the hydrophilic (water-binding) proteins. Bound water held on the surface of these resists freezing by crystallization (Levitt, 1959). These soluble organic nitrogen compounds may also inhibit protoplasm precipitation (Maximov, 1930).

(3) An increase in cell sap concentration, especially storage fructosans and starch (Levitt, 1972; Smith, 1968), partly due to reduced respiration rates (Dexter, 1933). With the onset of low temperatures the starch is converted to soluble carbohydrates, especially sucrose. While the high concentration of carbohydrates will lower the freezing point of cell sap (Jung & Smith, 1961), the main role of these in frost hardiness is probably an osmotic effect which may result in the inhibition of protoplasm precipitation. Soluble carbohydrates have also been shown to bind specifically to membranes thereby stabilizing them and making them more resistant to rupture by dehydration tensions (Santarius, 1973; Steponkus, 1979). In *Poa alpina*, however, a high content of soluble carbohydrates did not necessarily result in high frost tolerance (Kaurin, 1985).

(4) A physiological change involving increased permeability (Levitt & Scarth, 1936). This is believed to facilitate the rapid withdrawal of water from the cell, reducing the risk of damage by intracellular ice formation (Smith, 1964a).

(5) Enzymic changes in peroxide isozyme components in plant tissues capable of cold acclimation (McCowan et al., 1969).

For detailed discussions of these changes and others refer to Levitt (1956, 1972), Mayland & Cary (1970), Smith (1964), Steponkus (1979), Weiser (1970) and Kacperska (1985).

### Dehardening

Dehardening is mainly caused by increasing temperatures, but its progress can be modified by several other factors such as freezing and thawing cycles, depletion of available energy reserves, hormonal balance and prolonged periods of cold.

During the winter, grasses deplete carbohydrate reserves by respiration which goes on slowly in living tissues, even at sub-zero temperatures (Levitt, 1972), resulting in gradual dehardening. Further dehardening will take place in plants not covered by snow in warm periods in winter and their rehardening is dependent on ad-

equate carbohydrate reserves and sufficiently long periods of suitable light and temperature (see Hardening). Under a prolonged, deep snow cover dehardening results from an exhaustion of reserves in the absence of photosynthesis, especially if the soil is unfrozen. This also disposes grass plants to attacks by snow moulds (Bruehl & Cunfer, 1971; Tomiyama, 1955). If the soil is frozen, reserves suffice and plants overwinter (Huokona, 1974). Sudden cold spells in spring when nutrient reserves are low, following warm weather when plants have started growing, are particularly damaging. Cold resistance in cool-season turfgrasses (*Poa pratensis*, *Agrostis* spp. and *Festuca arundinacea*) increases in fall and winter until about late January and then may decline rapidly in spring (Beard, 1966; Powell et al., 1967; Wilkinson & Duff, 1972).

### The effect of soil fertility

Adequate supplies of N, P and K and minor nutrients are necessary to ensure plant vigour and maintain the metabolic processes necessary for cold acclimation. K and P increase frost hardiness of plants and high N applications almost always decrease it (Dexter, 1956; Kresge, 1974; Levitt, 1956). There are exceptions to this rule. N applications decrease accumulation of sugar and of bound water i.e. increased tissue hydration (Caroll, 1943; Caroll & Welton, 1939). Heavy and late-season applications of N during the hardening period decreased cold-hardiness of seven cool-season turfgrasses (Caroll, 1943). An N to K ratio of 2:1 to 3:1 resulted in the maximum hardiness for *Poa pratensis* (Beard & Rieke, 1966), and N fertilizer applied up to 1 November reduces cold-resistance in spring next year. Cold resistance in all treatments increased until mid-winter, peaked in late January and declined to spring (Wilkinson & Duff, 1972). In bentgrasses and tall fescue, reserve carbohydrates increased from autumn to winter and then decreased to spring when decline was rapid, and reduced available carbohydrates (Powell et al., 1967). Following the severe winter of 1962/63 and in subsequent milder winters in Britain, the severity of winter damage on *Lolium* spp. was proportional to the N dosage (Baker & David, 1963; Breese & Foster, 1970). High nitrogen applications to ley grasses in northern Finland resulted in complete or almost complete destruction of *Phleum pratense* and *Festuca pratensis* from abiotic winter injury (Jamalainen, 1960). In *F. pratensis* and *Dactylis glomerata* heavy N (300–600 kg/ha) resulted in serious sward damage, abiotic in origin, when a snow cover persisted for 6 months on unfrozen ground. The least damage was seen with a dosage of 150 kg/ha. Swards receiving no nitrogen were weakest. Increasing N resulted in a reduction of total soluble carbohydrates in plant crowns and roots (Huokona, 1974). The warm-season St. Augustinegrass (*Stenotaphrum secundatum*) is one of the least hardy turfgrasses in the southern USA. Late applications of N alone or in combination with P & K had little effect on winterkill, but increased the period when it remained green in autumn and resumed growth in spring. The level of K & P in tissues was related to tissue N level (Reeves & McBee, 1972). In coastal bermudagrass, *Cynodon dactylon*, winter injury at high levels of N decreased with increasing K levels and at a given level of K, injury increased with given levels of N (Adams & Twersky, 1959). In "Tifgreen" bermudagrass (*Cynodon dactylon* X *C. transvaalensis*) nitrogen level did not seem to alter the temperature range for killing between  $-2.2$  and  $-4.4^{\circ}\text{C}$ . High tissue N levels did not much affect cold-hardiness.

A high P/K ratio increased winterkill, but low ratios showed little damage. Tissue N level influenced uptake of P and K. Late applications of N extended lateness of fall growth and encouraged early spring growth (Reeves et al., 1970).

Freezing tolerance of *Phleum pratense* decreased significantly with increasing supply of N and increased with increasing supply of P. There was no consistent effect of K. Total soluble carbohydrates in leaves and roots was positively correlated with freezing tolerance. The N content of hardened plants was negatively correlated with freezing tolerance, but not with P and K content (Årsvoll & Larsen, 1977). In Pennsylvania, Jung & Kocher (1974) found that N fertilization at rates from 0–240 kg/ha differentially affected the winter survival of 39 clipped grass cultivars (see Effect of Mowing). Of the turfgrasses, little or no winter injury occurred on "Park" and "Pennblue" *Poa pratensis* and there was significantly less on "Norlea" *Lolium perenne*, bred in Canada, than on *Lolium* spp. of European and more southerly origin. In Norway, Andersen (1960) found that autumn applications of N alone at 31 and 62 kg/ha did not improve overwintering of grasses. Where P was deficient in the soil, 31 kg of N, 50 kg of K and 12 kg of P per hectare improved overwintering but did not do so where P was present in the soil in satisfactory amounts.

### Differential cold-hardiness of plant tissues

Generally, older tissues are more severely damaged by frost than younger ones, provided that energy reserves are adequate. Younger tissues have less free water and more cytoplasm which enables them to resist freezing better (Vasil'yev, 1961). In wheat, the leaf tip is not quite as hardy as the lower part of the leaf (Dr. L. V. Gusta, pers. comm.). Studies made by Beard & Olien (1963), Beard (1964) and Peake (1963) have suggested that grass leaves and roots are more sensitive to low-temperature injury than crowns. More recent results obtained by GUSTA et al. (1980) suggest that this may not be so for all grasses. Using an electrolyte leakage test they found in "Fylking" *Poa pratensis* that leaves were the hardest part of the plant followed by crowns, with roots and rhizomes the least and of equal hardiness.

Noshiro (1982a) has found that grasses with above-ground crowns, such as *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* and *Lolium perenne* were injured by freezing at  $-7$  to  $10^{\circ}\text{C}$  for 16 h and were killed at  $-15^{\circ}\text{C}$ . Primordia of flowering tillers were injured at  $-7$  to  $10^{\circ}\text{C}$ . Of other grasses, *Phleum pratense* was the hardest with a critical temperature for crown death of  $-25^{\circ}\text{C}$ . *Poa pratensis* was nearly as hardy. The rhizomes of shoot bases (corms) of *Festuca arundinacea*, *Bromus inermis*, an *Agropyron* sp. and *Phalaris arundinacea* were heavily damaged when frozen at  $-13$  to  $-20^{\circ}\text{C}$ , but they could survive in the field because the organs were placed 1–5 cm below the soil surface and hence protected from being cooled to the critical death temperature. Leaves were the hardest organs and roots and rhizomes generally the least hardy in 9 grass species.

Viviparous shoots of *Poa alpina* (Kaurin, 1985) and *Festuca vivipara* (Kaurin, unpublished) survived  $-40^{\circ}\text{C}$  after artificial hardening for 3 weeks at each of the following temperatures; 18, 9, 3 and  $-3^{\circ}\text{C}$  and 15 min far red radiation at the end of a 14 h photoperiod.

Young leaves are more frost hardy than old ones (Baker and David, 1963; Vasil'yev, 1961). However, unless there is complete ice or water cover, roots and crowns receive some thermal protection from low air temperatures by

their immersion in or proximity to the soil (Klebesadel, 1977; Kolosova, 1941; Noshiro, 1982). The plant cover provided by dead or living leaves over the crowns gives additional insulation from low air temperatures. Crown tissues differ in their resistance to cold injury. The upper crown of *Poa annua* with its smaller closely-packed, undifferentiated cells (Kolkunow, 1931; Levitt, 1956; Valil'yev, 1961) is more frost-tolerant than the lower crown where roots arise. When fully hydrated, following immersion in melt water, these lower crown tissues are susceptible to direct freezing injury (Beard & Olien, 1963). Thomas and Lazenby (1968) found that there were differences in the cold tolerance of shoots and roots of *Festuca arundinacea*. In three populations, some tillers were killed after exposure of roots to temperatures of  $-8^{\circ}\text{C}$ , but even at  $-11^{\circ}\text{C}$  there was not complete kill. Cold tolerance of a plant *per se* apparently cannot be assessed by the subsequent survival of the whole. Plant roots and shoots are indispensable in that healthy shoots could replace damaged roots but not vice versa. The importance of the crown or tillering node being submerged in the soil where it is protected from low winter temperatures has been stressed by Kolosova (1941) and Smith (1964). It is in this area where roots are regenerated and the more cold-susceptible meristematic tissues are located.

#### Stage of development and survival

Low-temperature-hardiness is related to the stage of development of the grass plant. White & Horner (1943) in tests over 5 years in Saskatchewan found a positive correlation between stage of development and seedlings of *Agropyron cristatum*, *A. trachycaulum* and *Bromus inermis* at freeze-up and winter survival. Seedlings which had not emerged or had just emerged 7–10 days before freeze-up survived poorly, but those which had reached the 3-leaf or later stage survived well. Although there was a difference in survival from season to season there was the same relationship between size of plant and season over the whole test period. Similar results were obtained by Arakeri & Schmid (1949) in Minnesota with the cool-season grasses, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Phalaris arundinacea* and *Poa pratensis*. Observations of Scandinavian workers indicate that first-year agricultural grasslands are generally more severely damaged by the snow and mould fungi *Typhula ishikariensis* and *Myriosclerotinia (Sclerotinia) borealis* than older ones (Årsvoll, 1973, 1977). However, in Norway, first-year grassland showed the highest tolerance to the stress of abiotic factors (Årsvoll, 1973). Seedling resistance to *Microdochium nivale*, *T. ishikariensis* and *M. borealis* in *Phleum pratense* increased between 2 and 16 weeks, and there was a highly significant positive correlation between fungal resistance and freezing tolerance. In the Canadian prairies, first-year turfgrass usually escapes severe snow mould, but this may be due to lack of inoculum (Smith, unpublished). Rogler (1943) found that the ability to survive cold temperatures of northern and southern climatic types of warm-season grass species in the USA was inherited. Both seedlings and mature plants showed the survival characteristics. Southern types were less able to harden-off as seedlings or mature plants in North Dakota than were northern types. Seedlings of warm-season species from the south were more susceptible of freezing injury than those from the north and less capable of withstanding low temperatures than the latter.

#### Freezing injury

The nature of frost injury is not well understood. Iljin (1933) suggested that it occurred during thawing with

the entry of water into the protoplast. When the cell wall snapped back into its original position it caused the plasmalemma to tear. Olien (1977) suggested that the adhesive forces between the water and the membrane are increased upon freezing. The result of this increased adhesion would be the lethal rupture of the membrane. Plants can avoid this kind of freezing injury primarily by supercooling either a few degrees ( $-3$  to  $-10^{\circ}\text{C}$ ) or to very low temperatures ( $-20$  to  $-55^{\circ}\text{C}$ ) when surrounded by a medium which is frozen (Gusta, 1985). The cell membrane prevents the growth of extracellular ice into the cell interior which is undercooled (Mazur, 1970). A basic assumption to theories that try to explain the nature of freezing injury, is that freezing stresses in plants mainly involve the crystallization and redistribution of water (Gusta & Fowler, 1979). As a result, injury is thought to originate from either (1) equilibrium or (2) non-equilibrium freezing or (3) frost desiccation. Under conditions of equilibrium freezing, plant material is cooled slowly and ice crystals grow gradually in the extracellular spaces (Dennis et al., 1972). Ice formation is initiated through the presence of heterogenous nucleators (ice, bacteria, organic or inorganic compounds) in plants which supercool  $-3$  to  $-10^{\circ}\text{C}$ . As this freezing occurs, water from the surrounding cells diffuses through the semi-permeable membranes as a result of the lowering of the vapour pressure by ice. This results in the dehydration of the cells and an increase in the solute concentration of cell fluids. Freezing induces severe dehydration of the tissue, for example, at  $-5^{\circ}\text{C}$  the water potential is reduced to  $-60$  bars and at  $-15^{\circ}\text{C}$  it is  $-185$  bars (GUSTA, 1985). Non-equilibrium freezing will result if the freezing rate is fast, if there is a heat sink or if supercooling occurs below  $-5^{\circ}\text{C}$  (Olien, 1977). Freezing may occur intra-cellularly, and this is invariably lethal to the cell (Siminovich & Scarth, 1938). If the freezing rate is too rapid and the water cannot migrate fast enough to the sites favoured for ice crystal growth e.g. leaf veins (Asahina, 1954), extracellular mechanical damage may occur.

Grasses differ considerably in their ability to undercool without freezing (Habeshaw, 1976). Unhardened *Festuca pratensis* and *Phleum pratense* would not undercool much without freezing. *Agrostis* and *Poa spp.* were intermediate and *Lolium multiflorum* and *L. perenne* would undercool to a lower temperature without freezing. This can be related to the ability of unhardened plants of different grass species to survive sharp frosts, i.e. radiation frosts, in otherwise warm periods.

#### Desiccation injury

Desiccation injury and death of turfgrass may result from the inability of conduction systems of roots and shoots to supply sufficient water to make up for moisture losses from plant crowns and other parts. In winter, this may occur because turf is not protected by a snow cover, the soil is frozen or is short of water, or the grass root systems have been damaged. Cold drying winds may cause desiccation by "freeze-drying". Exposed, elevated turf sites are particularly prone to desiccation injury in late winter and early spring in the northern plains of North America (Fig. 1). Some desiccation of leaves following snow melt, called "winter-burn", frequently occurs, but it is when crown tissues become dried out that severe plant damage may result. Desiccation injury is the result of physiological drought, and in most cases drought-hardiness and frost-hardiness are correlated (Gusta et al., 1980; Levitt, 1956).

### Ice and ice-water injury

These are broad terms usually referring more to the situation when turfgrass damage occurs rather than to the cause of injury. The injury occurs when turf has been frozen in an ice sheet or when plants have been encased in ice. Water lying in depressions over a frozen or waterlogged soil or developed from sleet showers may freeze in autumn and early winter and persist until spring (Fig. 2). An ice cover may also develop from diurnal thawing and refreezing of a snow cover during winter and early spring particularly in northern coastal areas of continents and islands (Andersen, 1963, Gudleifsson, 1971, 1975, 1979; Sjøseth, 1959). Three different types of ice/water situations were suggested by Ekstrand (1965b) as leading to plant injury and death under Scandinavian conditions:

(a) Root-suffocation which occurs when the soil is waterlogged and unfrozen in autumn and a snow deck builds up on this:

(b) Ice-suffocation when waterlogged soil is covered with an intact ice sheet resulting from successive snowfalls, rains, thaws, snows etc. Plant death was considered to have been caused by a combination of smothering or suffocation and direct freezing injury:

(c) Ice burning occurs in patches in shallow depressions where the water is a centimetre or so deep. This water impregnates the crowns of the plants and freezing injury results. Usually, complete patches of plants are killed. This injury appears to be identical to that described by Beard and Olien (1963) as direct low-temperature kill in lower crowns of *Poa annua*. Since ice is a good conductor of heat in comparison with fresh snow it will permit low-temperature damage to plants encased in it indirect relation to the air temperature (Ylimäki, 1962).

Oxygen starvation (Ylimäki, 1952) or the accumulation of carbon dioxide (Smith, 1962), alcohols (Vasil'yev, 1961), lactic acid (Andrews & Pomeroy, 1979) or toxic gases, such as hydrogen cyanide produced by fungal metabolism or substrate autolysis (Lebeau, 1966) have been suggested as possible causes of death or injury to plants under snow or ice/water covers. While there is experimental evidence in support of these as causes of injury in particular cases, during early- and mid-winter there is probably sufficient oxygen, even under deep snow, to permit adequate respiration of quiescent or dormant plants (Gabran, 1939; Tumanov, 1940; Tumanov et al., 1935). As temperatures rise in spring, plant respiration rate increases and the snow become compacted by thawing, sufficient oxygen lack and carbon dioxide concentration may develop to reduce plant hardiness to a level at which they become susceptible to snow mould injury (Bruehl & Cunfer, 1971; Tomiyama, 1955; Tumanov et al., 1935). However, it is doubtful whether a sufficient concentration of carbon dioxide would develop, even under deep snow covers to produce physiological plant injury (Pichler, 1948).

Ice up to 6 cm thick has been shown to be quite permeable to air (Tumanov, 1940). Vasil'yev (1961) noted that perennial grasses wintering under ice in ditch bottoms showed no injury. Sjøseth (1959) examined the effect of ice encasement on nine strains of *Phleum pratense* and one of *P. alpinum*. He concluded that the ability of strains to withstand ice encasement was broadly related to frost hardiness as determined by laboratory freezing tests (unspecified) and to winter-hardiness of strains in field experiments. Beard (1965a & b) showed, in controlled environment studies, that there were differential responses in turfgrass species and cultivars. Freezing in an ice block at  $-40^{\circ}\text{C}$  resulted in 100%

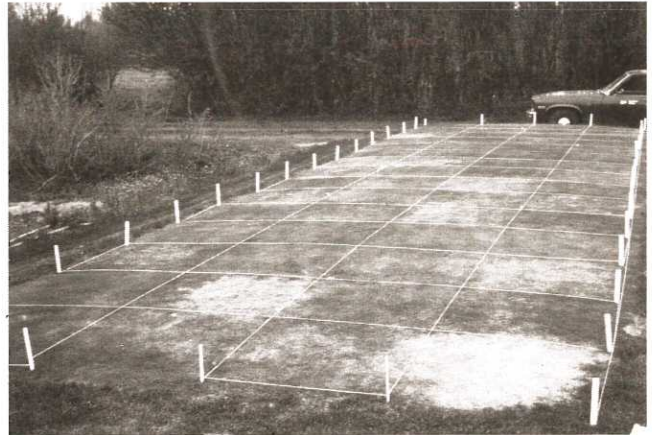


Fig. 1

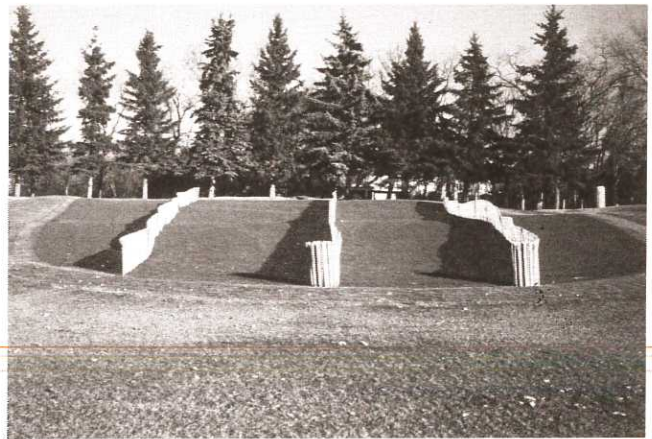


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4





Fig. 5



Fig. 7

Fig. 6



Fig. 8

#### Captions for figures

Fig. 1 Desiccation injury on bentgrass (*Agrostis stolonifera*) plots. Differential effects on cultivars.

Fig. 2 Snow fencing to trap snow and winter top dressing to reduce desiccation on a golf green.

Fig. 3 Removal of polyethylene cover which gave winter protection to a *Poa annua* golf green. Note greenhouse effect.

Fig. 4 Ice injury — 1 Green, Austoyen G.C. Norway.

Fig. 5 Winter traffic injury on *Poa pratensis*/*Festuca rubra* turf.

Fig. 6 Footmark injury on frozen grass.

Fig. 7 Frost heaving on an *Agrostis* golf green — Rhode Island, USA.

Fig. 8 Differential meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*) grazing injury on *Poa pratensis* cultivar turf plots.

mortality of *Poa annua* in 15 days and of *P. pratensis* after 45 days. "Toronto" *Agrostis stolonifera* survived completely at 60 days; there was 70 % kill at 75 days and 90 % kill at 90 days. Death was not due to intercellular ice formation in lower crown cells (Beard & Olien, 1963). A snow cover on the plants, with an ice cover on top, produced only minor injury to older leaves in all three species. Rather, in cold conditions, a snow cover will insulate turfgrasses because the thermal conductivity of snow is many times lower than that of soil (Ylimäki, 1962) and ice.

The greatest protection from freezing injury is given to turf when a permanent snow cover develops early and goes late in the spring. When this happens, if the soil is not frozen or only slightly frozen before the development of the thick permanent snow blanket, humidity and temperature conditions may be very suitable for the development of snow moulds.

Beard (1965a) showed, under controlled environmental conditions that when an ice cover formed over flooded and frozen soil three cool-season turfgrass species survived at 60 days, but there was 50 % kill of *Poa annua* and 25 % kill of *P. pratensis* at 90 days. *A. stolonifera* submerged in stagnant water at 1° C survived completely and there was little damage to *P. pratensis* and *P.*

*annua* after 90 days. In the field, compacted frozen slush on the turf caused severe leaf, crown and rhizome tissue injury to *P. pratensis*, but less to *A. stolonifera*. Layering of ice over snow for 6 days resulted in no significant crown, rhizome or stolon kill. Ice layers formed directly on plants caused some leaf injury, but no crown, rhizome or stolon injury to either of the species.

Andersen (1963, 1971) at Tromsø, Norway, at latitude 69° N, found that only the hardiest cultivars of *Phleum pratense*, derived from local and northern Scandinavian lines, overwintered satisfactorily with a prolonged snow covering. Similarly, only the local strain of *Poa pratensis*, "Holt" cv. was fully hardy when ice covered. *Festuca pratensis* strains were not as hardy as the poorest of *Phleum pratense*.

Andrews and Gudleifsson (1983) found that although seedlings of *Phleum pratense* showed relatively low cold hardiness, compared with winter wheat, they had about a threefold greater ice tolerance than the cereals in controlled environment studies. There was little association between cold and ice tolerance in *P. pratense*. An Icelandic *P. pratense* cultivar, "Korpa" was more tolerant than the Norwegian, "Engmo" and much more ice-tolerant than the Canadian cultivar, "Salvo". It was considered that high ice tolerance was a major reason for supe-

rior survival of *P. pratense* in high winter-stress conditions.

### Frost-heaving

In frost-heaving, plants are lifted up in the soil and their crowns and roots become exposed to desiccation and low-temperature injury. In mature plants there is damage to roots, stolons, rhizomes and shoot bases while grass seedlings may be lifted almost completely from the soil. On established turf an undulating surface may be produced. While the symptoms may be spectacular (Fig. 3) there is usually little permanent damage to the turf other than to levels. Frost-heaving is not caused by simple freezing and thawing but by the formation of vertically positioned ice-lenses made up of bundles of needle-like ice crystals (McCool & Bouyoucos, 1939). The grass roots are firmly fixed in position by freezing and a thin ice forms on the soil surface. This continues to grow from below, being supplied by water moving through the soil, molecule by molecule to the point of freezing. The mechanism is not entirely understood. This movement is only possible in soils with a high capillary pore content (Jackson et al., 1966; Nikki, 1974). The frozen soil acts like a desiccated soil layer and attracts water from the surrounding unfrozen soil (Y.W. Jame, pers. comm., 1980). This movement of water will continue so long as the temperature gradient persists and heat is provided by the freezing process. Further water is provided by the melting of the surface ice (Beard, 1973). Gradually, the plants fixed in the ice crust are raised, sufficiently in some cases to break or tear roots and shoot tissues. Affected seedlings may be left lying on the soil surface when the ice melts.

### Relative winter-hardiness of turfgrasses

Considerable differences in cold-hardiness are shown by species and turfgrasses, but their reactions to winter injury may also be related to their snow mold resistance which is another factor in winter survival. Cold acclimation which involves the acquisition and maintenance of adequate carbohydrate reserves is also important in resistance to snow mould fungi (Årsvoll, 1977; Bruehl & Cunfer, 1971; Tomiyama, 1955). Årsvoll (1977) found that there was a highly significant correlation between snow mould resistance and freezing tolerance.

Carroll (1943) found that the lethal soil temperature for cold-hardened, cool-season grasses was between  $-10$  and  $-5^{\circ}\text{C}$ . Some *Poa pratensis* plants survived at  $-20^{\circ}\text{C}$ . *Poa nemoralis*, *Agrostis tenuis* and *Festuca rubra* ssp. *commutata* were the least injured, while *Lolium perenne*, *L. multiflorum*, *Cynosurus cristatus* and *Anthoxanthum odoratum* were most injured at  $-10^{\circ}\text{C}$ . Peake (1964) subjected crowns of hardened grasses to  $-23^{\circ}\text{C}$  while holding roots at  $-7^{\circ}\text{C}$ , a characteristic winter soil temperature in Alberta. *Agropyron cristatum* and *Phleum pratense* were most resistant, *Festuca rubra* was moderately resistant and *Lolium perenne* had poor resistance to cold injury. Beard (1966) found that field-hardened plants of "Toronto", "Cohansey" and "Washington" *Agrostis stolonifera* (vegetatively propagated) suffered no serious injury at  $-23^{\circ}\text{C}$ ; "Seaside", "Penncross" and "Congressional" cultivars (seeded) of the same species showed serious injury at  $-20.5^{\circ}\text{C}$ . "Astoria" *A. capillaris* was severely damaged at  $-15^{\circ}\text{C}$ . *Poa trivialis* showed no serious injury at  $-20.5^{\circ}\text{C}$  while the "Merion" cultivar of *Poa pratensis* was hardier than the "Common" and "Newport" cultivars which were killed below  $-18^{\circ}\text{C}$ . *Poa annua* and the "Pennlawn" cultivar of *Festuca rubra* were severely damaged below  $-15^{\circ}\text{C}$ . These hardiness levels were

obtained in early December, but by late January serious injury occurred  $3-4.5^{\circ}\text{C}$  higher.

Lorenzetti et al., 1971 found that of 19 acclimated cultivars and ecotypes of *Lolium perenne*, those from northern Europe were more cold tolerant than those from the Mediterranean when frozen at  $8^{\circ}\text{C}$ . However, winter-hardiness in the field and cold tolerance in the controlled environment were not highly correlated. The indigenous cultivars "S 23" and "S 24" were more winter-hardy in Wales than foreign accessions, even if the latter came from colder climates and showed greater tolerance when grown in a controlled environment.

Adachi et al. (1976) in northern Japan found that of 116 cultivars of *Lolium perenne* and *Lolium spp.* the best field survival was in those of northern origin from Canada, Finland, Norway and Sweden. The lethal temperature for field-hardened, artificially frozen entries lay between  $-13$  and  $-16^{\circ}\text{C}$ . Canadian and Finnish cultivars were also more cold tolerant than those from Denmark, Great Britain and the Netherlands.

Larin (1962) in the USSR classified *Poa pratensis*, *Phleum pratense* and *Agrostis stolonifera* as having good frost resistance, *Festuca rubra* as moderately frost resistant and *Festuca pratensis* and *L. perenne* as having little frost resistance. Oullet's hardiness index for forage grasses in Canada (1976) reflects the resistance of species and cultivars to low temperatures with freezing tolerance as the main factor in survival, particularly in the Prairies. In the latter regions, *Agropyron cristatum* had the highest survival index, *Poa pratensis*, *P. pratense* and *F. rubra* showed high indices while *F. pratensis* was low. In the South Island of New Zealand, Ritchie (1973) ranked *F. rubra* ssp. *commutata*, *Holcus lanatus* and *Agrostis capillaris* as the most persistent species at altitudes of 1250 and 1430 m where winter injury was concerned. Cossens (1977) reported a reduction of *L. perenne* in a mixed sward from 30-50% following a severe winter at high altitudes. Short clipping before the first heavy snow was associated with survival in this species compared with almost complete kill on longer, unclipped grass.

Gusta et al. (1980) determined the LT 50 ( $^{\circ}\text{C}$ ) for several cultivars of 9 species of field hardened perennial grasses collected in mid-February. Of the turfgrasses, 3 cultivars of *Agrostis stolonifera* tolerated  $-35^{\circ}\text{C}$ , 7 cultivars of *Poa pratensis* tolerated  $-30$  to  $-21^{\circ}\text{C}$ , 2 cultivars of *F. rubra* ssp. *rubra*  $-24^{\circ}\text{C}$ , *Festuca longifolia*  $-21^{\circ}\text{C}$  and 11 cultivars of *Lolium perenne*  $-15$  to  $-5^{\circ}\text{C}$ . Some hardiness was lost between mid-January and the time of the test in mid-February. By 11 June only  $-5$  to  $-7^{\circ}\text{C}$  of crown hardiness remained in the *P. pratensis*. After 3 weeks of dehardening at  $20^{\circ}\text{C}$  by day and  $17^{\circ}\text{C}$  by night only  $-3^{\circ}\text{C}$  was tolerated. These findings are in general agreement with those of Beard (1973). *L. perenne* crowns had the highest water content of the species tested and this was the least cold-hardy species, but there was no correlation between water content and freezing resistance in the 11 cultivars (Gusta et al., 1980). *P. pratensis* cultivars were more frost-hardy than those of *L. perenne* and generally had lower crown moisture contents, but there was no definite correlation between the water content and cultivar cold resistance (Gusta et al., 1980).

In Britain, turfgrass cultivars of *L. perenne* were rated into three broad categories from good to poor winter-hardiness. Most cultivars were considered only of medium hardiness (STRI, 1980). It was found that ratings for winter-hardiness in cultivars of this species at Aberdeen in northeastern Scotland, after the severe winter of 1976/

77, agreed reasonably well with those from the National Institute of Agricultural Botany at Cambridge (NIAB, 1979) and from the Netherlands (Rivro, 1980). "Manhattan" and "Sprinter" cultivars were the most winter-hardy (Laycock & Shildrick, 1979). In *Poa pratensis* at Aberdeen, four cultivars showing the least melting-out disease (*Drechslera poae* [Baudys] Shoem.) in 1976, "Enmundi", "Nugget", "Parade" and "Sydsport", were four of the best for winter survival in winter 1976/77. This correlation did not apply to the most winter hardy cultivar, "Bensus" or to "Birka" with the highest resistance to the melting out disease, since the latter lost 93% ground cover to winter-kill (Laycock, 1980). The results obtained were not in agreement with those obtained in tests in Pennsylvania and Finland (NE-57 Tech. Comm., 1977; Rainenko & Laruila, 1975). Turfgrasses of north latitude origins showed excellent survival (98—100%) when tested under high winter stress test conditions at the Matanuska Research Farm of the University of Alaska in the winter of 1984/85. These included the *P. pratensis* cultivars "Lavang" (origin Tromsø, Norway at latitude 69.6° N), "Dormie" (origin, Murmansk, USSR at latitude 69° N) and "Nugget" (origin, Alaska) and the *Festuca rubra* cultivar "Arctared" (origin, Alaska, USA). Under these conditions "Dormie" showed very active vegetative spread (Klebesadel, 1986). Most warm-season turfgrasses have very low frost tolerance, even at maximum cold-hardiness. The relative cold hardiness of some cool-season turfgrasses is given in Table 1.

**Table 1.** Relative cold-hardiness of cool-season turfgrasses

Species and category	References
<b>Very high to high</b>	
<i>Agropyron cristatum</i> L.	Peake, 1964; Oullet, 1976
<i>A. riparium</i> Scribn. & Sm.	Knowles, 1961
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Beard, 1966; Gusta et al., 1980; Larin, 1962
<i>Elymus junceus</i> Fisch.*	Knowles, 1961
<i>Festuca longifolia</i> Thuill.	Knowles, 1961; Gusta et al., 1980
<i>Poa nemoralis</i> L.	Carroll, 1943
<i>Poa trivialis</i> L.	Beard, 1966
<b>Very high to moderate</b>	
<i>Poa pratensis</i>	Beard, 1966; Carroll, 1943, Gusta et al., 1980; Knowles, 1961; Oullet, 1976.
<b>High to moderate</b>	
<i>Agrostis capillaris</i> Sibth.	Carroll, 1943; Beard, 1966; Ritchie, 1973
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> L.	Beard, 1966; Gusta et al., 1980, Knowles, 1961
<i>F. rubra</i> ssp. <i>commutata</i> Gaud.	Carroll, 1943; Knowles 1961; Ritchie, 1973
<i>Holcus lanatus</i> L.	Ritchie, 1973
<i>Poa compressa</i> L.	Knowles, 1961
<b>Moderate to low</b>	
<i>Lolium perenne</i>	Adachi et al., 1976; Carroll, 1943; Gusta et al., 1980; Larin, 1962; Lorenzetti et al., 1971; NIAB, 1979, Peake, 1964; STRI, 1980
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Larin, 1962; Ritchie, 1973
<b>Low</b>	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Carroll, 1943
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Carroll, 1943
<i>Poa annua</i> L.	Beard, 1966

\* Seedlings not frost resistant in saline soil conditions (Smith, unpublished).

## Winter hardiness of dryland turf

The need for low-maintenance, drought-resistant turf is apparent for semi-arid climatic areas such as the plains of western North America especially if irrigation water is in short supply or its economic use is not justifiable. A lower turf quality than on irrigated lawns is often acceptable for school- and farm-yards, playing-fields, memorial gardens and cemeteries, roadsides and banks of irrigation ditches. An adequate ground cover and low maintenance requirements are attainable with suitable cool-season grasses.

Drought- and frost-hardiness are broadly related and plant response to drought and low temperatures appear integrated. When plants become drought-hardy because of a reduced water supply they usually become more frost-hardy and vice-versa (Vasil'yev, 1961). It is often difficult to differentiate the effects of drought and low temperature in a particular situation.

Knowles (1961) compared several species and cultivars of grasses for resistance to drought, winterkilling, wear resistance and turf quality between 1951 and 1960 at Saskatoon in the Canadian prairies. He reached the following conclusions. *Agropyron cristatum* ("Fairway" cv) and *Elymus junceus* were highly resistant to drought and frost, were quick to establish and wore well. Some strains of *Festuca ovina* and *F. longifolia* were almost as drought- and frost-hardy as *A. cristatum* and *E. junceus*, but were slower to establish. *Agropyron riparium* and *Agropyron smithii* Rydb. (native western wheatgrass) were inferior in quality to *A. cristatum*, *E. junceus*, *F. ovina* and *F. longifolia*. *Festuca rubra* L. ssp. *rubra* suffered considerable winter-killing, but not to the same degree as *F. rubra* ssp. *commutata*. *Poa compressa* (Canada bluegrass) and the "Merion" cultivar of *P. pratensis* were both susceptible to winter injury, much more than common *P. pratensis*. Douglas and Ensign (1954), Heinrichs & Lawrence (1958), Kirk (1932) and Morrison et al. (1957) found *A. cristatum*, *A. riparium*, *E. junceus* and *F. ovina* acceptable for dryland turf use in the Prairies of North America.

## Winter damage to amenity turf caused by geese, meadow voles and other animals

While the damage that various animals cause on amenity turf may be classified as biotic, rather than abiotic it may also result in physiological injury. In the case of deer, the scorching injury resulting from urine on fairway and golf green turf may be very persistent if it starts when grass growth is already declining in autumn. The excessive nitrogen application resulting from either deer urination or droppings may also produce a flush of unhardened growth susceptible to physiological injury or low-temperature-tolerant pathogens.

During periods of autumn migration geese may graze the short grass of golf courses or parks near to open water. Their foot traffic probably causes little injury, but their droppings which are high in nitrogenous compounds (Kear, 1963; Marriott, 1973) cause a phytotoxic "burn" which may intensify low-temperature injury.

In the Canadian prairies, meadow voles, *Microtus pennsylvanicus* Ord. may cause severe localized damage to turfgrass of different categories in winter (Smith, 1979a). These small rodents make runs and nests under the snow and eat crowns, stolons, rhizomes and shoot bases of different grass species. They usually reject grass blades and upper parts of shoots. Grass plants may be severely damaged and the turf to the side of their runs is mulched with discarded grass which encourages snow mould. The grazing debris, droppings and grass

nests are unsightly when exposed at snow melt. In field tests at Saskatoon, in the mild, short winter of 1986/87 it was noted that turf of *Poa pratensis* and *Festuca rubra* was severely damaged by vole grazing. No snow mould damage was present on plots fertilized with an NPK fertilizer in mid-September 1986 which showed half as much vole grazing injury as those receiving NP, N, or no fertilizer. The more mature grass resulting from the potassium fertilization may have been less palatable than that on the other treatments (Smith, unpublished).

### Breeding amenity turfgrasses for winter-hardiness

Breeding objectives for winter-hardiness have never been clearly defined for amenity turfgrasses (for the Canadian prairies), except for the need to seek resistance to the major snow mould diseases caused by *Coprinus psychromorbidus* and *Microdochium nivale* and to a lesser extent to *Typhula ishikariensis* and *Myriosclerotinia (Sclerotinia) borealis* (Smith, 1980 a & b, 1981). So far it has been a case of field testing species, strains and cultivars selected in the region or (preferably) of northerly provenance for their field performance or survival. In the case of minimum-care lawn-type turfs the most frost-hardy agricultural grass species such as *Agropyron cristatum*, *A. riparius*, *Bromus inermis* and *Elymus junceus* are the mainstays. These species go dormant in early winter and start growth early in spring. They rarely suffer frost injury during winter. Although less hardy, *Festuca rubra* and *Poa pratensis* may be added to fill in the base of the sward.

Quite different breeding objectives need to be followed for amenity turfgrasses than for agricultural grasses (Simonsen, 1985). Provided that vigour is adequate to permit the rapid healing of injuries, high vegetative yield is a disadvantage in mown amenity grassland because more mowing is then required. High seed production is usually undesirable because such grasses are often associated with stemminess. Persistence is of great importance and is particularly associated with frost-tolerance, pathogen resistance, and tolerance to repeated mowing. The different mowing regimes of fine and lawn-type turfs must be considered in this respect. In regions with short growing seasons early spring green-up is needed. This is usually associated with early quiescence, an important source of resistance to winter frost and pathogen damage. In regions with short sport seasons green growth is not needed through the winter, but this is needed in milder winter areas. The aesthetics of turf colour and texture are important in amenity turf. It has so far been impossible to find all these required characteristics in a grass species or cultivar.

### Practical diagnosis of the causes of winter injury

The determination of the causes of physiological winter disease may be more difficult than where snow moulds are involved. It is not often that complete reliance can be placed on plant symptoms alone. It is advisable to have local weather and plant data such as:

1. Temperature of air and surface soil.
2. Date of development and thickness of the snow cover.
3. Autumn soil moisture content and state of the ground when the snow cover developed.
4. Duration of ice covers and their thickness.
5. Duration of winter thaws and state of the ground after thawing.
6. Duration of exposure of turf after thaw, air temperature and wind conditions.

7. Species and cultivar concerned.

8. Autumn management.

Often much of this information will be available only in very general terms, but it may provide valuable clues for the investigator to pursue.

Snow moulds should first be eliminated as the cause of the injury (Smith, 1987). The first indications of their activities at snow melt is the occurrence of mycelium and then the appearance of associated, discrete patches of killed or damaged foliage bearing fungal structures such as sclerotia or spores. Damage associated with heavy snow drifts is often likely to be fungal in origin.

“Winter burn”: Of old or senescing leaves of grasses is common in early winter before the development of a snow cover, but it may also occur in spring. This “tipping” and later “browning-off” which results from the low-temperature killing and desiccation of older leaf tissues, must be regarded as the normal onset of near-dormancy. Crown tissues are usually little affected.

Frost injury: On turf areas which are free from snow or have been inadequately covered, frost injury should be suspected if air temperatures are known to have fallen rapidly to lower than lethal temperatures for the hardened species and cultivar (see relative winter-hardiness). This damage is often associated with freezing and thawing of an ice cover in late winter and early spring when grass has lost cold-hardiness. The plants may then be killed at higher temperatures. Affected plants will turn limp and go brown in large patches. Examine plants for injury to lower crowns. Leaves of plants killed by freezing in early winter and then covered with snow may appear green at snow melt, but after thawing they go limp and brown.

Desiccation injury: This can occur when a snow cover is lacking and plants are exposed to winds which dry them out. Desiccation may take place at sub-zero temperatures when the soil is frozen or at higher temperatures when soil moisture is inadequate. Raised, exposed turf is more likely to suffer desiccation injury than low-lying, sheltered areas. Leaves of plants killed by desiccation are usually bleached. Patches of injured grasses may be localized or general. In the case of low-temperature desiccation the soil may appear moist after thawing, but in above-zero situations the soil is usually dry.

Ice injury: Although *Poa pratensis* and *Agrostis stolonifera*, which are important turfgrasses in northern regions, will tolerate complete freezing in ice for 15–60 days respectively at  $-4^{\circ}\text{C}$  when fully hardened, *Poa annua*, which is a very common associated turf grass will not. When they have lost hardiness in spring, grasses are more susceptible when frozen in ice. Under natural conditions temperatures are not as stable and uniform as those in controlled environments and this makes it uncertain if ice injury *per se* is a major cause of damage in turfgrasses. In the unstable weather found in the northern parts of western Europe or in the northeastern or northwestern North America with alternating periods of rain, sleet, snow, freezing and thawing, probably much of the injury ascribed to ice covers is caused by direct freezing injury of hydrated crowns when the ice cover melts. In some years, when an ice cover develops in winter and persists until spring, as in the “isbrand” of northern and coastal regions of Norway (Sjøseth, 1959) and in eastern Ontario and western Quebec (Edey, 1973) grass death may be due to ice suffocation. Dead plants will be found only in areas which were covered with ice sheets.

Frost-heaving in seedling turf grasses may be noted particularly in regions with unstable winter climates, in late

sowings on high organic or fine-textured, poorly-drained soils. Seedlings may be lifted right out of the soil and mature plants raised and roots, stolons or rhizomes torn. Mature turf may heave under similar climatic and soil conditions leaving an uneven surface. In the shallow depressions direct freezing injury may occur in spring.

Traffic injury is usually easy to identify since it takes the outline of feet, skis, snowmobile tracks or wheels of all-terrain vehicles and automobiles. Traffic patterns developing before frost are usually less distinct than where frozen grass blades are broken or crushed by pressure. Damage to the turf is usually directly proportional to the traffic intensity. Damage may occur with or without a snow cover. While deep snow may reduce crushing injury, when compacted the snow loses much of its insulating property so freezing injury may be greater.

### Management of physiological winter diseases

#### a. General

1. Select species and cultivars capable of adequate hardening for winter survival. Use a cultivar bred in and/or adapted to the region. Within a species lines may show considerable variability.
2. When establishing new turf sow or lay sod to allow plants to acclimate before the onset of severe winter weather. Seedlings should have reached the minimum of the 4th-leaf stage at that time. Where frost-heaving is a problem, the better the root development the less damage the plants are likely to sustain.
3. Practices which delay the onset of the grass plant towards quiescence reduce the potential for cold-acclimation (and also resistance to snow moulds). This is particularly the case with late-season or excessive N fertilizer usage. Vigorous growth of roots and shoots should have been encouraged by cultural practices during the growing season. Diseases and pests should have been controlled well before winter because weakened plants are less likely to survive. Adequate supplies of K, P and minor nutrients are necessary for vigorous growth and timely tissue maturation, essential for the attainment of cold-hardiness.
4. Management practices which improve turf surface conditions such as dethatching and vertical mowing and those which improve surface drainage such as pricking, coring and aerating are likely to be of benefit in getting rid of surface water from rain or melting snow. Although coring may be done late in the season in milder or in snowy regions, where turf may be unprotected by a snow cover, desiccation injury is frequently seen around unfilled core holes.
5. Raise height of mowing gradually in autumn to provide better protection for grass crowns, but persist in mowing until near dormancy is reached. Pick up clippings as these may mulch the turf unevenly and slow up drying of the surface and favour snow mould development.
6. The turf rootzone should be free draining; high organic matter and a high proportion of fine soil particles (clay and silt) should be avoided.
7. In site construction, make slopes or rises as gentle as possible especially in regions where desiccation injury is known to be a problem since steep slopes make effective watering difficult. Build lawns and greens with a slight slope or crown and pay particular attention to levelling to avoid ponding and permit free drainage. Install drains or cut temporary channels to dispose of dammed-up thaw water at spring run-off.

8. Provide logically placed, rather than landscaped paths to lessen winter traffic injury on turfed areas to which the public has access. Designate and sign areas for ski or motor toboggan use.

#### b. Particular problems

**Desiccation injury:** The grass species most commonly affected is *Poa annua* which frequently invades turf when the sown species i.e. *Agrostis stolonifera*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* or *Lolium perenne*, have been weakened or killed out by disease, insects, summer drought, chemical injury or mismanagement. *P. annua* regenerates freely from seed lying in the base of the sward. Considerable control over the effects of desiccation can be achieved indirectly by excluding *P. annua* and maintaining an adequate, seasonally-controlled growth of the desirable species. In particular, the prevention of snow mould injury in *Agrostis stolonifera* cultivars which are usually susceptible, constitutes a main line of defence against invasion by *P. annua*.

Mulching turf lightly and evenly with screened topdressing similar in composition to the rootzone, covering the turf with clear polyethylene sheeting (Evans, 1975) pinned with large wire staples, screen cloth (Ledebauer & Skogley, 1967), or special woven winter protection materials are suggested for light or moderate snowfall areas only where desiccation risk in late winter or spring is great. When or where snowfall is heavy, unperforated polyethylene sheets increase smothering risk. Temporary snow traps formed from snow fencing, tree branches and twigs laid on the turf or permanent wind-breaks of shrubs or trees may be used to reduce wind velocity and drying rate. However, these will also drop snow on the turf and in years when persistent snow drifts develop will also increase the risk of snow mould injury. Where covers or snow traps are used snow mould control fungicides should also be applied. Polyethylene covers should be removed in spring as soon as the danger of late spring frosts has passed to prevent the turfgrass being forced under the highly humid "greenhouse" conditions which develop under them.

**Low-temperature killing:** Only the most cold-hardy cultivars of species such as *Agropyron cristatum*, *Agrostis stolonifera*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Festuca ovina*, *Festuca duriuscula* or *Festuca rubra* should be used where low-temperature killing is a severe problem. Where some form of soil heating is practicable less cold hardy species such as *Lolium perenne*, *Phleum bertolonii*, *Phleum pratense* or *Festuca arundinacea* might be used. Cultivars of northern origin may be expected to survive better than those of southern provenance.

An adequate nutrient supply and correct nutrient balance between major nutrients are particularly important for the full development of cold-hardiness. Generally, high K and P to N ratios increase frost-hardiness and a high N ratio almost always decreases it. As a guide, where the use of K is necessary, fertilization in the ratio of 2 or 3 to 1 N to K should be aimed at, applied towards the end of the growing season for cool-season grasses in severe climates. For temperate, oceanic climates, where appreciable grass growth takes place in winter, this ratio may be increased to 3 to 4 to 1. In warm-season grasses in southern regions, where risk of freezing is low, the N to P and K ration usually has little effect on cold injury.

Because a high crown water content predisposes grasses to freezing injury, free surface and soil drainage of snow melt water should be facilitated, especially in spring, and irrigation in autumn should be adequate to

take care of possible desiccation, but not so excessive that turf goes into the winter waterlogged.

Fresh snow provides excellent insulation over turf and a layer 20—25 cm deep may be encouraged by ventilated snow fencing or brush placed on the turf. As the snow compacts its insulating properties decline and at the end of the winter may be quite low. At the same time the hardness of the grass plants has begun to decline also. It is doubtful whether turfgrasses are often killed by suffocation (in the Canadian prairies at least). But, if there is inadequate drainage the melting of a heavy snow blanket encouraged by trapping may increase hydration of the grass crowns and provide favourable conditions for freezing injury. Special insulating blankets which are available provide reasonable thermal protection for small valuable turf areas such as golf greens. Straw and other organic mulches have been used in the past to keep turf unfrozen for soccer and rugby football. Cereal straw compacts under snow and then loses much of its insulating properties. Straw and other bulky materials are difficult to keep in place before and to remove after winter.

Sub-surface soil warming by means of electrical resistance wires, warm air ducts and warm water pipes has been employed effectively to keep sports turf of various categories frost free and playable during winter. Soil warming also protects against low-temperature injury and permits the use of less cold-hardy grasses, i.e. *Lolium perenne* where *Poa pratensis* would normally have been used. However, the temperature of the turf must be carefully adjusted so that it does not favour the development of particular snow mould pathogens.

Ice injury: Where ice injury is a problem resistant species should be used. Some *Agrostis stolonifera* cultivars are resistant to long-duration encasement. *Poa pratensis* and *Phleum pratense* are moderately resistant, *Lolium perenne* and *Festuca arundinacea* are susceptible and *Poa annua* is very susceptible. Select the most frost-hardy cultivars and improve the drainage of the site. On shaded turf snow and frost may persist longer in spring than unshaded and turn into ice. It may be necessary to remove the snow from such locations with a snow blower. Where ice sheets form these may be dusted with a dark-coloured topdressing to encourage quicker melting.

Frost-heaving: Frost-heaving is a particular problem in late sown turf grass which has not had time to develop a root mass before winter, especially in fine-textured soils, those with high organic matter or inadequately drained. Similar soil conditions favour heaving in mature turf. Management practices that improve the vigour of rooting and that facilitate drainage in spring will reduce the risk of injury from heaving. Where it is necessary to make late sowings, the insulation of the turf with brushwood, artificial turf covers or snow trapped by snow fences may prevent heaving (Russell, 1961). Heaved seedlings or turf should be lightly rolled. Raising the height of cut in autumn allows the development of a heavier plant cover in spring which reduces the risk of heaving by providing better insulation (Andersen, 1960).

**Verfasser:** J. Drew Smith, Department of Horticulture Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada und Åse Kaurin, Institute of Biology and Geology, University of Tromsø, Norway

#### Literature

ABACHI, A., MYASHITA, Y. & ARAKI, H. 1976. On the varietal differences in survival of perennial ryegrass, *Lolium perenne* L. Res. Bull. Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta. (Sapporo) 114: 173-193.

- ADAMS, W. E. & TWERSKY, M. 1959. Effect of soil fertility on winterkilling of coastal bermuda grass. Agron. J. 52: 325-326.
- ANDERSEN, I. I. 1960. Investigation on the wintering of meadow plants in northern Norway. State Expt. Sta. Holt. Tromsø. 27: 635-660.
- ANDERSEN, I. I. 1963. Investigations on the wintering of meadow plants in northern Norway. II. Some investigations on damages caused by ice and water choking on meadows. State Expt. St. Holt. Tromsø. 31: 639-669.
- ANDERSEN, I. I. 1971. Investigations on the wintering of some forage grasses. State Expt. Sta. Holt. Tromsø. Rept. 40: 121-134.
- ANDREWS, C. J. & POMEROY, M. K. 1979. Toxicity of anaerobic metabolites accumulating in winter wheat seedlings during ice encasement. Plant Physiol. 64: 120-125.
- ANDREWS, C. J. & GUDLEIFSSON, B. E. 1983. A comparison of cold-hardiness and ice encasement tolerance of timothy grass and winter wheat. Can. J. Plant Sci. 63: 429-435.
- ARAKERI, H. R. & SCHMID, A. R. 1949. Cold resistance of various legumes and grasses in early stages of growth. Agron. J. 41: 182-185.
- ÅRSVOLL, K. 1973. Winter damage in Norwegian grasslands. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 56 (29): 14 pp.
- ÅRSVOLL, K. 1977. Effects of hardening, plant age and development in *Phleum pratense* and *Festuca pratensis* on resistance to snow mould fungi. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 56 (28): 14 pp.
- ÅRSVOLL, K. & LARSEN, A. 1977. Effects of nitrogen, phosphorous and potassium on resistance to snow mould fungi and on freezing tolerance in *Phleum pratense*. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 56(28): 14 pp.
- ASAHINA, E. 1954. A process of injury induced by the formation of frost on potato sprout. Low Temp. Sci. Sect. B, 11: 13-21.
- BAKER, H. K. & DAVID, G. L. 1963. Winter damage to grass. Agriculture 70(8): 380-382.
- BEARD, J. B. 1964. Effects of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass and creeping bentgrass. Crop Sci. 4: 638-640.
- BEARD, J. B. 1965a. Effects of ice covers in the field on two perennial grasses. Crop Sci. 5: 139-140.
- BEARD, J. B. 1965b. Bentgrass (*Agrostis* spp.) Varietal tolerance to ice cover injury. Agron. J. 57: 513.
- BEARD, J. B. 1966. Direct low temperature injury of nineteen turfgrasses. Mich. Agric. Expt. Sta. Quart. Bull. 48(3): 337-383.
- BEARD, J. B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall. N. J. 638 pp.
- BEARD, J. B. 1978. Ten years of research on winter injury on golf courses: causes and prevention. Greenmaster 14(7): 2-6.
- BEARD, J. B. & OLIEN, C. R. 1963. Low-temperature injury to the lower portion of *Poa annua* crowns. Crop Sci. 3: 362-363.
- BEARD, J. B. & RIEKE, P. E. 1966. The influence of nitrogen, potassium and cutting height on the low-temperature survival of grasses. Am. Soc. Agron. Agron. Abs. pp. 34.
- BIRYUKOV, S. V. & BABENKO, V. I. 1979. Role of red and far-red light in frost resistance of yarovized winter wheat after thaw. Izv. Akad. Nauk. S.S.S.R., Ser. Biol., 2: 220-227.
- BRESE, E. L. & FOSTER, C. A. 1970. Breeding for increased winter-hardiness in perennial ryegrass. Rept. Welsh Plant Breeding Sta. 1970: 77-88.
- BRUEHL, G. W. & CUNFER, B. 1971. Physiologic and environmental factors which affect the severity of snow mould of wheat. Phytopathology 61: 792-799.
- CARROLL, J. C. 1943. Effects of drought, temperature and nitrogen on turfgrasses. Plant Physiol. 18: 19-36.
- CARROLL, J. C. & WELTON, F. A. 1939. Effect of heavy and late applications of nitrogenous fertilizer on the cold resistance of Kentucky bluegrass. Plant Physiol. 14: 297-308.
- COSSENS, G. G. 1977. Winter survival of perennial grasses and clovers. J. Tussock Grassld. & Mountainld. Inst. 36: 2-4 (New Zealand).
- DENNIS, F. G. JR, LUMIS, J. P. & OLIEN, C. R. 1972. Comparative freezing patterns in stems of cherry and azalea. Plant Physiol. 50: 527-530.
- DEXTER, S. T. 1933. Effect of several environmental factors on the hardening of plants. Plant Physiol. 8: 123-139.
- DEXTER, S. T. 1956. The evaluation of crop plants for winter hardiness. Adv. in Agron. 8; 203-239.
- DOUGLAS, S. D. & ENSIGN, R. D. 1954. Sodar wheatgrass. Idaho Exp. Sta. Bull. 234.
- EDEY, S. N. Ice sheet injury and forage crops. Can. Agr. 18(1): 26-27.
- EKSTRAND, H. 1955a. The overwintering of autumn-sown cereals and forage grasses. Summary of investigations carried out and programme for the future. Statens Växtskyddsanstalt. Med. 67: 125 pp. (Swedish, En.)
- EKSTRAND, H. 1955a. The overwintering of autumn-sown cereals and forage grasses. III. Non-parasitic injuries and combinations of parasitic and winter injuries. Statens Växtskyddsanstalt. Med. 67: 96-103 (Swedish, En.)
- EVANS, G. E. 1975. Winter mulch covers, spring vigor, and subsequent growth of *Agrostis*. Agron. J. 67(4): 449-454.
- FULLER, M. P. & EAGLES, C. F. 1980. The effect of temperature on the cold-hardiness of *Lolium perenne* seedlings. J. Agric. Sci. Camb. 195: 77-81.
- GABRAN, O. 1939. The air exchange through a snow cover and its influence on the overwintering of plants. Meteor. Z. 56: 354-356. (German).
- GUDLEIFSSON, B. E. 1971. Overwintering injuries in grassland in Iceland. extent and causes. Dr. Scient. Thesis. Agric. Univ. Norway. 130 p. (duplicated) (Norwegian, En.).

- GUDLEIFSSON, B.E. 1975. Overwintering damage in grassland. Nord. Jordbrukforsk. 57(2): 498-504.
- GUDLEIFSSON, B.E. 1979. Descriptions of grass diseases No. 11. Ice and water damage. Weibulls Gräs-tips. 22. 2pp.
- GUSTA, L.V. 1985. Freezing resistance in plants. In: Plant production in the north (Å. Kaurin, O. Juntilla & J. Nilsen, eds.) p. 219-235. Norwegian Univ. Press. Tromsø, Oslo, Bergen, Stavanger.
- GUSTA, L.V. & FOWLER, D.B. 1979. Cold resistance and injury in winter cereals. In: Stress physiology in crop plants (H. Mussell and R.C. Staples eds.) pp. 159-178. John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- GUSTA, L.V., FOWLER, D.B. & TYLER, N.J. 1982. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In: Plant cold hardiness and freezing stress. Vol. 2. (P.H. Li & Sakai, eds.) p. 23-40. Academic Press, Inc., New York.
- HABESHAW, D. 1976. The laboratory investigation of winter hardiness in grasses. J. Sports Turf Res. Inst. 5: 122-128.
- HAY, R.K.M. & HEIDE, O.M. 1983. Specific photoperiodic stimulation of dry matter production in a high latitude cultivar of *Poa pratensis*. Physiol. Plant. 57: 135-142.
- HABJORA, A. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative growth of different Norwegian ecotypes of *Poa pratensis*. Meld. Norg. Landbrhøgsk. 55(16): 1-26.
- HEINRICH, D.H. & LAWRENCE, T. 1958. Russian wild ryegrass. Can. Dept. Agric. Publ. 991.
- HUOKONA, E. 1974. Wintering of heavily fertilized grasslands. Proc. 12th Inter. Grassl. Cong. 2: 213-218.
- HUNT, I.V. Ed. 1969. Study Conference on winterkill. West of Scot. Coll. Auchincruive, Ayr. 3 July 1969. Publ. West Scot. Coll. Agric. 260-92pp.
- ILJIN, W.S. 1933. On the death of plant structure through drying out and on their defence against death from desiccation. Protoplasma 19: 412-442. (German).
- JACKSON, K.A., UHLMAN, D.R. & CHALMERS, B. 1966. Frost heave in soils. J. Appl. Physics. 37(2): 848-852.
- JAMALAINEN, E.A. 1960. Low-temperature parasitic fungi of grassland and their chemical control in Finland. Proc. 8th Inter. Grassl. Cong. 8A/1: 194-196.
- JOHNSTON, W.J. & DICKENS, R. 1976. Centipede-grass cold tolerance as affected by environmental factors. Agron. J. 68: 83-85.
- JUNG, G.A. & KOCHER, R.E. 1974. Influence of applied nitrogen and clipping treatment on winter survival of perennial cool-season grasses. Agron. J. 68: 83-85.
- JUNG, G.A. & SMITH, D. 1961. Trend in cold resistance and chemical changes over winter in the roots and crowns of alfalfa and medium red clover. I. Changes in certain nitrogen and carbohydrate fractions. II. Changes in mineral constituents. Agron. J. 53: 359-366.
- KACPERSKA, A. 1985. Biochemical and physiological aspects of frost hardening in herbaceous plants. In: Plant production in the north. (Å. Kaurin, O. Juntilla & J. Nilsen, eds.) pp. 99-115. Norwegian Univ. Press. Oslo, Tromsø, Bergen, Stavanger.
- KAURIN, A. 1985. Effects of light quality on frost hardening in *Poa alpina*. In: Plant production in the north. (Å. Kaurin, O. Juntilla & J. Nilsen) pp. 116-126. Norwegian Univ. Press. Oslo, Tromsø, Bergen, Stavanger.
- KEAR, J. 1963. The agricultural importance of wild goose droppings. Wildfowl Trust An. Rept. 14: 72-77.
- KIRK, L.E. Crested wheatgrass. Univ. Sask. Bull. 54.
- KLEBESADEL, L.J. 1977. Unusual autumn temperature pattern implicated in 1975/76 winterkill of plants. Agroborealis 9(1): 21-22.
- KLEBESADEL, L.E. 1986. New bluegrass cultivars from north-latitude origins look good in preliminary evaluations. 1985 An. Rept. Agric. For. Expt. Sta. Univ. Alaska-Fairbanks. Misc. Pub. 86-1: 29-30.
- KNOWLES, R.P. 1961. Comparison of grasses for dryland turf. Can. J. Plant Sci. 41: 602-606.
- KOLKUNOV, V.V. 1931. Correlation of anatomical coefficients and physiological properties of plants., Zhurn. Optyn Agronomii. 14: 321-340. (Russian).
- KOLOSOVA, A.V. 1941. Winter hardiness of perennial herbage plants. Vest. Sel'skohoos Nauk. Korkrodobyvanic. 2: 69-72 (Herbage Abs 14: 256, 1944).
- KRESGE, C.B. 1974. Effect of fertilization on winter-hardiness of forages. Pages 437-453 In Mays, D.D. Ed. Forage fertilization. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am.
- KULANDAIVELU, G. & SAROJINI, G. 1980. Blue light-induced enhancement of certain enzymes in heterotrophically grown cultures of *Scenedesmus obliquus*. In: The blue light syndrome (H. Senger, ed.) pp. 372-380. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- LARSEN, A. 1978. Freezing tolerance in grasses. Methods of testing in controlled environments. Meld. Norg. Landbrhøgsk. 57(23): 1-56.
- LAYCOCK, R.W. 1980. Multi-centre trials of turfgrass cultivars in the U.K. 2. *Poa pratensis* (Smooth-stalked meadow-grass), 1975-9. J. Sports Turf Res. Inst. 56: 18-54.
- LAYCOCK, R.W. & SHILDRICK, J.P. 1979. Multi-centre trials of turfgrass cultivars in the UK. 1. *Lolium perenne* (Perennial ryegrass), 1974-8. J. Sports Turf Res. Inst. 55: 7-35.
- LEBEAU, J.B. 1966. Pathology of winter injured grasses and legumes in western Canada. Crop. Sci. 6: 23-25.
- LEDEBOER, F.B. & SKOGLEY, C.R. 1967. Plastic screens for winter protection. Golf Course Repr. 35 (8): 22-25.
- LEVITT, J. 1939. Relation of cabbage hardiness to bound water, unfrozen water and cell contraction when frozen. Plant Physiol. 14: 93-112.
- LEVITT, J. 1956. The hardiness of plants. Advances in agronomy. Academic Press, New York. 6: 278pp.
- LEVITT, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, New York, 697p.
- LEVITT, J. 1959. Bound water and frost-hardiness. Plant Physiol. 34: 664-667.
- LEVITT, F. & SCARTH, G.W. 1936. Frost-hardening studies with living cells. II. Permeability in relation to frost resistance in the seasonal cycle. Can. J. Res. C. 14: 285-305.
- LORENZETTI, F., TYLER, B.F., COOPER, J.P. & BREESE, E.L. 1971. Cold tolerance and winter-hardiness in *Lolium perenne*. Development of screening techniques for cold tolerance and survey of geographical varieties. J. Agric. Sci. Camb. 76: 199-209.
- MARRIOTT, R.W. 1973. The manurial effect of Cape Barren goose droppings. Wildfowl. 24: 131-133.
- MAXIMOV, N.A. 1930. A textbook of plant physiology. (Translated by Murneck, A.E. & Harvey, R.B.) McGraw-Hill Book Co. New York. 381pp.
- MAYLAND, H.F. & CARY, J.W. 1970. Frost and chilling injury to growing plants. Advances in Agronomy. Academic Press 22: 203-234.
- McCOLL, D. & COOPER, J.P. 1967. Climatic variation in forage grasses. III. Seasonal changes in growth and assimilation in climatic races of *Lolium*, *Dactylis* and *Festuca*. J. Appl. Ecol. 4: 113-127.
- McCOOL, M.M. & BOUYOUCOS, G.L. 1939. Causes and effects of soil heaving. Mich. Agric. Exp. Sta. Spec. Bull. 192.
- McCOWAN, B.H., HALL, T.C. & BECK, G.E. 1969. Plant leaf and stem proteins. II. Isozymes and environmental change. Plant Physiol. 44: 210-216.
- MAZUR, P. 1966. Physical and chemical basis of injury in single-celled microorganisms subjected to freezing and thawing. Pages 213-215 In Merryman, H.T. ed. Cryobiology, Academic Press, New York.
- MORRISON, K.J., HARSTON, C.B., WOFE, H.H., BRANNON, D.H. & HARRIS, M.R. 1957. Lawns. State Coll. Wash. Ext. Bull. 482: 15pp.
- N.I.A.B. 1978/9. Farmers leaflet 16. Nat. Inst. Agric. Bot. Cambridge, England.
- NE 57. Technical Research Committee. 1977. Northeastern regional turfgrass evaluation of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) 1967-1973. Bull. 814. Penn. State Univ.
- NIKKI, I. 1974. Mechanism of the sward damage caused by freezing and the protection methods against it. Proc. 12th Inter. Grassland Cong. 1(2): 465-469.
- NOSHIRO, M. 1982a. Studies on freezing resistance of pasture species. 3. Freezing resistance of different organs of several pasture species. J. Japan Grassland Sci. 23(3): 239-246.
- NOSHIRO, M. 1982b. Freezing resistance of grasses encased in ice. J. Japan Grassland Soc. 28(3): 339-341.
- OLLETT, C.E. 1976. Winter-hardiness and survival of forage crops in Canada. Can. J. Plant Sci. 56: 679-689.
- PEAKE, R.W. 1963. Forages. Lethbridge Res. Sta. Highlights. 31 (1 April).
- PEAKE, R.W. 1964. Evaluation of cold-hardiness by controlled freezing of field-hardened crops. Can. J. Plant Sci. 44: 538-543.
- PICHLER, F. 1948. On the carbonic acid and oxygen content of the air under a snow cover. Wetter u. Leben. 1:15 (German).
- RAINENKO, K. & LAURILLA, A. 1975. Five-year Report of the Hankkija Plant Breeding Institute, Finland. (Finnish).
- REEVES, S.A. & McBEE, G.G. 1972. Nutritional influences on cold hardiness of St. Augustinegrass (*Stenotaphrum secundatum*). Agron. J. 64(4): 447-450.
- REEVES, S.A., McBEE, G.G. & BLOODWORTH, M.E. 1970. The effect of N, P and K tissue levels and late fall fertilization on the cold-hardiness of Tifgreen bermudagrass (*Cynodon dactylon* X *C. transvaalensis*). Agron. J. 62: 659-662.
- RITCHIE, I., M. 1973. Selection of grasses and legumes for high altitude revegetation. In: Revegetation in the rehabilitation of mountainlands. Symposium 16. J1-J3. N.Z. For. Serv. (Cited by Cossens, G.G. 1977).
- RIVRO. 1980. 55th descriptive list of varieties of field crops. Rijksinst. Rassenondersoek Cultuurgewassen. (RIVRO). The Netherlands 336pp. (Dutch).
- ROGLER, G.A. 1943. Response of geographical strains of grasses to low temperatures. Agron. J. 35: 547-559.
- RUSSELL, E.W. 1961. Soil conditions and plant growth. Longmans, London.
- SANTARIUS, K.A. 1973. The protective effect of sugars on chloroplast membranes during temperature and water stress and its relationship to frost, desiccation and heat resistance. Planta (Berlin) 113: 105-114.
- SELLSCHOP, J.P. & SALMON, S.C. 1928. The influence of chilling above freezing point on certain crop plants. J. Agric. Res. 37: 315-338.
- SHIMADA, T. 1982. The degree of winter hardiness of orchardgrass strains developed from plants surviving in severely winterkilled pastures. J. Japan Grassland Soc. 28(3): 253-257.
- SIMINOVITCH, D., & SCARTH, G.W. 1938. A study of the mechanism of frost injury to plants. Can. J. Res. Sect. C. 16: 467-481.
- SIMONSEN, O. 1985. Herbage breeding in northern areas. In: Plant

production in the north. (Å. Kaurin, O. Juntilla, and J. Nilsen, eds.) p. 227-295. Norwegian University Press, Oslo, Tromsø, Bergen, Stavanger.

SJØSETH, H. 1959. Studies on ice encasement in strains of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*). Acta. Agric. Scand. 9: 292-298.

SMITH, D. 1964a. Freezing injury of forage plants. Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 5: 32-56.

SMITH, D. 1964b. Winter injury and the survival of forage plants. Herb. Abs. 34(4): 203-209.

SMITH, D. 1968. Varietal chemical differences associated with freezing resistance in forage plants. Cryobiology 5: 148-159.

SMITH, D. 1968. Carbohydrates in grasses. IV. Influence of temperature on the sugar and fructosan composition of timothy plants at anthesis. Crop Sci. 8: 331-334.

SMITH, J.D. 1974. Turfgrass in Saskatchewan — Present state, future needs. Rept. Turfgrass Work Conf., Ottawa, 26-28 March 1974. 3 pp. (duplicated).

SMITH, J.D. 1975. Scandinavian turf pathologically speaking. Weibulls Gräs-tips 18: 15-18. (Swedish, En.).

SMITH, J.D. 1978. Dormie Kentucky bluegrass. Can. J. Plant Sci. 58: 291-292.

SMITH, J.D. 1980a. Snow mould resistance in turfgrasses and the need for regional testing. Pages 275-282 In: Beard, J.B. ed. Proc. 3rd. Int. Turfgrass Research Conf. A.S.A., C.S.S.A., S.S.S.A. & Int. Turfgrass Soc.

SMITH, J.D. 1980b. Turfgrass diseases, breeding and culture. Turfgrass Res. Summ. Ornamentals Rev. Western Region, Res. Br. Agric. Can. 11 pp. (duplicated).

SMITH, J.D. 1981. Some turfgrass disease problems in Saskatchewan. Greenmaster 17(2): 5-7.

SMITH, J.D. 1987. Winter hardiness and overwintering diseases of amenity turfgrasses with special reference to the Canadian Prairies. Res. Br. Agric. Can. Ottawa. Tech. Bull. 1987-12E.

S.T.R.I. 1980. Turfgrasses del. seed, 1980. Sports Turf Res. Inst. 105 pp.

STEPONKUS, P.L. 1979. Effects of freezing and cold acclimation on

membrane structure and function. In: Stress physiology in crop plants (H. Mussell & R.C. Staples, eds.) pp. 143-158. John Wiley and Sons Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto.

THOMAS, W.D. & LAZENBY, A. 1968. Growth cabinet studies into cold tolerance of *Festuca arundinacea* populations. III. Cold tolerance of roots and shoots.

TOMIYAMA, K. 1955. Studies in the snow blight disease of winter cereals. Hokkaido Nat. Agric. Expt. Sta. 47: 225-234.

TRONSMO, A.M. 1982. Effects of low-temperature hardening on resistance to biotic and abiotic stress factors in grasses. Dr. Scient. Thesis. Agric. Univ. Norway, 71 pp. (Duplicated).

TUMANOV, I.I. 1940. Physiological foundations of winter-hardiness in cultivated plants. Sel'khozgiz. Moscow. 336pp. (Cited by Vasil'yev, I.M. 1961).

TUMANOV, I.I., BORODINA, I.N. & OLEINKOVA, I.V. 1935. The role of snow cover in the wintering of crops. Bull. Appl. Genet. & Plant Breeding. 3(6): 3-57. (Cited by Vasil'yev, I.M. 1961).

VASIL'YEV, I.M. 1961. Wintering of plants. Translated from the Russian by Royer & Royer Inc. Am. Inst. Biol. Sci. 300 pp.

WARD, C.Y., McWHIRTER, E.L. & THOMPSON, W.R. Jr. 1974. Evaluation of cool-season turf species and planting techniques, for overseeding bermudagrass golf greens. Pages 480-495. In: Roberts, E.C. ed. Proc. 2nd Inter. Turfgrass Res. Conf. Blacksburg, Va.

WEISER, C.J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. Science, 169: 1269-1278.

WHITE, W.J. & HORNER, W.H. 1943. The winter survival of grass and legume plants in fall sown plots. Scientific. Agric. 23: 399-408.

WILKINSON, J.G. & DUFF, D.T. 1972. Effect of fall fertilization on cold resistance, color and growth of Kentucky bluegrass. Agron. J. 64: 345-348.

YLIMÄKI, A. 1962. The effect of snow cover on temperature conditions in the soil and overwintering field crops. Ann. Agric. Fenn. 1: 192-216.

YOUNGNER, V.B. 1959. Environmental factors affecting bermudagrass growth and dormancy. Calif. Turfgrass Cult. 9 (4) 25-26.

## Berichte — Mitteilungen — Informationen

### Die Rasenseminare der Deutschen Rasengesellschaft 1989/1990

Die Deutsche Rasengesellschaft wird ihre Rasenseminarreihe in 1989 und 1990 fortsetzen. Alle Rasenseminare stehen unter Schwerpunktthemen, die wiederum aus verschiedenen Perspektiven intensiv beleuchtet werden. Selbstverständlich untermauern Exkursionen den theoretischen Teil.

Folgende Seminare sind 1989 und 1990 vorgesehen:

61. Rasenseminar und Mitgliederversammlung am 8./9. Mai 1989 in Wiesbaden zum Thema „Extensivbegrünung im Stadtbereich“ (siehe Anlage)
62. Rasenseminar am 12./13.6.1989 im norddeutschen Raum zum Thema „Ökologische Optimierung von Golfplätzen“
63. Rasenseminar am 28./29.9.1989 in Landsberg/Lech (Oberbayern) zum Thema „Entwicklungsverhalten von bodennahen Bauweisen“
64. Rasenseminar am 23./24.4.1990 in Konstanz/Lindau zum Thema „Winterschäden bei Golfgrasen“
65. Rasenseminar am 21./22.6.1990 in Freiburg/Breisgau zum Thema „Weinbergbegrünung“
66. Rasenseminar am 11./12.10.1990 im Großraum Ruhrgebiet zum Thema „Haldenbegrünung oder Straßenbegleitgrün“

### 61. Rasenseminar am 8./9. Mai 1989 in Wiesbaden

Die Deutsche Rasengesellschaft veranstaltet ihr 61. Rasenseminar am 8./9. Mai 1989 im Massa-Hotel, Ostring 9, 6200 Wiesbaden-Nordenstadt, Telefon: 061 22/801-0.

#### Das Programm

Generalthema: „Extensivbegrünung im Stadtbereich“  
Seminar- und Diskussionsleitung: Dr. Schulz, Hohenheim

Montag, den 8. Mai 1989

- |           |   |
|-----------|---|
| 9.00 Uhr  | Exkursion zum Generalthema: „Extensivbegrünung im Stadtbereich“<br>Praktische Führung auf Extensivbegrünungsflächen mit Blumen- und Kräutersaaten/Anspritzbegrünung an der B 42 Eitville<br>Führung: Dipl.-Ing. Bauoberrat Helmut Friedrich   |
| 12.30 Uhr | Mittagessen   |
| 14.00 Uhr | Vorträge zum Generalthema<br>a) Praktische Aspekte: „Wann und wo ist Extensivgrün als Blumen- und Kräuterwiese vertretbar?“<br>Referent: Dipl.-Ing. Naujocks, Wiesbaden<br>b) Technische Aspekte: „Vom Schnitt bis zur Kompostierung — technischer Aufwand in der Langgut-Kette beim Extensivgrün“<br>Referent: Prof. Dr. Kromer / Dipl.-Ing. agr. Reloe, Bonn<br>c) Ökonomische Aspekte: „Pflegetaufwand von Stadtwiesen“<br>Referent: Dipl.-Ing. Dierßen, Stuttgart |
| 19.00 Uhr | Empfang der Deutschen Rasengesellschaft zum 25jährigen Bestehen   |

Dienstag, den 9. Mai 1989

- |           |  |
|-----------|--|
| 8.30 Uhr  | d) Ökologische Aspekte: „Möglichkeiten der Staudenpflanzung zur Entwicklung von Wiesengesellschaften im Stadtgrün“ |
| 9.30 Uhr  | Mitgliederversammlung der Deutschen Rasengesellschaft (gesonderte Einladung)                                       |
| 11.00 Uhr | Abfahrt zur Bundesgartenschau Frankfurt.   |

— Änderungen vorbehalten —





## Golf- und Rasen-Seminar der Firma Düsing, Gelsenkirchen

Am 14. Februar 1989 veranstaltete der Grüne Großmarkt Gelsenkirchen, wie sich die Firma Düsing nennt, ein internationales Golf- und Rasen-Seminar im Schloß Berge und im Betriebsgelände in der Braukämperstraße. Über 120 Teilnehmer konnte die Inhaberin des Unternehmens, Frau Beate *Düsing*, begrüßen. Interessante Referate hielten Dr. *Müller-Beck* zum Thema: „Der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln in der Rasenpflege unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen und Umweltfragen“, Dr. H. *Schulz* zum Thema: „Die Auswahl geeigneter Gräserarten und -sorten zur Begrenzung des Pflegeaufwandes bei Schnitt, Beregnung und Pflanzenschutzmaßnahmen“ sowie C.D. *Ratjen*, der Präsident der International Greenkeeper

Association, über die „Entwicklung und Zukunft der Greenkeeperweiterbildung“. Hier wurde insbesondere die nun gestartete Greenkeeperausbildung mit Zertifikat in der Deula-Schule Kempen vorgestellt. Die Referate von Dr. *Müller-Beck* und Dr. *Schulz* sind hier auszugsweise abgedruckt.

Den Teilnehmern dieses Seminars, darunter insbesondere eine Vielzahl in der Praxis stehender Greenkeeper, Fachhändler und Rasen-Spezialisten, gaben die Referate reichlich Stoff zur Diskussion und viele fachliche Informationen zu den angesprochenen Themen. So mußten nach Schluß der Referate viele Fachfragen beantwortet werden.

Am Anschluß fand eine Betriebsbesichtigung des Unternehmens Grüner Großmarkt Gelsenkirchen in der Braukämperstraße statt. Dabei konnte auch eine spezielle Maschinenausstellung besichtigt werden.

## Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Rasenpflege unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen und Umweltfragen

Aus der Sicht des Golfsportes werden bei den spieltechnisch relevanten Flächen (Green/Tee/Fairway) hohe Anforderungen an die Rasenqualität gestellt. Zahlreiche Faktoren der Pflanzenentwicklung, des Witterungsverlaufes oder des Bodenzustandes bestimmen deshalb die Art und die Intensität der notwendigen Pflegemaßnahmen. Hier wird deutlich, daß die Rasenteilflächen des Golfplatzes durchaus als Sportrasen (Strapazierrasen) bezeichnet werden können. Dabei nehmen Greens und Tees etwa 2 ha (ca. 3%) und Fairways etwa 30 ha (ca. 50%) der Gesamtfläche ein.

Bei der Beurteilung der Rasenqualität steht in erster Linie das Golfgreen im Mittelpunkt. Gerade auf diesen Flächen kann die Beeinträchtigung durch Rasenkrankheiten eine wesentliche Rolle spielen.

Neben den zahlreichen mechanischen Pflegemaßnahmen bietet der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eine Möglichkeit zur Eingrenzung und Kontrolle dieser Rasenkrankheiten.

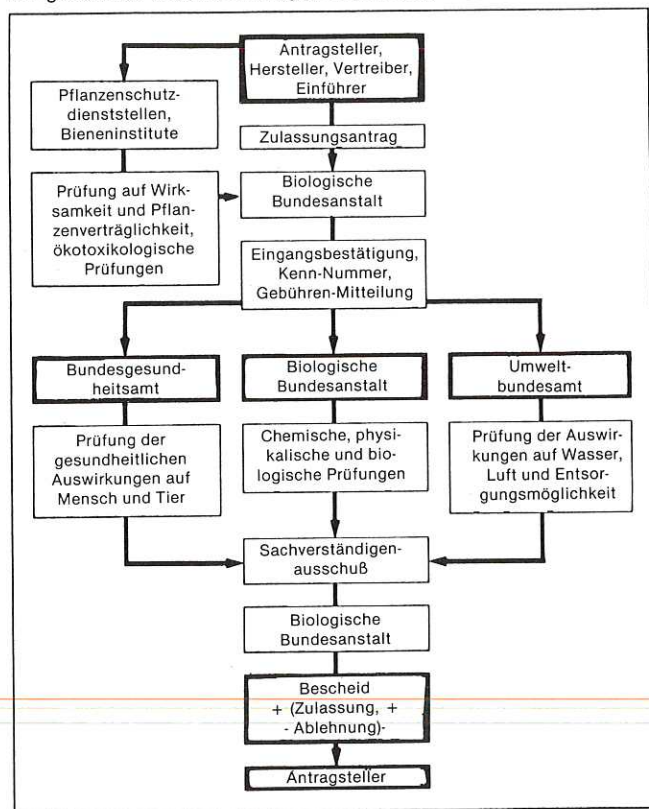
Mit dem Referat soll nun weniger die Empfehlung geeigneter Präparate zur Bekämpfung bestimmter Krankhei-

ten verbunden sein, denn die Liste der für die Rasenanwendung zugelassenen Fungizide ist bereits mit den Mitteln Comfuval FL und Tecto FL sowie Saprol und Tarsol erschöpft. Hier geht es vielmehr darum, deutlich zu machen, daß wir beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln an gesetzliche Bestimmungen gebunden sind und nicht nach Gutdünken mit ihnen verfahren dürfen.

Regeln und Gesetze kann man jedoch nur einhalten, wenn man sie kennt. Seit Juli 1988 wird im Pflanzenschutzgesetz in § 10 Abs. 1 festgelegt, daß diejenigen Personen, die Pflanzenschutzmittel u.a. in einem Betrieb des Gartenbaues anwenden, die dafür erforderliche Zuverlässigkeit und die erforderlichen fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten besitzen, damit schädliche Auswirkungen auf Mensch oder Tier sowie auf den Naturhaushalt vermieden werden. Die erforderlichen fachlichen Kenntnisse sind der zuständigen Behörde auf Verlangen nachzuweisen. Im Rahmen der Greenkeeper-Ausbildung in Kempen wird zukünftig dieser Sachkundennachweis erarbeitet werden.

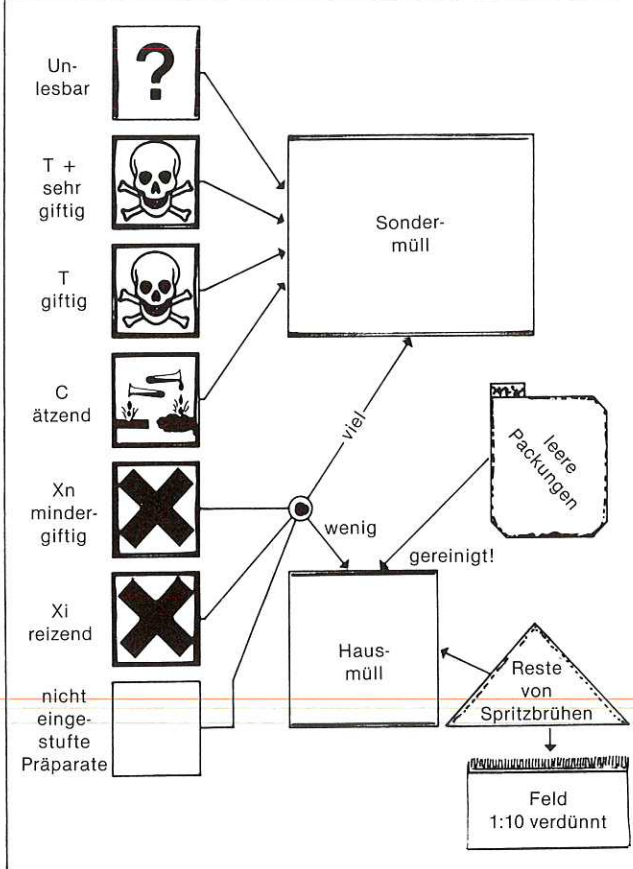
## Zulassung und Kennzeichnung von Pflanzenschutzmitteln

In der chemischen Industrie werden alljährlich viele Tausende neuer chemischer Verbindungen synthetisiert. Diese werden auch im Hinblick darauf untersucht, ob sie in irgendeiner Weise Wirkungen entwickeln



Ablauf des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel.

## Beseitigung der Reste von Pflanzenschutzmitteln



Die weiteren Ausführungen des Referates behandeln beispielhaft die unterschiedlichen Aspekte der zahlreichen Rechtsbereiche, in denen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln geregelt ist (z.B. Pflanzenschutzgesetz/Lebensmittelrecht/-Wasserrecht/Arbeitsrecht/Naturschutzrecht).

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln regelt der § 6 Abs. 2 Pflanzenschutzgesetz. Hier heißt es: „Pflanzenschutzmittel dürfen auf Freiflächen nur angewandt werden, soweit diese landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich

oder gärtnerisch genutzt werden.“ Zur weiteren Definition lautet es in der Begründung des Gesetzestextes: „Der Begriff gärtnerisch umfaßt über den Begriff landwirtschaftlich hinausgehend auch insbesondere Haus- und Ziergärten sowie öffentliche und private Grünanlagen, Sportanlagen und sonstige Außenanlagen sowie Friedhöfe.“ Müller-Beck

Referat: Dr. Müller-Beck, Fachberatung Compo GmbH, Münster Golfseminar Grüner Großmarkt, Gelsenkirchen 14.2.89

## Die Auswahl geeigneter Gräserarten und -sorten zur Begrenzung des Pflegeaufwandes bei Schnitt, Beregnung und Pflanzenschutzmaßnahmen

### Zusammenfassung:

Die Rasenflächen des Golfplatzes bieten die breite Palette der unterschiedlichen Rasentypen vom Zierrasen und Gebrauchsrasen über Strapazierrasen bis hin zum Landschaftsrasen.

Großes Augenmerk ist deshalb auf die Mischungszusammensetzung mit den geeigneten Gräserarten zu richten. Besonders die Tiefschnittverträglichkeit ist bei Grä-

sern für das Golfgreen gefragt. Daneben spielt natürlich die Trittbelastbarkeit eine herausragende Rolle bei der Artenwahl. In der Tabelle sind darüber hinaus u.a. Kennzahlen für die Bedürfnisse an Licht, Temperatur, Feuchte, Bodenreaktion und Stickstoff zusammengestellt. Zur Beurteilung der Bestände ist es erforderlich, die wichtigsten Grasarten wie *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Poa annua* zu kennen. Zur Bestimmung dieser

Arten kann der vereinfachte Bestimmungsschlüssel herangezogen werden (Tabelle).

Ein wichtiges Ziel bei der züchterischen Bearbeitung von Rasengräsern stellt die Krankheitsresistenz dar. Aus dem aktuellen Sortenangebot werden in einer weiteren Tabelle die Anfälligkeiten für die bedeutendsten Rasenkrankheiten wie Blattfleckenkrankheit (Drechslera), Rost (Puccinia), Rotspitzigkeit (Corticium) und Schneeschim-

mel (Fusarium) nach der Bonitierung des Bundessortenamtes zusammengestellt.

Die standortgerechte Auswahl der richtigen Gräserarten und -sorten schützt vor späteren Entwicklungsstörungen und epidemischen Krankheitsverläufen. Vorbeugen ist besser als heilen.

Referat: Dr. H. Schulz, Institut für Pflanzenbau, Universität Stuttgart-Hohenheim, Golfrasenseminar Grüner Großmarkt Gelsenkirchen, 14.2.89

**Kennzahlen der Rasengräser  
(nach Ellenberg, ergänzt durch Schulz)**

	L	T	F	R	N	t	s	
Agrostis canina	9	x	9	3	1	6	8	Hundsstraußgras
Agrostis stolonifera	8	x	6	x	5	7	9	Flechtstraußgras
Agrostis gigantea	7	x	8	7	6	6	5	Fioringras
Agrostis capillaris	7	x	x	3	3	6	8	Rotes Straußgras
Cynosurus cristatus	8	5	5	x	4	5	5	Kammgras
Festuca ovina vulgaris	7	x	3	3	x	4	3	Gemeiner Schafschwingel
Festuca ovina duriuscula	9	7	2	8	1	4	5	Härtlicher Schwingel
Festuca ovina capillata	7	6	4	2	2	4	4	Feinblättriger Schwingel
Festuca ovina vallesiaca	7	6	3	5	2	4	3	Walliser Schwingel
Festuca rubra rubra	x	x	x	x	x	5	6	Ausläuferrotschwingel
Festuca rubra trichophylla	7	x	x	3	2	5	7	Rotschwingel mit Kurzausläufern
Festuca rubra commutata	7	x	x	3	2	5	7	Horstrotschwingel
Lolium perenne	8	5	5	x	7	9	6	Deutsches Weidelgras
Phleum pratense	7	x	5	x	6	6	5	Wiesenlieschgras
Phleum bertolonii	7	6	4	x	4	6	6	Zwiebellieschgras
Poa annua	7	x	6	x	8	8	8	Jähriges Rispengras
Poa pratensis	6	x	5	x	6	7	7	Wiesenrispe

L = Lichtzahl	F = Feuchtezahl	N = Stickstoffzahl	s = Schnittverträglichkeit
1 = Schattenpflanze	1 = Trockenzeiger	1 = Stickstoffarmut anzeigend	1 = nicht schnittverträglich
9 = Lichtpflanze	9 = Nässezeiger	9 = übermäßigen Stickstoff anzeigend	9 = schnittverträglich
T = Temperaturzahl	R = Reaktionszahl	t = Tritbelastbarkeit	x = indifferent
1 = Kältezeiger	1 = Säurezeiger	1 = nicht belastbar	
9 = Wärmezeiger	9 = Kalkzeiger	9 = stark belastbar	

**Wichtige Bestimmungsmerkmale der Gräserarten auf Rasenflächen (nach Schulz)**

Botan. Name	Blattspreite		Unter-	Öhr-	Häut-	Scheide	Farbe	Horst(H)	deut-	
	Riefen	Skispur	seite	chen	chen	geschl. Haare	Trieb-	unter-(UA)	sch-	
			Glanz				grund	ober-(OA)	er Name	
								Ausl.		
<b>1. Borstenförmige Blätter</b>										
Festuca ovina	++	-	-	-	-	-	-	H	Schafschwingel	
Festuca rubra com.	+++	-	(+)	-	-	+	(+)	H	Horstrotschwingel	
<b>2. jüngstes Blatt gefaltet</b>										
Lolium perenne	++	-	-	++	++	+	-	rot	H	Dt. Weidelgras
Festuca rubra rubra	+++	-	(+)	-	-	+	(+)	-	UA	Ausläufer Rotschw.
Poa pratensis	-	++	(+)	-	-	(+)	(+)	-	UA	Wiesenrispe
Poa trivialis	-	+	-	++	-	+++	-	-	OA	Gemeine Rispe
Poa annua	-	+	-	+	-	++	-	-	H	Jährige Rispe
Poa supina	-	+	-	+	-	(+)	-	-	OA	Lägerrispe
Dactylis glomerata	-	-	-	-	-	+++	-	(+)	H	Knautgras
Cynosurus crist.	++	-	-	+	(+)	+	-	gelbbraun	H	Kammgras
<b>3. jüngstes Blatt gerollt</b>										
Festuca pratensis	++	-	-	++	+++	++	-	rot	H	Wiesenschwingel
Elymus repens	+	-	+	-	+++	+	-	+	UA	Ackerquecke
Phleum pratense	(+)	-	-	-	-	++	-	-	H	Lieschgras
Phleum bertolonii	(+)	-	-	-	-	++	-	-	H	Zwiebellieschgras
Bromus hordeaceus	+	-	+++	-	-	++	+	+++	H	Weiche Trespe
Holcus lanatus	+	-	++	-	-	+++	-	++ viol.Str.	H	Wolliges Honiggras
Trisetum flavescens	+	-	++	-	-	+++	-	+++	H	Goldhafer
Alopecurus prat.	++	-	-	(+)	-	++	-	braun	H(UA)	Wiesenfuchsschwanz
Agrostis stolonifera	+	-	-	+	-	+++	-	-	OA	Flechtstraußgras
Agrostis capillaris	++	-	-	+	-	+	-	-	UA	Rotes Straußgras
Agrostis canina	+	-	-	+	-	++	-	-	OA	Hundsstraußgras

- +++ sehr gute Ausbildung des Merkmales
- ++ gute Ausbildung des Merkmales
- + wenig deutliche Ausbildung des Merkmales
- (+) sehr schwache Ausbildung des Merkmales

## Barenbrug beabsichtigt Anbindung an Unilever Pflanzenzucht-Gruppe

Unilever und das niederländische Saatunternehmen Barenbrug, haben gemeinsam bekanntgegeben, daß sie damit rechnen, Einigung über die Zusammenlegung ihrer Aktivitäten auf dem Pflanzenzuchtsektor zu erzielen. Unilever wird dann eine Beteiligung von 60 Prozent an Barenbrug erwerben.

Barenbrug, mit der Zentrale in Oosterhout bei Nijmegen, ist eines der großen Grassaatunternehmen in Europa und auf dem Sektor von Züchtung, Vermehrung und Verkauf einer breiten Palette von Gras- und Futterpflanzen tätig. Das Unternehmen hat 10 Tochtergesellschaften in Europa und den Vereinigten Staaten und beschäftigt weltweit über 200 Mitarbeiter. Der Jahresumsatz von Barenbrug beläuft sich auf etwa 130 Mio. holländische Gulden (rund 115 Mio. DM).

Der Schwerpunkt von Unilevers Pflanzenzuchtinteressen in Europa liegt bei ihrer Tochter PBI, in Cambridge, erworben im Oktober 1987 aus britischem Staatsbesitz. Sie ist auf dem Agrarsektor der führende Züchter in Großbritannien mit Vermehrungsprogrammen für Getreide, Kartoffeln, Ölsaaten, Erbsen und Bohnen und dem Verkauf auf in- und ausländischen Märkten.

Die Transaktion wäre im Sinne der erklärten Absicht von Unilever, seine Pflanzenzuchtaktivitäten international zu entwickeln. Mit Barenbrug und seinen Aktivitäten in wichtigen europäischen Ländern und seinen weltweiten Kontakten würde eine Reihe von Kulturpflanzen hinzukommen, die gegenwärtig nicht zum Sortiment der PBI Cambridge-Zuchtplanzen gehören. Ein Zusammenschluß mit PBI Cambridge bedeutet für Barenbrug eine beträchtliche Ausweitung des Pflanzensortiments, größere Forschungsmöglichkeiten und weitere Sicherheiten für die Zukunft des Unternehmens.

### Die Barenbrug-Gruppe

Barenbrug, ein seit 1904 in Familienbesitz befindliches niederländisches Unternehmen, umfaßt eine Gruppe von 10 Gesellschaften in den Niederlanden, Großbritannien, Frankreich, der Bundesrepublik Deutschland, Belgien, Luxemburg und den USA. Der Konzern hält ferner eine 26prozentige Beteiligung an New Zealand Agriseed Ltd.

## N-Düngung in Wasserschutzgebieten

Der von Schwemmer, Heidelberg, und Schulz, Hohenheim, in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Kultus und Sport, dem Ministerium für Ländlichen Raum, Landwirtschaft und Forsten sowie dem Ministerium für Umwelt in Baden-Württemberg erstellte Leitfaden für Stickstoffdüngung von Sportrasen und sonstigen Rasenflächen in Wasserschutzgebieten ist noch einmal überarbeitet worden und bedarf der abschließenden Verabschiedung durch die drei zuständigen Ministerien. An Hand dieser Empfehlungen sollen auch außerhalb der Wasserschutzgebiete Erfahrungen gesammelt werden, um in Zukunft bedarfs- und umweltgerechter düngen zu können.

## Zeitschrift RASEN/TURF/GAZON bietet Greenkeepern ein neues Veröffentlichungsorgan

Die Pflege von Golfplätzen gewinnt ständig an Bedeutung. Einerseits nimmt die Zahl der Plätze in der Bundesrepublik zu, andererseits verändert die öffentliche Diskussion die Ausführung der Platzpflege.

Die Organisation der Greenkeeper, die International Greenkeeper Association (IGA) ist deshalb bestrebt, die Kommunikation und den Austausch praktischer Erfahrungen unter den Kollegen zu intensivieren. Aus diesem Grunde hat der IGA-Vorstand auf seiner letzten Sitzung beschlossen, anstelle des bisher unregelmäßig erscheinenden Greenkeeper-Bulletins für eine angemessene Veröffentlichungsform der Greenkeeper-Belange zu sorgen.

### Zeitschrift RASEN erscheint mit Extra „Greenkeeper Journal“

Aus fachlichen Erwägungen wird nun im Rahmen der Zeitschrift RASEN/TURF/GAZON das neue „Greenkeeper-Journal“ erscheinen. Nachdem die grundsätzliche Entscheidung bei der IGA getroffen wurde, hat der Hortus Verlag eine entsprechende Regelung zur Verteilung der vierteljährlich erscheinenden Zeitschrift an die IGA-Mitglieder getroffen. Besonders vorteilhaft erscheint es, daß die zukünftigen Beiträge mehrsprachig (deutsch/englisch/französisch) gedruckt werden.

Mit der Vorbereitung des neuen „Greenkeeper-Journals“ wird sich ein kleines Redaktions-Team aus dem Vorstand der IGA und der Deutschen Rasengesellschaft (DRG) in Kürze befassen. Es ist beabsichtigt, mit Heft 2/89 die erste Ausgabe des „Greenkeeper-Journals“ aufzulegen. Inhaltlich steht der Erfahrungsaustausch zu praktischen Belangen der Golfplatzpflege im Mittelpunkt. Die Aufgabenstellung aus speziellen Platzsituationen und die entsprechenden Lösungen sollen in Form von Reportagen dargestellt werden.

### Vertiefung von Fachkenntnissen

Gerade in diesen Tagen drücken die ersten Kursteilnehmer der Greenkeeper-Ausbildung die Schulbank an der DEULA-Lehranstalt in Kempen. Umfangreiches Fachwissen wird dort in 3 aufeinander aufbauenden Kursen den zukünftigen Greenkeepern vermittelt.

Das neue „Greenkeeper-Journal“ wird selbstverständlich über die Entwicklung dieser Ausbildungsmöglichkeiten berichten. Darüber hinaus bietet sich an, bestimmte Kursinhalte zu veröffentlichen, damit Lehrgangsteilnehmer die erworbenen Kenntnisse auffrischen und vertiefen können.

Es ist zu begrüßen, wenn sich mit dem „Greenkeeper-Journal“ ein ansprechendes Heft zur Unterstützung des Greenkeepers bei seinen umfangreichen Aufgaben entwickelt.

Müller-Beck

## QUARZSAND

mehrfach gewaschen in  
verschiedenen Körnungen  
zum Besanden des Rasens.

**Franz Feil**

Quarzsandwerk  
8835 Pleinfeld  
☎ 09144/250-Sandwerk 09172/1720

**RASEN**  
TURF | GAZON  
GRÜNFLÄCHEN  
BEGRÜNUNGEN

Die Ausgabe  
Nr. 2/89  
erscheint  
im Juni 1989.

## Freude am Garten



Wirtschaftsdünger aus natur-  
reinem Kuhdung und Torf.

**NATURREIN  
BIOLOGISCH AUFBAUAKTIV!**

Kompostierter Kuhmist. Reich  
an natürlichen Nährstoffen und  
aktiven Bodenbakterien. Für ein  
gesundes Wachstum, mehr  
Widerstandskraft, viele schöne  
Blüten bzw. volles und natürli-  
ches Aroma.

Finsterwalder Hof · Mailinger Weg 5  
8214 Hittenkirchen · ☎ (08051)2469

# Gut gerüstet



... für starke Belastungen der  
Rasenflächen

Isodur®-Langzeitdünger mit  
Regenerationskraft.

... bei strengen Umweltauflagen

Isodur®-Rasendünger, die sanfte  
bedarfsgerechte Gräserversorgung  
– der Pflanze und Umwelt zuliebe.

... durch konsequente Beratung  
mit Bodenanalyse zur standort-  
gerechten Grünflächenpflege.

**BASF** Gruppe



# KÖLN, 8.-11. NOVEMBER 1989



## Internationale Fachmesse für Flächengestaltung und -pflege

Die Gestaltung, Nutzung und Pflege des vorhandenen Bodens ist eine Herausforderung für die planerische Kreativität, 08/15-Ideen haben keine Zukunft.

Die Zeit der phantasielosen und oft auch nutzlosen Flächennutzung ist vorbei. Heute wird für die Umwelt- und Lebensqualität geplant. Umfassende integrierte Konzepte für die Stadtentwicklung, grüne Lungen für Städte und

Ballungsgebiete, Areal für Erholung und Entspannung in der Natur, so heißen die Aufgaben heute. Sie verlangen von Planern, Entscheidern und Unternehmern viel kreative Phantasie – und sie verlangen vom Markt ein Angebot der Ideen, Konzepte und Lösungen für die praktische Umsetzung.

In Köln zeigen über 300 Firmen aus 12 Ländern neue

Wege für die bestmögliche Gestaltung und Nutzung des vorhandenen Bodens sowie für die Pflege von Frei- und Grünflächen.

Die areal zeigt: Grünanlagen- und Wegebau · Pflanzen und Saat · Platz- und Landschaftspflege · Anlagenausstattung und -einrichtung · Biologisch-chemische Produkte · Winterdienst · Friedhofstechnik · Dienstleistungen

## Ihr Termin mit Dreifach-Nutzen **DIE DREIFACH MESSE**



Internationale  
Fachmesse  
für Freizeit-  
Sport- und  
Bäderanlagen

Internationale  
Fachmesse  
für Flächen-  
gestaltung  
und -pflege

Internationale  
Fachmesse  
für Reinigung  
und Wartung

Weitere Informationen:  
KölnMesse, Messeplatz 1, Postfach 21 07 60,  
5000 Köln 21, Tel.: 0221/821 23 27

 **KölnMesse**