

# Sparsamer Umgang mit Beregnungswasser auf Rasenflächen des öffentlichen Grüns

Leinauer, B.

## Zusammenfassung

Hohe Temperaturen, begrenzte Niederschläge und eine ungleichmäßige jährliche Niederschlagsverteilung verursacht durch die Klimaveränderung, schränken Wachstum, Qualität und Funktionalität einer Grasnarbe ein, sofern nicht ausreichend bewässert wird. Der Rasenbewässerung im städtischen Grün wird deshalb in Zukunft ein noch höherer Stellenwert beigemessen werden müssen. Erschwerend kommt hinzu, dass an Orten, an denen Grünflächen bereits beregnet werden, diese als Hauptquelle für einen hohen städtischen Trinkwasserverbrauch in den Sommermonaten verantwortlich gemacht werden, da Beregnung in Mengen angewandt wird, die über einen evapotranspirativen Bedarf hinausgeht. Strategien, welche die Einsparung von Trinkwasser für die Beregnung umsetzen, müssen eingeführt und gefördert werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die für Rasen verwendete Trinkwassermenge zu reduzieren oder ganz zu eliminieren. Erstens könnte auf das zur Bewässerung verwendete Trinkwasser vollständig verzichtet werden und durch Brauchwasser (recyceltes Wasser) oder nicht trinkfähiges Grund- oder Oberflächenwasser ersetzt werden. Zweitens könnten Gräser mit geringem Wasserverbrauch verwendet werden, die an die örtlichen klimatischen Bedingungen angepasst sind. Drittens würde die Einführung einer effizienten Bewässerungsmethode die Wassermenge erheblich reduzieren. Darüber hinaus können natürlich auch alle drei Maßnahmen kombiniert werden. In diesem Artikel werden die Auswirkungen aller oben genannten Strategien auf das Wassereinsparungspotenzial in einer städtischen Landschaft erörtert.

## Summary

High temperatures, limited precipitation, and uneven annual rainfall distribution limit the sustainability of adequate turfgrass growth and quality unless frequent and abundant irrigation is applied. The irrigation of turfgrass lawns in urban areas will therefore have to be given even greater importance in the future. In addition, lawn irrigation in residential and industrial areas in particular has been identified as a major source of high potable water use during the summer months, as irrigation water is applied in excess of an evapotranspirative demand. Consequently, strategies aimed at conserving potable water use for turf irrigation need to be introduced and encouraged.

There are several options to reduce or eliminate the amount of potable water used for turf. First, potable water used for irrigation could be eliminated completely and replaced by recycled or low quality ground water that does not meet standards for human consumption. Second, low water use grasses that are adapted to the local climatic conditions present could be used. Third, adopting the most efficient available method of irrigation would reduce water losses significantly, and fourth, a combination of all three measures could be used. This article discusses the effects of all of these strategies on the potential for water conservation in an urban landscape.

## Résumé

Les hautes températures tout comme les faibles précipitations ainsi que la répartition irrégulière des précipitations annuelles dues aux changements climatiques et à la croissance irrégulière du gazon en influencent sa qualité et sa fonctionnalité, à moins qu'elle ne soit suffisamment irriguée. C'est pourquoi il est à l'avenir indispensable d'accorder une plus grande importance à l'irrigation des espaces verts, urbains. Malheureusement, cette situation se complique grandement car les espaces verts qui sont actuellement irrigués, sont considérés comme les principaux utilisateurs d'eau potable dans les villes pendant les mois de l'été. En effet, l'eau utilisée pour l'irrigation dépasse de beaucoup les besoins d'évapotranspiration. C'est pourquoi il est essentiel d'introduire et de promouvoir des stratégies permettant d'économiser l'eau potable utilisée pour l'irrigation.

Il existe de nos jours différentes possibilités de réduire la quantité d'eau potable utilisée ou même de l'éliminer complètement. Il est tout d'abord possible de ne plus du tout utiliser de l'eau potable pour l'irrigation et de la remplacer par des eaux usées (eaux recyclées), telles que les eaux non potables provenant des nappes phréatiques ou les eaux de surface. Il est ensuite possible d'utiliser des variétés de graminées nécessitant peu d'arrosage et mieux adaptées aux conditions climatiques locales. Enfin, il serait bon d'introduire une nouvelle méthode d'irrigation plus performante qui permettrait de réduire grandement la quantité d'eau utilisée. Il serait en outre possible de combiner les trois mesures évoquées ci-dessus. En conclusion, on a analysé les conséquences des stratégies décrites dans cet article sur le potentiel d'économie d'eau dans les villes.

## Einleitung

Bevölkerungswachstum und Stadtentwicklung in ariden und semi-ariden Regionen der Welt üben einen zunehmenden Druck auf die Wasserversorgung in diesen Regionen aus und führen zu einem wachsenden Mangel an Trinkwasser. Infolgedessen wird die Aufmerksamkeit verstärkt auf die Wassermengen gerichtet, die vermeintlich nicht zum Zweck des gesellschaftlichen Zusammenlebens genutzt werden und somit als nicht wesentlich angesehen werden. Hier ist beispielhaft die Bewässerung von Grün- und Parkflächen, wie öffentliche Parks, Golf- oder Sportplätze zu nennen.

Als „Non-Food“ Pflanzendecke bietet ein Rasen viele Vorteile für das städtische Leben, die jedoch oft übersehen und nicht entsprechend bewertet werden. Diese beinhalten z. B. Abschwächung von Wärmeinseln, Erosionsschutz, Schatten, Bereitstellung einer kühlen und sicheren Spielfläche für alle Arten von Bewegungsaktivitäten bis zur Sportausübung auf dem Rasenplatz oder den Festveranstaltungen im Freien. Diese Vorteile sind wirtschaftlich und monetär nur schwer zu quantifizieren, da Rasen keinen messbaren Ertrag aufweist.

Auf der anderen Seite tragen Golfplätze, ein Marktsegment der Rasenindustrie, erheblich zur lokalen Wirtschaftskraft bei, verbrauchen jedoch in den USA nur weniger als 2 % des Wassers (RATCLIFF, 1999). Der finanzielle Ertrag im Vergleich zum geringen Anteil an verbrauchtem Wasser macht Rasen zu einer hochwertigen gärtnerischen Anbaufrucht.

Trotz der wirtschaftlichen Bedeutung und der anhaltenden öffentlichen Nachfrage nach Grünflächen ist der Wasserverbrauch von Rasengras zu einem wichtigen Punkt in der politischen Debatte geworden, dies gilt insbesondere in ariden und semi-ariden Regionen. Die Bewässerung von Rasen wird oftmals als unnötiger Luxus angesehen, und politische Entscheidungsträger sind gezwungen, Vorgaben hinsichtlich Wassereinsparung zu treffen, die in einigen Fällen die Rasenindustrie gegen andere Interessengruppen in der Gemeinde ausspielen. Einschränkungen hinsichtlich einer zugeteilten Wassermenge sind häufig die Folge, insbesondere wenn 50 % oder mehr des städtischen Wasserverbrauchs für die Beregnung von Hausgärten bzw.

Grünflächen verwendet werden (KJELGREN et al., 2000, DEVITT und MORRIS, 2006).

## Strategien zur Einsparung von Beregnungswasser

Im Rahmen umfassender Bemühungen zur Einsparung von Trinkwasser bieten sich vier Strategien an, die entweder zur Reduzierung oder zur vollständigen Eliminierung von Trinkwasser für die Rasenbewässerung in Betracht gezogen werden können. Der vollständige Ersatz von Trinkwasser durch Brauchwasser (recyceltes Wasser) oder nicht trinkfähiges Grund- oder Oberflächenwasser hat sicherlich den größten Einfluss von allen Maßnahmen zur Reduzierung des Verbrauchs von Bewässerungswasser. Daneben können Rasengräser verwendet werden, die an das lokale Klima angepasst sind und mit weniger Wasser als herkömmliche Rasengräser überleben können. Drittens kann die Verwendung effizienter Bewässerungssysteme und Bewässerungssteuerungen zur Maximierung der Beregnungseffizienz dazu beitragen Trinkwasser zu sparen. Viertens könnte eine Kombination aus zwei oder allen drei Maßnahmen angewendet werden.

## Nicht trinkbares Wasser für die Rasenbewässerung

Für die Bewässerung von Rasenflächen stehen verschiedene Quellen für nicht trinkbares oder anders beinträchtigt Wasser zur Verfügung. Dazu gehören recyceltes Wasser (wird auch als Abwasser oder aufbereitetes Wasser bezeichnet), Grauwasser, salzhaltiges Grundwasser, Brack- oder Grundwasser, Sturmwater und Rücklaufwasser. Recyceltes oder wiederverwendetes Wasser ist zu einer wichtigen Bewässerungsquelle geworden, da in städtischen Gebieten große Mengen produziert werden und es die einzige Wasserquelle ist, die wächst, während andere abnehmen (QIAN und MECHAM, 2005).

Im Südwesten der USA werden derzeit 37 % aller Golfplätze mit recyceltem Wasser bewässert (GCSAA, 2009). Darüber hinaus haben Städte duale Wasserverteilungssysteme eingeführt, die Trinkwasser für den Hausbereich und recyceltes Wasser auf Gebiete verteilt, für die eine nicht-trinkbare Qualität zugelassen ist. In St. Petersburg, Florida, versorgt ein solches System mehr als 7.000 Wohnhäuser und Unterneh-

men mit recyceltem Wasser (USEPA, 2008). Recyceltes Wasser beschreibt Wasser, das mindestens einem Zyklus (menschlicher) Verwendung unterzogen wurde und dann eine signifikante Behandlung (z.B. in einer Kläranlage) erhalten hat, damit es sich für verschiedene Wiederverwendungszwecke, einschließlich Beregnung, eignet (HARIVANDI, 2004). In mehreren Bundesstaaten der USA (einschließlich Arizona, Kalifornien und New Mexico) können Hausbesitzer Grauwasser für den Gartenbau, die Rasenpflege und die Landschaftsgestaltung verwenden (HARIVANDI et al., 2006). Diese Art von Wasser besteht aus dem Wasser der Waschbecken, Badewannen, Duschen und den Waschmaschinen (USEPA, 2008).

## Wasserqualität

Bei Verwendung dieser alternativen Wasserquellen müssen die Wasserqualitätsparameter (Salzgehalt [EC<sub>w</sub>], Natriumgehalt, anderer Ionengehalt und pH-Wert) bewertet und in Managementpläne aufgenommen werden, um eine angemessene Rasenqualität zu gewährleisten. Der Salzgehalt des Wassers wird als Gesamtmenge an gelösten Feststoffen (TDS) gemessen, die entweder in ppm oder Milligramm pro Liter (mg L<sup>-1</sup>) angegeben oder als elektrische Leitfähigkeit (EC<sub>w</sub>) bestimmt wird (mmhos/cm oder Decisimens pro Meter (dS/m) (HARIVANDI et al., 2006).

Bewässerungswasser wird im Allgemeinen für Gräser als akzeptabel angesehen, wenn der lösliche Salzgehalt unter 800 mg/l bleibt. Die elektrische Leitfähigkeit von Wasser zwischen 0,7 dS m<sup>-1</sup> (oder ~ 450 mg L<sup>-1</sup>) und 3 dS m<sup>-1</sup> (oder 2000 mg L<sup>-1</sup>) erhöht die Salzgehaltproblematik, sodass nur wenige salztolerante Rasengräser erfolgreich unter diesen Bedingungen kultiviert werden können. Wasser mit einem EC > 3 dS m<sup>-1</sup> sollte vermieden werden (HARIVANDI et al., 2006).

Darüber hinaus sind Bodentyp, Drainage und andere bodenphysikalische Eigenschaften wichtige Faktoren für die Bestimmung der Grenzwerte für den Salzgehalt in der Rasentragschicht und müssen bei der Entscheidung über die Eignung eines bestimmten Bewässerungswassers berücksichtigt werden.

## Umweltauswirkungen

In Untersuchungen an der Neu Mexico State Universität konnte gezeigt werden, dass sowohl gängige „Warmzonengräser“ als auch der Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*) auf sandigem

Boden mit salzhaltigem Grundwasser nachhaltig beregnet werden können (SEVOSTIANOVA et al., 2011 a,b).

Besonderes Augenmerk muss auch auf Parameter gelegt werden, die für die Umwelt und die menschliche Gesundheit von Bedeutung sind. Beispielsweise kann recyceltes Wasser Pflanzennährstoffe (z. B. Stickstoff und Phosphor) in Mengen enthalten, die nach Trinkwasserstandards als ungesund gelten, aber in ein Düngesprogramm eingearbeitet werden können. Beispielsweise ist ein Nitratgehalt von 20 ppm typisch für recyceltes Wasser (HUCK et al., 2000). Für Trinkwasser ist dieser Wert allerdings nicht akzeptabel. Wird hiermit jedoch der Rasen in der warmen Jahreszeit mit beispielsweise 5 mm/Tag bewässert, so liefert das recycelte Wasser ungefähr 3 g N/m<sup>2</sup> pro Monat, was den Nährstoffbedarf fast vollständig abdecken kann.

Die Bewässerung von Rasenflächen mit nicht trinkbarem und salzhaltigem Wasser kann je nach den Bestandteilen des Wassers und dem Bodentyp sowohl positive, als auch nachteilige Auswirkungen auf die Gräser und die darunter liegende Wurzelzone haben (MAGESAN, 2001). Mit der zunehmenden Verwendung von recyceltem Wasser zur Bewässerung kann jedoch auch die Versalzung von Wurzelzonen (GANJEGUNTE et al., 2017) einhergehen. Sanierungsstrategien, wie das Pflanzen salztoleranter Arten und das Auswaschen von Salzen aus der Wurzelzone werden hierzu angewendet (AYERS und WESTCOT, 1985; CARROW et al., 2000). Um eine nachhaltige Verwendung von nicht trinkbarem Wasser zur Bewässerung zu ermitteln, ist es wichtig, nicht nur die Fähigkeit von Böden und Pflanzen zu bewerten, ob sie einer anhaltenden Salzansammlung standhalten, sondern es müssen auch mögliche, langfristig schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser in Betracht gezogen werden.

## Wassersparende Gräser

Der Wasserbedarf eines Rasengrases ist ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl bestimmter Arten oder Sorten, für Gebiete, in denen der natürliche Niederschlag nicht ausreicht, um eine Grasnarbe auf einem akzeptablen Qualitätsniveau zu halten. Wasserverbrauchsdaten aus urbanen Zentren in ariden und semi-ariden Gebieten zeigen, dass oftmals 50 % oder mehr des Trinkwasserverbrauchs im Sommer für

die Beregnung verwendet wird. Grünflächenämter, die für die Pflege von Rasen und Sportanlagen verantwortlich sind, verwenden in den USA einen signifikanten Teil ihres jährlichen Budgets allein für die Deckung der Wasserkosten (SOLDAT et al., 2020). Dies hat dazu geführt, dass Rasengräser, die häufig einen großen Teil der Grünflächen ausmachen, als Pflanzen mit einem hohen Wasserbedarf klassifiziert werden.

## Grasarten

Häufig wird jedoch nicht berücksichtigt, dass vom Beregnungssystem nicht nur die Grasnarbe, sondern auch Büsche und Bäume profitieren. Als Reaktion auf den hohen Wasserverbrauch und die damit einhergehenden hohen Wasserkosten, wurden Programme implementiert, die traditionelle Rasengräser (wie Wiesenrispe, Deutsches Weidelgras oder Rohrschwengel) durch Gräser zu ersetzen, die als „gering wasserbrauchend“ gelten, mit dem Ziel, große Mengen an Trinkwasser einzusparen. Hierzu zählen in der Gruppe der C3-Gräser die Rotschwengel (*Festuca rubra* sp.) und in Klimazonen die für Kaltzonen- und Warmzonengräser geeignet sind, Büffelgras (*Buchloe dactyloides*), Gramagras (*Bouteloua gracilis*), Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) und Zoysiagrass (*Zoysia* sp.). Bei der Umsetzung dieser Programme wird jedoch oftmals übersehen, dass nicht jede Art uneingeschränkt auf jedem Standort und zu jedem Zweck eingesetzt werden kann. Kältetoleranz, Trittfestigkeit, Toleranz gegenüber niedrigen Schnitthöhen,

Regenerierfähigkeit sowie Farbe und Narbenqualität sind Eigenschaften, die normalerweise zuerst berücksichtigt werden, bevor Wasserverbrauch oder Trockenheitstoleranz in Betracht kommen. Insbesondere in den sogenannten klimatischen Übergangszonen (warme Sommer und kalte Winter) ist die Kältetoleranz mit das wichtigste Merkmal, das für mehrjährige Pflanzen gilt, egal ob Rasengräser, Ziersträucher, oder Bäume.

Rasenflächen sind darüber hinaus Trittbelastungen ausgesetzt, entweder aufgrund des Sports, der auf ihnen durchgeführt wird, oder aufgrund einer normalen Belastung z. B. durch Kinder oder Hunde. *Poa pratensis*, *Lolium perenne* oder *Festuca arundinacea* stellen daher immer die erste Wahl für Rasenflächen und Sportplätze dar, da sie die einzigen Rasengräser sind, die Trittbelastung und Kältetoleranz kombinieren und gleichzeitig dem ästhetischen Anspruch genügen.

## Evapotranspiration

„Wasserverbrauch“ beschreibt die Menge an Wasser, die von den Wurzeln aufgenommen und dann von den Pflanzen über Blätter und Halme an die Atmosphäre abgegeben wird (= Transpiration). Es schließt aber auch das Wasser ein, das aus dem die Pflanzen umgebenden Boden verdunstet (= Evaporation). Diese kombinierten Verluste werden als Evapotranspiration (= ET) bezeichnet. Sie werden in der Regel in mm pro Zeiteinheit (mm/Tag)

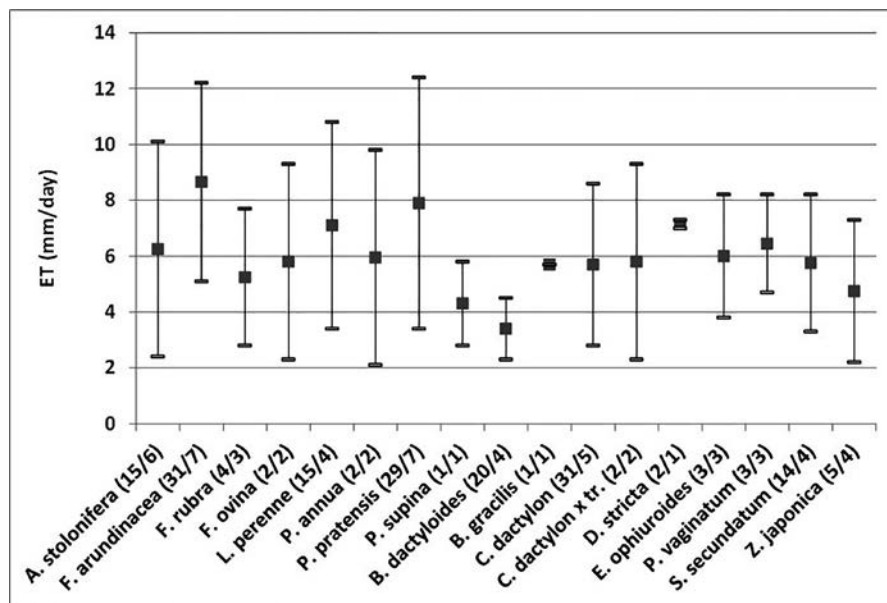


Abb. 1: ET-Werte verschiedener C3- und C4-Rasengräser aus Literaturangaben. Fehlerbalken zeigen den jeweiligen minimalen und maximalen veröffentlichten Wert der Grasart an. Die erste Zahl der in Klammern angegebenen Werte beschreibt die Anzahl der untersuchten Sorten und die zweite Zahl die Anzahl der Veröffentlichungen, die in die Grafik einfließen (LEINAUER et al., 2012).

gemessen und zur Bestimmung des Wasserbedarfs entweder durch Regen oder durch Bewässerung verwendet. Rasen-ET hängt von den klimatischen Bedingungen, der Bodenwasserverfügbarkeit, der Pflegeintensität (z. B. Schnitthöhe, Düngemenge) sowie den ausgewählten Arten und Sorten ab. Typische ET-Raten für „Kaltzonengräser“ liegen zwischen 3 und 8 mm/Tag und für „Warmzonengräser“ zwischen 2 und 5 mm/Tag (HUANG, 2006). ET kann direkt im Pflanzenstand oder indirekt von Klimaparametern einer Wetterstation gemessen werden.

In einer an der Universität von Nebraska durchgeführten Studie hatte Büffelgras eine ET, die gleich oder höher war, als die von *Poa pratensis*. Wenn reichlich Bodenwasser verfügbar ist, nehmen Pflanzen mehr Wasser auf (Luxusverbrauch) als unter begrenzten Bodenfeuchte-Bedingungen.

In Abbildung 1 ist eine Übersicht der in der Literatur veröffentlichten ET-Werte der gängigen C3- und C4-Gräser zusammengestellt (Leinauer et al., 2012). Die große Spannweite des Fehlerbalkens eines jeden Grases zeigt, dass keinem Gras ein eindeutig hoher oder niedriger Wasserverbrauch zugeschrieben werden kann. Die Frage nach der richtigen Berechnungsmenge sollte daher nicht lauten, wie viel Wasser benötigen Rasengräser, sondern vielmehr „mit wie wenig Wasser“ können sie überleben, um die gewünschten Qualitätserwartungen zu erfüllen. Alle Rasengräser, einschließlich Wiesenrispe und Rohrschwingel, können mit weniger als 100 % ET überleben. Hierbei werden Anpassungsmechanismen verwendet, die es Pflanzen ermöglichen, in der Trockenheit zu überleben.

Eine Berechnung mit weniger als 100 % ET wird als Defizitbewässerung bezeichnet und ist eine gängige Praxis in Gebieten, in denen Bewässerungssteuerungen direkt mit Wetterstationen verbunden sind (z. B. große Parks und Golfplätze). Der Faktor, der zur Reduzierung des ET-Wertes und zur Berechnung der Berechnungsmenge herangezogen wird, ist in der Literatur als  $K_c$ -Wert (Crop Coefficient) definiert. „Kaltzonengräser“ überleben normalerweise ohne signifikante Qualitätseinbuße bei 80 % ET ( $K_c = 0,8$ ) und die meisten „Warmzonengräser“ erfüllen Qualitätsansprüche selbst bei 60 % ET ( $K_c = 0,6$ ). Darüber hinaus können Rasengräser auch im Sommer längere Zeit ohne Bewässerung überleben. Gräser gehen dabei in die sogenannte

Sommerdormanz und werden bei Wiederbewässerung oder einsetzendem Regen wieder grün.

### C3 und C4-Rasengräser

In einer Studie an der New Mexico State University wurden Büffelgras-Testfelder drei Jahre lang nicht bewässert und waren einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von 150 mm bis 220 mm ausgesetzt. Die Gräser überlebten, zeigten jedoch nur insgesamt vier bis sechs Wochen pro Jahr eine grüne Farbe (SEVOSTIANOVA et al., 2010). Dies dürfte jedoch den Qualitätsansprüchen der Hausbesitzer, der Greenkeeper oder generell den Nutzern nicht entsprechen. Es zeigt allerdings die Fähigkeit zur Trockenresistenz einiger Rasengräser.

Bei der Auswahl von Rasengräsern hinsichtlich des Wasserbedarfs müssen eine Reihe von Faktoren berücksichtigt werden, wie beispielsweise Qualitätsstandard (Dichte und Farbe), Funktion der Grasnarbe, Wintertemperaturen und Salztoleranz (wenn zur Bewässerung nicht trinkbares Wasser verwendet wird). Zahlreiche Studien haben relative Salztoleranzen mehrerer C3- und C4-Gräser untersucht. Sie kamen alle zu dem Schluss, dass mit Ausnahme des Salzschwadens (*Puccinella distans*) die C4-Gräser (*Paspalum vaginatum*, *Distichlis spicata*, *Cynodon dactylon*, *Zoysia* sp.) salztoleranter sind als die C3-Gräser.

Basierend auf diesen Studien wäre die logische Schlussfolgerung, dass C4-Gräser in den von Sommertrockenheit betroffenen Gebieten verwendet werden sollten sowie in den Bereichen, in denen Brauchwasser oder salzhaltiges Wasser zur Bewässerung genutzt werden. Bis vor kurzem war die Verwendung von C4-Gräsern in klimatischen Übergangszonen jedoch schwierig, da ihre Vegetationsperiode kaum mehr als sechs Monate beträgt. Außerdem können die Wintertemperaturen unter den Gefrierpunkt absinken und „Warmzonengräser“ können aufgrund ihrer geringeren Kältetoleranz im Vergleich zu C3-Gräsern im Winter absterben. Bisher wurden in nur sehr wenigen Studien die kombinierten Auswirkungen von Umweltbelastungen wie Salzgehalt und Klimabedingungen und niedrige Temperatur auf C4-Gräser (MUNSHAW et al., 2004) oder Salz- und Trockenstress auf C3-Gräser (DEAN et al., 1996) untersucht.

Trockentolerante „Warmzonengräser“ wie z. B. Büffel- und Gramagrass sind einerseits kälte- und trocken tolerant und

weisen einen geringen Bewässerungsbedarf auf, sie zeigen andererseits jedoch eine schlechte Salztoleranz und Trittschadensverträglichkeit. Insbesondere die schlechte Trittschadensverträglichkeit lassen einen Einsatz dieser Gräser auf Strapazierrasen nicht zu. Bermudagrass und Zoysiagrass hingegen können auch bei minimaler Bewässerung überleben und weisen darüber hinaus eine gute Trittschadensverträglichkeit auf.

### „Growing Degree Days“ (GDD)

Die Verwendung von „Warmzonengräsern“ in Regionen mit Übergangsklima wird im mitteleuropäischen Raum sicherlich zunehmen. Temperaturen steigen aufgrund der Klimaveränderung an und mangelnde Kältetoleranz kann deshalb einer weiteren Verbreitung nicht mehr im Wege stehen. In diesem Zusammenhang muss die Dauer der Dormanz bzw. der jährlichen Grünfärbung nicht unbedingt ab- bzw. zunehmen. Der Beginn der Photosyntheseaktivität, Wachstum und Grünfärbung von „Warmzonengräsern“ im Frühjahr werden nicht nur von der absoluten Höhe der Tages- und Bodentemperatur bestimmt, sondern auch von der Menge der Sonneneinstrahlung und der Wärmegradtage (Growing Degree Days = GDD). In langen Frühjahrsperioden mit Temperaturen von unter 10 °C und hoher Bewölkungsdichte verbleiben C4-Gräser in der Dormanz bis der Schwellenwert für die Wärmegradtage (GDD) erreicht und die Sonneneinstrahlung hoch genug ist, um photosynthetisch aktiv zu werden. Eine lange Dormanzperiode, insbesondere im Frühjahr, stellt im Moment das Haupthindernis für eine großflächige Verbreitung von C4-Rasengräsern dar.

## Effiziente Bewässerungssysteme

Rasenflächen in Wohn- und Parkanlagen werden normalerweise mit ineffizienten Sprinkleranlagen bewässert, die häufig schlechte Verteilungskoeffizienten aufweisen (DEVITT und MORRIS, 2006). Eine Bewässerung wird dann als effizient bezeichnet, wenn das gesamte oder zumindest der größte Teil des gelieferten Wassers von der Pflanze genutzt werden kann. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, müssen Verluste wie Verdunstung, Oberflächenabfluss, Auswaschung und Windabdrift minimiert werden. Eine effiziente Alternative zur Sprinklerbewässerung ist die direkte Ausbringung der Bewässerung in der Wurzelzone durch unterirdische Systeme (Abbildung 2).

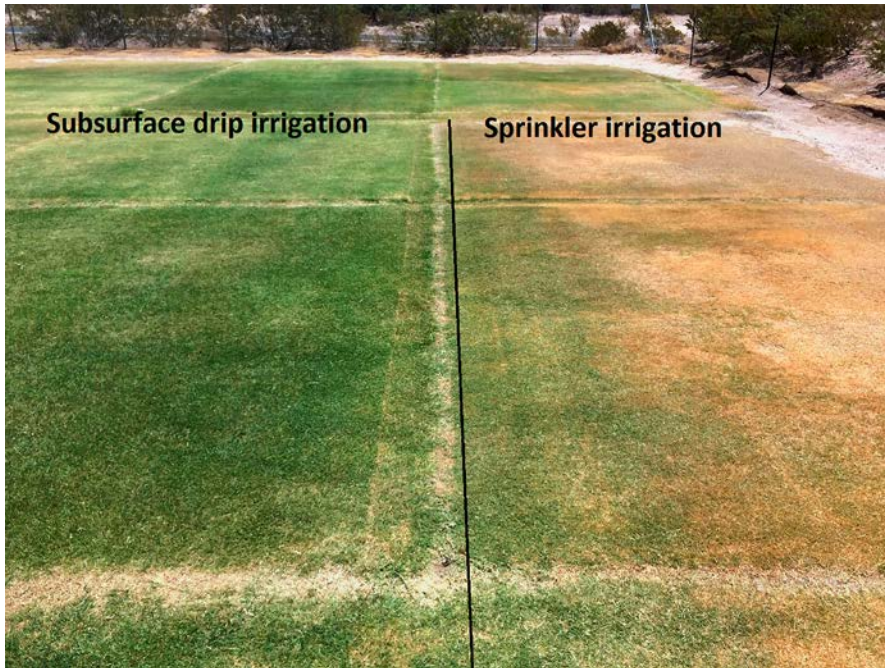


Abb. 2: Vergleich zweier Bewässerungssysteme bei einer stark reduzierten Wassermenge auf 10 % Evapotranspirationsrate ( $K_c = 0,1$ ) für Bermudagrass (*Cynodon dactylon*), links unterirdisches Tropfsystem, rechts Sprinklersystem. (Foto: B. Leinauer)

### Verteilgenauigkeit

Eine Studie, die Ergebnisse von über 6.800 Bewässerungsprüfungen analysierte und zusammenfasste, ergab, dass die durchschnittliche Verteilgenauigkeit (DU) von Sprinklerbewässerungssystemen auf Rasen, unabhängig von der Art der verwendeten Überkopfberegnung, 50 % aufweist (MECHAM, 2004). Um alle Bereiche eines Rasens mit einem Bewässerungssystem mit einem DU von 50 % ausreichend zu bewässern, verdoppelt sich die Menge an Bewässerungswasser im Vergleich zu der Menge, die eigentlich notwendig wäre, um ein angemessenes Qualitätsniveau zu erzielen. Dieses Beispiel zeigt, dass nicht die ausgewählte Grasart die größte Ursache zur Wasserverschwendung bei der Rasenbewässerung darstellt, sondern hier ist die ungenaue Verteilung der Beregnungsmenge durch das Bewässerungssystem zu nennen. Neue Sprinklertechnologien können einige der Verteilungsprobleme, die mit Verdunstung und Windabdrift verbunden sind, verbessern. So führen größere Wassertropfen zu einer geringeren Verdunstung und Windabdrift als ein typischer Sprinklernebel mit Mikrotröpfchen (LORENZINI, 2004). Tabelle 1 zeigt die Veränderung des Beregnungswasserbedarfs (WR) in Abhängigkeit von der Verteilgenauigkeit des Beregnungssystems (DU) und des Crop-Koeffizienten ( $K_c$ ). Für die Berechnung wurde eine vereinfachte Formel der Beregnungswasserkalkulation verwendet:

Dem Beispiel liegt ein wöchentlicher Wasserbedarf von 35 mm (tägliche ET von 5 mm) und eine Rasenfläche von 1 ha zugrunde.

	mm	1 ha	
DU = 1.0	35	350 m <sup>3</sup>	100 %
DU = 0.5 $K_c = 0.8$	56	550 m <sup>3</sup>	160 %
DU = 0.5 $K_c = 0.6$	42	420 m <sup>3</sup>	120 %
DU = 0.7 $K_c = 0.8$	40	400 m <sup>3</sup>	114 %

Tab. 1: Veränderung des Beregnungswasserbedarfs (WR) in Abhängigkeit von der Verteilgenauigkeit des Beregnungssystems (DU) und des Crop-Koeffizienten ( $K_c$ ).

Der theoretische wöchentliche Wasserverbrauch bei einer optimalen Verteilung (DU = 1), bei 35 mm Bedarf und einer Fläche von 1 ha beträgt 350 m<sup>3</sup>. Unter Praxisbedingungen kann der Bedarf bei „Kaltzonengräsern“ auf 80 % des ET-Wertes reduziert werden, die Verteilgenauigkeit der Beregnungsanlage ist in der Regel aber nur 50 %. Dadurch erhöht sich die Beregnungsmenge auf 550 m<sup>3</sup>, bzw. auf 160 % der theoretisch benötigten Menge. Bei „Warmzonengräsern“ ( $K_c = 0,6$ ) sinkt zwar der Wasserbedarf, er liegt jedoch beim Einsatz derselben Beregnungsanlage (DU = 0,5) immer noch deutlich über dem theoretisch optimalen Bedarf (120 %). Werden allerdings Verbesserungen und Optimierungen an der Be-

wässerungsanlage vorgenommen und gelingt es die Verteilgenauigkeit von 0,5 auf nur 0,7 zu erhöhen, so wird das Einsparungspotenzial selbst bei Verwendung von C3-Gräsern ( $K_c = 0,8$ ) nahezu maximiert und die Beregnungsmenge liegt nur geringfügig über dem theoretischen Bedarf (114 %).

Dieses Beispiel soll dokumentieren, dass eine Überprüfung in Verbindung mit der Optimierung und evtl. Neueinstellung der Beregnungsanlage eine größere Möglichkeit zur Wassereinsparung bietet, als den Pflanzenbestand eines Rasens komplett zu ändern, um auf sog. wassersparende Arten oder Sorten umzustellen.

### Unterirdische Bewässerung

Die Vorteile einer unterirdischen Bewässerung hinsichtlich Wasserverbrauch, Bewässerungseffizienz und Ernteertrag wurden in der Landwirtschaft eingehend untersucht und veröffentlicht (CAMP, 1998). Allerdings gibt es nur wenige Studien die längerfristige Auswirkungen einer unterirdischen Bewässerung auf Rasengräser untersuchten (SCHIAVON et al., 2010). Derartige Systeme auf Rasenflächen haben erst in den letzten Jahren eine zunehmende Beachtung erfahren. Zu den Vorteilen eines unterirdischen Bewässerungssystems gehört die ununterbrochene Nutzung des Rasens auch während der Bewässerung. Weiterhin zählen Energieeinsparungen aufgrund eines niedrigeren Wasserdrucks und Wassereinsparungen, da die Bewässerung direkt in der Wurzelzone erfolgt und nicht durch Windabdrift oder Verdunstung beeinträchtigt wird, zu den Vorteilen. Gründe für den begrenzten Einsatz einer unterirdischen Rasenbewässerung sind Schwierigkeiten bei der Bestimmung von Abstand und Tiefe des Verteilsystems, insbesondere in hängigen Bereichen, relativ hohe Installationskosten, Schwierigkeiten bei der Überwachung und/oder Reparatur beschädigter Rohre, mögliche Einschränkungen von Pflegemaßnahmen wie Aerifizieren oder PSM-Anwendungen.

Mehrere Studien haben über Wassereinsparungen zwischen 15 % und 90 % berichtet, wenn unterirdisch bewässert Rasen mit sprinklerbewässertem Rasen verglichen wurde (LEINAUER und MACK, 2007; LEINAUER et al., 2004; SOLOMON und JORGENSEN, 1992; STROUD, 1987; ZOLDOSKE et al., 1995). Die Ergebnisse variieren je nach Bodentyp und untersuchtem Bewässerungssystem. Signifikante Wassereinsparungen wurden beobachtet,

insbesondere wenn Anstausysteme untersucht wurden (LEINAUER et al., 2004). Faktoren, die in Studien jedoch nicht berücksichtigt wurden, sind Topographie oder die Ausgestaltung von Flächen. Die meisten Versuche wurden auf ebenen Flächen durchgeführt, die entweder quadratisch oder rechteckig waren und die relativ leicht mit Sprinklern gleichmäßig ohne Abfluss, Drift oder Überspritzen von Sprinklern zu bewässern waren. Diese Bedingungen repräsentieren jedoch nicht unbedingt die Realität. Insbesondere Hänge und unregelmäßig geformte Flächen sind schwer zu bewässern, und die oberirdische Beregnung kann zu Abfluss und erheblichem Übersprühen führen. Eine direkte Ausbringung von Wasser in der Wurzelzone führt zu weniger Verlusten und zu einer effizienteren Bewässerung (MOORE, 2006).

## Fazit

Die Bemühungen zur Einsparung von Beregnungswasser auf Zier-, Gebrauchs- und Strapazierrasen konzentrierten sich hauptsächlich auf die Gräserauswahl. Als Alternative kommt aufgrund eines angenommenen, hohen Bewässerungswasserbedarfs, die vollständige Beseitigung des Rasens in Betracht. Die Verbesserung der Verteilgenauigkeit von Beregnungssystemen oder die Verwendung alternativer Bewässerungssysteme bieten jedoch zusätzliche Ansätze zur Reduzierung der Bewässerungsmenge.

Das Potenzial für eine signifikante Wassereinsparung durch den Einsatz neuer Bewässerungstechnologien, bei gleichzeitigem Erhalt der Rasenflächen, bleibt bisher weitgehend ungenutzt. Eine ausführliche Übersicht zum Thema Rasenbewässerung veröffentlichten LEINAUER und DEVITT (2013) im Turfgrass Monograph 56.

## Literatur

AYERS, R.S. and D.W. WESTCOTT, 1985: Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

CAMP, C.R., 1998: Subsurface Drip Irrigation: A review. *Transact. ASAE*. 41: 1353-1367.

CARROW, R.N., M. HUCK and R.R. DUNCAN, 2000: Leaching for salinity management on turfgrass sites. *USGA Green Sec. Rec.* 38(6): 15-24.

DEAN, D.E., D.A. DEVITT, L.S. VERCHICK and R.L. MORRIS, 1996: Turfgrass quality, growth, and water use influenced by salinity and water stress. *Agron J.* 88: 844-949.

DEVITT, D.A. and R.L. MORRIS, 2006: Urban Landscape Water Conservation and the Species Effect. In: *Water Quality and Quantity Issues for Turfgrass in Urban Landscapes*. J.B. Beard and M. P. Kenna (eds.). CAST Special Publication 27. 171-192.

GANJEGUNTE, G.K., J.A. CLARK, R. SALLENAVE, E. SEVOSTIANOVA, M. SERENA, G. ALVAREZ and B. LEINAUER, 2017: Soil Salinity of an Urban Park after Long-Term Irrigation with Saline Ground Water. *Agronomy Journal* 109 (6): 3011-3018. doi:10.2134/agronj2017.06.0369

GCSAA, 2009: Golf Course Environmental Profile. Volume II. Water Use and Conservation Practices on U.S. Golf Courses, Golf Course Superintendents Association of America.

HARIVANDI, M.A., K.B. MARCUM and Y. QIAN, 2006: Recycled, gray, and saline water irrigation for turfgrass. (In): *Water Quality and Quantity Issues for Turfgrass in Urban Landscapes*. Eds: J.B. Beard and M. P. Kenna. CAST Special Publication # 27. 243-259.

HARIVANDI, M.A., 2004: A review of sports turf irrigation with municipal recycled water. *Acta Horticulturae* 661: 131-136.

HUANG, B., 2006: Turfgrass water requirements and factors affecting water usage. In: *Water Quality and Quantity Issues for Turfgrass in Urban Landscapes*. Eds: J.B. Beard and M. P. Kenna. CAST Special Publication # 27. 193-205.

KJELGREN, R., L. RUPP and D. KJELGREN, 2000: Water conservation in urban landscapes. *HortSci* 35(6): 1037-1040.

LEINAUER, B. and D. DEVITT, 2013: Irrigation science and technology. p. 1075-1133. In B. Horgan, J. Stier, S. Bonos (eds.) *Agronomy Monograph* 56. ASA, CSSA, and SSSA, Madison WI.

LEINAUER, B., M. SERENA, M. SCHIAVON and E. SEVOSTIANOVA, 2012: Water Demands and Water Conservation Strategies in Turfgrass Management. *Acta Hort* 938: 113-120.

LEINAUER, B. and J. MAKK, 2007: Establishment of Golf Greens under Different Construction Types, Irrigation Systems, and Rootzones. [Online] USGA Turfgrass Environ. Res. Online. 6(7):p. [1-7].

LEINAUER, B., R. SALLENAVE, D. VANLEEUWEN and H. SCHULZ, 2004: A Comparison of Construction Types and Their Associated Irrigation Systems: Effect on Turfgrass Quality, Drought Avoidance, and Irrigation Water Use. *Acta Hort. (ISHS)* 661:123-129.

LORENZINI, G., 2004: Simplified modeling of sprinkler droplet dynamics. *Biosystems Eng.* 87: 1-11.

MAGESAN, G.N., 2001: Changes in soil physical properties after irrigation of 2 forested soils with municipal wastewater. *New Zealand Journal of Forestry Science* 31. 188-195.

MECHAM, B., 2004: A Summary Report of Performance Evaluations on Lawn Sprinkler Systems. [www.ncwcd.org/ims/ims\\_info/SummaryEvaluationSprinklerSystems.pdf](http://www.ncwcd.org/ims/ims_info/SummaryEvaluationSprinklerSystems.pdf).

MOORE, J., 2006: Does this stuff work or not? *USGA Green Sec. Rec.* 44(3): 14-16.

MUNSHAW, G., X. ZHANG and E. ERVIN, 2004: Pass the salt: Irrigating with salt water may give bermudagrass an edge entering winter. *Golf Course Management*. 72(9):p. 89-92.

MOORE, J., 2006: Does this stuff work or not? *USGA Green Sec. Rec.* 44(3): 14-16.

QIAN, Y.L. and B. MECHAM, 2005: Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways. *Agron. J.* 97: 717-721.

RACTLIFF, C., 1999: Water supply and demand. *Grounds Maint.* 34-10.

SCHIAVON, M., B. LEINAUER, E. SEVOSTIANOVA and F. RIMI, 2010: Cool-season Turfgrass Performance under Drip Irrigation in an Arid Climate. *Proceedings of the 2nd European Turfgrass Society Conference*.

SEVOSTIANOVA, E., B. LEINAUER and M. SERENA, 2010: Performance of Non-Irrigated Warm Season Turfgrasses in an Arid Climate. *Proceedings of the 2nd European Turfgrass Society Conference*.

SEVOSTIANOVA, E., B. LEINAUER, R. SALLENAVE, D. KARCHER and B. MAIER, 2011a: Soil salinity and quality of sprinkler and drip irrigated cool-season turfgrasses. *Agron. J.* 103:1503-1513. doi:10.2134/agronj2011.0162

SEVOSTIANOVA, E., B. LEINAUER, R. SALLENAVE, D. KARCHER and B. MAIER, 2011b: Soil salinity and quality of sprinkler and drip irrigated warm-season turfgrasses. *Agron. J.* 103:1773-1784. doi:10.2134/agronj2011.0163

SOLDAT, D.J., J.T. BROSNAN, A. CHANDRA, R.E. GAUSSOIN, A. KOWALEWSKI, B. LEINAUER, F.S. ROSSI, J.C. STIER and J.B. UNRUH, 2020: Estimating economic minimums of mowing, fertilizing, and irrigating turfgrass. *Agricultural and Environmental Letters* 5 (1). DOI: 10.1002/ael2.20032.

SOLOMON, K.H. and G. JORGENSEN, 1992: Subsurface drip irrigation. *Grounds Maintenance* 27(10), 24, 26.

STROUD, T., 1987: Subsoil irrigation systems. *Grounds Maintenance*, February 1987, 80-83.

SUAREZ-REY, E.M., 1999: Subsurface Drip Irrigation on Bermudagrass in Arid Climates. M.Sc. diss. University of Arizona, Tucson.

USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2008: How to Conserve Water and Use It Effectively. [www.epa.gov/owow/NPS/chap3.html](http://www.epa.gov/owow/NPS/chap3.html).

ZOLDOSKE, D.F., S. GENITO and G.S. JORGENSEN, 1995: Subsurface Drip Irrigation (SDI) on Turfgrass: A University Experience.. In: *Microirrigation for a Changing World: Conserving Resources/Preserving the Environment*. *Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress*. Published by the American Society of Agricultural Engineers. p. 300-302.

### Autor:

Prof. Bernd Leinauer, Ph.D.  
Regents Professor  
Turfgrass Extension Specialist  
New Mexico State University  
E-Mail: leinauer@nmsu.edu