

Welche Auswirkungen haben Stickstoff-Düngung und Schnitt auf das Wachstum von vier heimischen Bermudagrass-Ökotypen?*

Pieper, M., M. Bocksch u. A. von Birgelen

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Bachelorarbeit im Jahr 2021 wurden das Wuchsverhalten und die Raseneignung von vier deutschen Ökotypen des Bermudagrasses an ihren Standorten von Max Pieper untersucht. Zur Bestimmung und Beurteilung der Ausgangssituation der vier Standorte Geisenheim, Mondorf, Hohenheim und St. Leon-Rot, wurden sie vor dem Beginn der Vegetationsperiode Ende März für eine Erstbonitur besucht und die Parzellen eingemessen und markiert.

Über die Vegetationsperiode, bis Ende August, folgten vier weitere Mess- und Bonitur-Termine im Mai, Juni, Juli und August. Alle Standorte wurden möglichst zeitnah untersucht. Nach den Bonituren wurden die jeweils dafür vorgesehenen Parzellen gemäht und anschließend flüssiger Stickstoffdünger aufgebracht. Zum Ende der Vegetationsperiode wurden die Standorte zur Beurteilung des Übergangszustandes in die Winterruhe (Dormanz) ein letztes Mal besucht.

Die Ergebnisse des Versuches und der Untersuchungen sollen dabei helfen, Antworten auf die folgenden Fragestellungen zu finden:



Abb. 1: Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) mit oberirdischen Ausläufern.
(Alle Fotos: M. Pieper)

Fig. 1: Bermuda grass with aboveground stolons
(All pictures: M. Pieper)

Ill. 1: *Cynodon dactylon* avec des stolons hors-sol
(Toutes les photos: M. Pieper)

1. Wie unterscheiden sich die Ökotypen im Hinblick auf ihr Wuchsverhalten und ihre Raseneignung? *Ergebnis: Die Ausprägung der Blätter und Entwicklung von Seitentrieben war an den Standorten unterschiedlich. Die Ökotypen in Geisenheim und St. Leon-Rot zeigten die beste Raseneignung.*

2. Wie groß ist der Einfluss des Standortes auf das Wachstum der Ökotypen? *Ergebnis: Die unterschiedliche Intensität der Ausbreitung der Ökotypen an den Standorten deutet auf den Einfluss von Boden- und Klimabedingungen hin.*

3. Welchen Einfluss haben die Stickstoffgaben bzw. der Rasenschnitt auf das Wachstum und das Dormanz-Verhalten der Gräser? *Ergebnis: Die Stickstoffdüngung zeigte bei allen Ökotypen eine Verbesserung der Konkurrenzkraft und eine Optimierung der Narbendichte.*

4. Ist die zunehmende Ausbreitung der Neobiota im Zeichen der ansteigenden Temperaturen und andauernden Trockenphasen in Deutschland als wahrscheinlich einzustufen? *Ergebnis: Neue Fundstellen in Deutschland und den Niederlanden deuten darauf hin, dass sich das Bermudagrass bei den veränderten klimatischen Bedingungen als Neobiota etablieren wird.*

Summary

As part of a bachelor thesis in 2021 M. Pieper tested the growth and the turf quality of four German bermuda grass ecotypes on their natural habitat. In order to determine and evaluate the initial condition of the four sites Geisenheim, Mondorf, Hohenheim and St. Leon-Rot, they visited them at the beginning of the growing season in late March for a first rating and also to measure and mark the parcels as well.

Until the end of August, during the growing season, four additional visits for measurements and ratings took place. All the locations were tested at nearly the same time. After their ratings some parcels were mowed and then covered with liquid nitrogen fertilizer. By the end of the growing season the sites were inspected a last time to assess the state of transition into winter dormancy.

The results of the experiment and their analysis would help to find answers to the following questions:

1. What are the differences in growth and turf suitability between the ecotypes? *Result: The characteristics of the leaves and the developments of the side shoots are different. The ecotypes in Geisenheim and St. Leon-Rot showed the best turf suitability.*

2. How important is the influence of the locations on the growth of the ecotypes? *Result: The different spreading speed of the ecotypes indicates how important the soil and climate conditions are.*

3. What is the influence of nitrogen or grass cuttings on the growth and dormancy of grass? *Result: The nitrogen fertilization showed improvement in competitive resistance and optimization of sward density in all ecotypes.*

4. Is the spreading of neobiota possible because of rising temperatures and persistent dry periods in Germany? *Result: New sites in Germany and Netherlands indicate that bermud grass will become established as a neobiota under changing conditions.*

Résumé

Dans le cadre d'un mémoire de bachelier paru en 2021 Max Pieper a testé les qualités et la croissance de quatre écotypes allemands de *Cynodon dactylon*, chacun sur un gazon différent. Afin d'en déterminer et d'évaluer au mieux la situation initiale des quatre emplacements à Geisenheim, Mondorf, Hohenheim et St. Leon-Rot des parcelles ont été choisies, mesurées et balisées dès fin mars, avant le début de la période de croissance végétative.

C'est ainsi que durant toute la période de croissance végétative jusqu'en fin août quatre évaluations ont eu lieu, respectivement en mai, juin, juillet et août. Tous les emplacements ont été évalués dans les meilleurs délais. Après les inspections chacune de ces parcelles ont été fauchées et arrosées avec un engrais azoté liquide. Vers la fin de la phase végétative ces emplacements ont été examinés une dernière fois afin d'évaluer leur état de transition (dormance) avant la période de repos hivernal.

Les résultats des tests et analyses serviront à trouver des réponses aux questions ci-dessous:

1. Quelles différences y-a-t-il entre les écotypes en ce qui concerne leur croissance et leur compatibilité? *Résultat: La structure des feuilles et la transformation des pousses latérales différaient selon les emplacements. Les écotypes de Geisenheim et de St. Leon-Rot révélèrent être les meilleurs pour un gazon.*

2. Quelle importance a l'emplacement sur la croissance des écotypes? *Résultat: La vitesse de propagation des écotypes sur les différents emplacements dépendait des sols et des conditions climatiques.*

3. Quelle importance ont les apports d'engrais azoté ou les déchets d'herbe tondue sur la croissance ou la dormance des graminées? *Résultat: L'apport d'engrais azoté révélait pour chacun des écotypes une amélioration et une optimisation de la densité du gazon.*

4. Faut-il considérer une propagation constante de la neobiota comme un résultat des températures croissantes et de la sécheresse en Allemagne? *Résultat: Etant donné les conditions climatiques actuelles, les nouvelles découvertes en Allemagne et aux Pays-Bas suggèrent que le cynodon dactylon va s'établir sous le nom de neobiota.*

Einführung

Kalt- und Warmzonen-Gräser im Vergleich

In den letzten Jahren sind die Auswirkungen des Klimawandels auch in Mitteleuropa deutlich sichtbar geworden. Ausdauernde Hitzeperioden, langanhaltende Dürrephasen, Starkregeneignisse, milde Winter, häufigere Spätfrostereignisse beeinflussen Pflanzen, Tiere und Menschen und stellen diese vor neue Herausforderungen. Besonders die an kühlere Sommertemperaturen, gleichmäßigere Wasserversorgung oder an kältere Winter angepasste einheimische Vegetation hat unter den veränderten Gegebenheiten zunehmende Anpassungsschwierigkeiten, z. B. bei ihrer Wasserhaushaltregulierung.

Bei den in Mitteleuropa anzutreffenden heimischen Gräsern handelt es sich um Kaltzonen-Gräser (Cool Season Grasses), welche nach ihrem Photosyntheseweg auch als C3-Gräser bezeichnet werden.

Diese Pflanzen können beide Photosyntheseschritte, die Dunkel- und die Lichtreaktion, nur gleichzeitig durchführen. Sie müssen also am Tag bei Helligkeit die Stomata öffnen, um den notwendigen Gasaustausch zu vollziehen. An heißen Tagen verdunsten die Pflanzen dabei viel Wasser.

Die in semiariden oder tropischen Regionen heimischen Gräser, haben einen alternativen Photosyntheseweg entwickelt, der wesentlich wassersparender ist (HARVANDI et al., 2009). Diese Warmzonen-Gräser (Warm Season Grasses) haben grundsätzlich ein höheres Temperaturoptimum und sind trocken- und hitzestressverträglicher. Sie haben eine Technik entwickelt, bei der die Hell- und Dunkelreaktionen entkoppelt sind. Nachts läuft die Dunkelreaktion mit der Bindung von Kohlendioxid (CO₂) und der Abgabe des Sauerstoffs (O₂) ab. Da ist es kühler und sie verlieren somit weniger Wasser. Der Kohlenstoff wird mit einem C3-Körper zu einem C4-Körper verbunden, weswegen diese Gräser als C4-Gräser bezeichnet werden.

Da sie ihre Stomata für die Lichtreaktion am Tag geschlossen halten können, haben diese Pflanzen im Vergleich zu den Kaltzonengräsern einen geringeren Wasserbedarf (HARIVANDI et al., 2009). Im Gegenzug haben sie jedoch eine geringere Toleranz gegenüber Schatten und kühleren Temperaturen.

Durch den Klimawandel verursachte Standortänderungen könnten zukünftig den C4-Gräsern in Mitteleuropa einen Konkurrenzvorteil bringen, was beispielhaft am Bermudagrass im Rahmen der Bachelorthesis untersucht wurde.

Bermudagrass

Das Hundszahngras (*Cynodon dactylon*) ist im Rasen international unter dem Namen „Bermudagrass“ bekannt. Das sich durch Ausläufer ausbreitende Gras wurde höchstwahrscheinlich in Europa eingeschleppt und zuerst im Jahr 1688 in England zwischen Penzance und Marazion von John Ray gefunden (HUBBARD, 1985). In Deutschland wurde es erstmalig 1712 im Rheingau beschrieben (NEHRING et al., 2013).

Das Bermudagrass ist eine mehrjährige Pflanze mit einer Höhe von 20 bis 40 cm, das unterirdische sowie oberirdische Seitentriebe ausbilden kann. Der sehr dünne glatte Halm ist am Grunde gebogen oder wächst aufrecht. Das Gras bevorzugt trockene, feinkörnige und sandige, drainagefähige, nährstoff-

reiche, kalkhaltige oder saure Böden. An warmen und sonnenexponierten Standorten, bei einer Temperatur ab 24 °C und einem pH-Wert von 5.5 bis 7.5, kann die Art am besten wachsen (WOHLERS, 2021).

Das Bermudagrass ist eines der wichtigsten Rasengräser weltweit und wird intensiv züchterisch bearbeitet. Es gilt derzeit als das einzige Warmzonen-Rasengras, das natürlicherweise in Deutschland und Österreich vorkommt. Die neuesten Züchtungen der Art weisen höhere Toleranzen gegenüber kühleren Temperaturen, eine höhere Narbendichte und feinere Blätter auf, so dass die Kaltzonen-Gräser bei zunehmender Temperatur durch die Verbreitung der Warmzonen-Gräser verdrängt werden könnten (SCHULZ, 2002).

Bermudagrass hat sich in Zeiten des Klimawandels und der daraus resultierenden Erwärmung mit langen Trockenphasen zunehmend verbreitet und konnte sich in Deutschland als Neobiota etablieren (KLEINKNECHT u. GLINKA, 2015). Seine überregionale Verbreitung erfolgt vermutlich in erster Linie über Samen. Lokal breitet sich die Art jedoch stark über eine intensive vegetative Ausläuferbildung aus und kann so große Flächen erschließen. In Kultur werden die Rasenflächen in der Regel ebenfalls vegetativ – durch Fertigrasen oder die Anpflanzung von Ausläufern – angelegt. Erst in jüngster Zeit gibt es von verschiedenen Sorten des Bermudagrasses auch Saatgut für die Rasenanlage zu kaufen.

Reaktionen auf Temperaturschwankungen und Spätfrostgefahr

Um die kalte Winterphase zu überleben, legt das Gras von Oktober bis zum Frühjahr eine Winterruhe ein, die auch „Dormanz“ genannt wird (DUBLE, 2001). Bei Tagestemperaturen unterhalb von ca. 17 °C kommt das Wachstum der Triebe und Blätter zum Erliegen und die Gräser gehen in die Dormanz über (CEBECO ZADEN, 1993). Die charakteristische Braunfärbung der Blätter setzt unterhalb von 10 °C ein. Ein Sprosswachstum ist nun nicht mehr möglich und die Blätter sterben ab. Nährstoffe und Kohlenhydrate werden in den Ausläufern und den basalen Pflanzenteilen bis zum Beginn des Wiederaustriebs gespeichert.

So stellen für das tropische Bermudagrass auch mitteleuropäische Wintertemperaturen weit unter dem Gefrierpunkt in der Dormanz-Phase kein Problem dar. Spätfrostereignisse nach



Abb. 2: Dormanz bei Bermudagrass in Geisenheim; das Braune sind die dormanten Bermudagrass-Areale, das Grüne sind zweikeimblättrige Kräuter und einheimische Kaltzonen-Gräser.

Ende der Dormanz und dem beginnendem Wiederaustrieb sind eines der größten Risiken für das Überleben der Art nördlich der Alpen. Die Folgen von einem starken Spätfrostereignis kann vom Absterben einzelner Pflanzenteile bis zum Totalausfall einzelner Pflanzen bzw. ganzer Kolonien reichen.

Ein solches massives Ereignis wurde Ende April 2017 in Geisenheim beobachtet. Nach mildem Winter und warmen März trieben die angebauten Bermudagrass-Rasensorten spanischer Herkunft in einem kleinen Arten- und Sortenversuch an der Hochschule Geisenheim alle gut aus. Zwei darauf folgende Nächte mit $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur ließen alle vollständig absterben. Deshalb macht es nach Auffassung einiger Experten keinen Sinn, mit dem in Südeuropa verwendeten Sortenmaterial nördlich der Alpen zu arbeiten.

Jedoch der in Geisenheim im Hochschulpark weit verbreitete Ökotyp (Abbildung 2) überlebte und wuchs nach drei Tagen weiter. Dies zeigt die besondere Anpassung von in Deutschland regionalen Typen, welche großes Potenzial für die Pflanzenverwendung darstellen könnten. Von Martin Bocksch wurden über 10 Standorte von nativem Bermudagrass in Deutschland und auch Österreich beschrieben. Viele davon entlang von Rhein und Donau.

Material und Methoden

Aufbau der Versuchsfelder

Von diesen 10 beschriebenen Standorten wurden vier als Versuchsfelder in

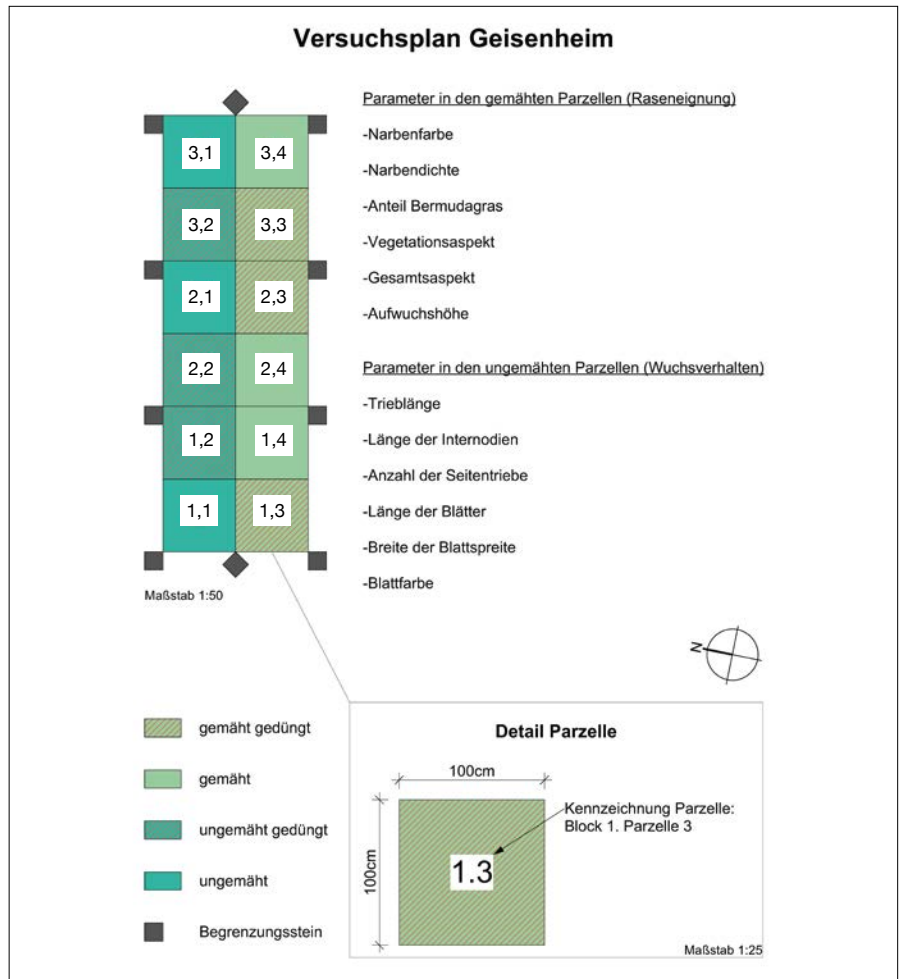


Abb. 3: Versuchsplan der Fläche in Geisenheim.

Geisenheim, St. Leon-Rot, Niederkassel-Mondorf und Hohenheim im Rahmen der Bachelor-Arbeit ausgewählt.

Für die Versuchsanlage wurden Blockanlagen gewählt. Jeder Block bestand aus vier 1 m^2 großen, quadratischen Parzellen mit allen vier möglichen Parameterkombinationen. Die festgelegten Parameter jeder Parzelle blieben über die gesamte Versuchsdauer bestehen. Die Anordnung der Parzellen erfolgte gemäß Versuchsplan Abbildung 3.

Zuordnung der Parzellen

Zur Untersuchung der Raseneignung des Bermudagrasses wurden zwei Parzellen in jedem Block nach der Bonitur gemäht. Für die unterschiedlichen Ansprüche der Mehrschnittrasentypen wurden hier u. a. der Anteil an Bermudagrass, die Narbendichte und der Gesamtspekt bestimmt.

Die anderen beiden Parzellen in jedem Block wuchsen die komplette Vegetationsperiode durch. In diesen Parzellen wurden an jeweils vier, mit Isolierband markierten, Bermudagrass-Trieben u. a. die Blattlänge, die Länge der Internodien oder die Anzahl der Seitentriebe

untersucht und das Wuchsverhalten der Gräser bestimmt.

Versuchsstandorte

Die vier Standorte sind geprägt von unterschiedlichen Standortfaktoren wie Exposition, Bodenart oder Temperaturen, welche eine entscheidende Rolle beim Wachstum und der Vermehrung der Gräser spielen.

Die Abbildung 4 zeigt die Standorte der vier Versuchsfelder im Jahr 2021.



Abb. 4: Standorte der Versuchsfelder via Google Maps (bearbeitet).



Abb. 5: Versuchsfläche Geisenheim im März.

Standort Geisenheim

Die Stadt Geisenheim liegt in Hessen im Rheingau-Taunus-Kreis und ist der Sitz der Hochschule Geisenheim University. Der vom Weinanbau geprägte Rheingau liegt geschützt zwischen Rhein und Taunus auf der besonnten Seite des Rheingrabens. Die Versuchsfläche in Geisenheim wurde auf dem Hochschulgelände im Park der Villa Monrepos in unmittelbarer Nähe zum Rhein angelegt. Der vollsonnige Standort liegt eben und grenzt an einen südöstlich exponierten Hang.

Standort Mondorf

Mondorf ist ein Stadtteil von Niederkassel und liegt im Rhein-Sieg-Kreis nahe Bonn. Die ebene Versuchsfläche wurde in einem privaten Garten in unmittelbarer Nähe zum Rheinufer angelegt. Der vollsonnige Standort liegt ebenfalls rechtsrheinisch und damit auf der besonnten Seite des Rheingrabens.

Standort St. Leon-Rot

Die für ihren Golfclub bekannte Gemeinde St. Leon-Rot liegt in Baden-Württemberg im Süden des Rhein-Neckar-Kreises nahe Heidelberg und Speyer.



Abb. 6: Privater Garten in Mondorf im März.

Die Versuchsflächen in St. Leon-Rot wurden am Ausgang eines Industriegebietes entlang der Landstraße 546 angelegt. Der vollsonnige Standort der ersten Fläche liegt eben und grenzt an einen nordwestlich exponierten Hang. Der vollsonnige Standort der zweiten Fläche liegt eben.

Standort Hohenheim

Hohenheim ist ein Stadtteil des Stadtbezirks Plieningen der Stadt Stuttgart in Baden-Württemberg und der Sitz der Universität Hohenheim. Die Versuchsfläche wurde auf dem Hochschulgelände des Instituts für Phyto-medizin angelegt. Der Standort ist, mit Ausnahme vom Schattenwurf von zwei kleineren Gehölzen, als vollsonnig einzustufen. Die Versuchsfläche liegt eben und grenzt an einen südlich exponierten Hang.

Die standortspezifischen Witterungs- und Bodendaten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Parameter der ungemähten Parzellen

Ausgewählte Gräser wurden unter dem ersten oberirdischen Nodium mit Isolierband gekennzeichnet.



Abb. 7: Versuchsfläche St. Leon-Rot im Juli.

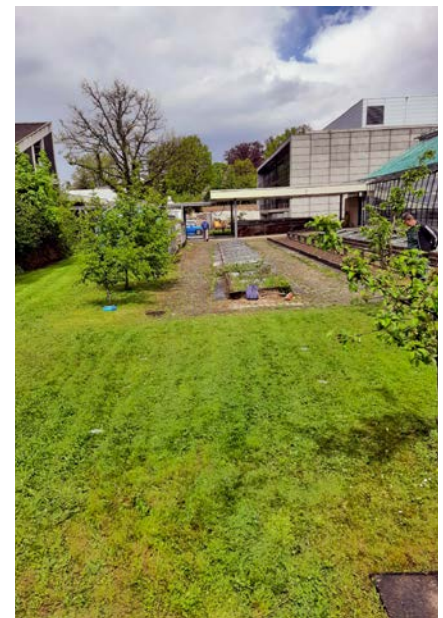


Abb. 8: Versuchsfläche Hohenheim im Mai.

Die Blätter und die Länge der Haupttriebe sowie die Seitentriebe wurden ab der Markierung bis zur Triebspitze ab der ersten Bonitur erfasst. Die Blätter und Seitentriebe an den vier untersuchten Pflanzen wurden gezählt und aufaddiert.

Standort	Ø monatliche Lufttemperatur im letzten Jahr (langj. Mittel)	Ø monatliche Niederschlagsmenge im letzten Jahr (langj. Mittel)	pH-Wert	Bodenart	Aktuelle Nutzung
Geisenheim	10,9 °C (11,5 °C)	50,4 mm (42 mm)	7,14	Sandiger Lehm	Parkrasen
Monheim	10,7 °C (11 °C)	65 mm (60,8 mm)	6,89	Sandiger Lehm	Private Wiese
St. Leon-Rot	11,3 °C (11,9 °C)	59 mm (50,5 mm)	7,52	Stark sandiger Lehm	Straßenbegleitgrün
Hohenheim	9,7 °C (10,6 °C)	59,3 mm (52 mm)	6,51	Lehm	Obstwiese

Tab. 1: Standortsspezifische Witterungs- und Bodendaten.



Abb. 9: Zählung der gesunden Blätter am markierten Haupttrieb.



Abb. 10: Zählung der Seitentriebe am markierten Haupttrieb.



Abb. 11: Messung der Länge des Haupttriebes.

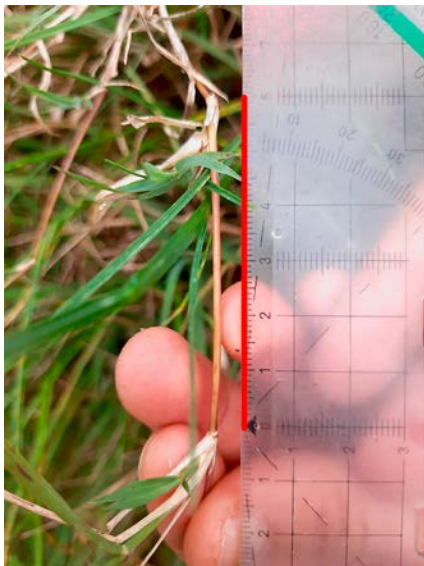


Abb. 12: Messung der Länge des Internodiums.



Abb. 13: Bestimmung des 2. Blattes nach dem jüngsten Blatt.



Abb. 14: Zählrahmen zur Bestimmung des Deckungsgradanteils der Gräser und der zweikeimblättrigen Kräuter.

Ab der zweiten Bonitur wurden die Längen der Internodien ab der Markierung am Haupttrieb und die Länge der Blätter gemessen. Zwischen dem ersten und dem letzten Nodium wurden alle Internodien und das zweite Blatt nach dem jüngsten Blatt vermessen.

Parameter der gemähten Parzellen

In den gemähten Parzellen wurden Narbenfarbe und -dichte sowie der prozentuale Anteil an Bermudagrass und Fremdarten ab der ersten Bonitur ermittelt und protokolliert. Mit Hilfe der Benotungsskala des Bundessortenamtes wurde die Narbenfarbe erfasst. Der ebenfalls bonitierte Gesamtaspekt aller Anforderungen an die offiziellen Rasensorten wurde auf einer Skala von eins bis neun eingestuft.

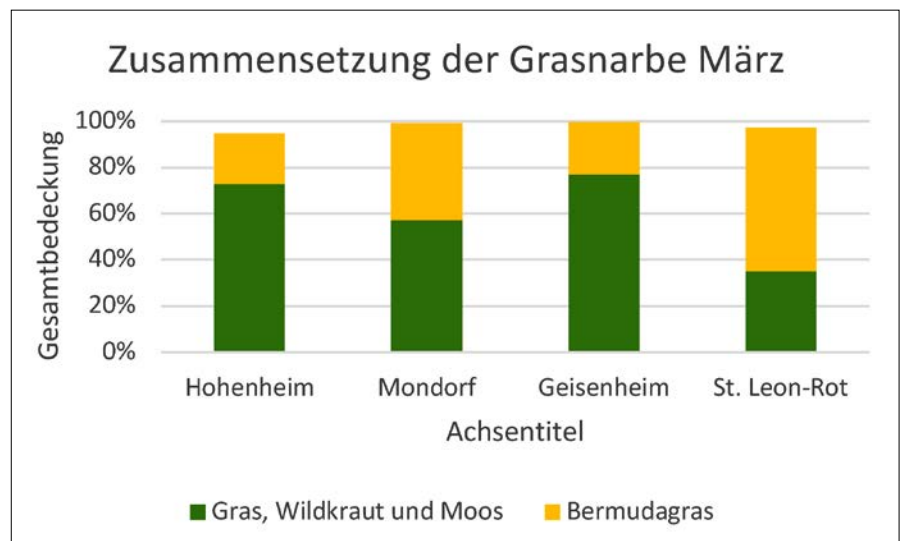


Abb. 15: Rasenzusammensetzung vor Beginn der Untersuchungen im März 2021.

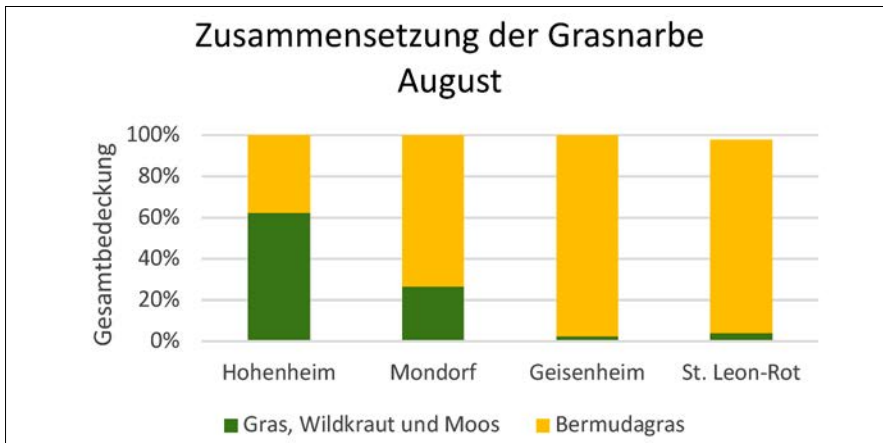


Abb. 16: Rasenzusammensetzung nach Beendigung der Untersuchungen im August 2021.

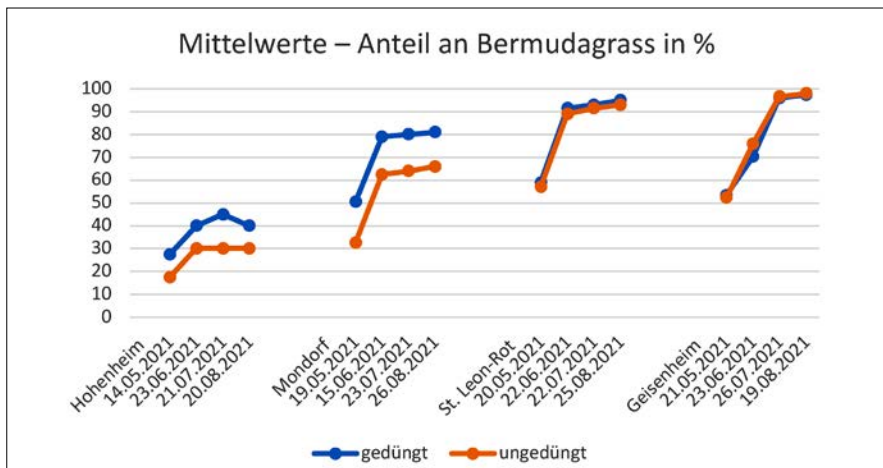


Abb. 17: Veranschaulichung des Anteils an Bermudagrass.

Standorte / Merkmale	Hohenheim	Mondorf	St. Leon Rot	Geisenheim	Ø
Maximalwert gedüngt	63	37	76,5	49,2	56,43
Maximalwert ungedüngt	59	35,5	71,5	52	54,5
Ø Anzahl der Blätter	61	36,3	74	50,6	
Maximalwert gedüngt	14,5	10	36,5	25,2	21,55
Maximalwert ungedüngt	13	6,5	35,5	25	20
Ø Anzahl der Seitentriebe	13,75	8,25	36	25,1	
Maximalwert gedüngt	66	37,4	77	40,8	55,3
Maximalwert ungedüngt	62,5	30,4	67	35,5	48,9
Ø Trieblänge in cm.	64,3	33,9	72	38,2	
Maximalwert gedüngt	9,7	6,4	6,4	2,9	6,4
Maximalwert ungedüngt	8,2	5,9	6,8	3	6
Ø Länge der Internodien in cm	9	6,2	6,6	3	
Maximalwert gedüngt		12,4	6,1	8,6	9
Maximalwert ungedüngt		9,4	8,2	7,3	8,3
Ø Blattlänge in cm	Keine Werte	10,9	7,2	8	
Maximalwert gedüngt	3,8	3,5	3,7	4	3,8
Maximalwert ungedüngt	3,9	3,5	3,7	3,6	3,7
Ø Blattbreite in mm	3,9	3,5	3,7	3,8	

Tab. 2: Standortspezifische Ausprägung der untersuchten Merkmale, gedüngt und ungedüngt.

Ergebnisse

Im Laufe des Projektes ließen sich trotz zeitnaher Pflege und Messungen auf allen vier Versuchsflächen Unterschiede im Wuchsverhalten und der Raseneignung der einzelnen Ökotypen ablesen. Bei der Ergebnisbetrachtung müssen neben den beschriebenen unterschiedlichen Standortbedingungen auch die individuellen Zusammensetzungen der Grasnarben in den jeweiligen Parzellen mit berücksichtigt werden.

Abbildung 15 zeigt die prozentuale Zusammensetzung der Rasennarbe zu Beginn der Untersuchungen. In Abbildung 16 ist im Vergleich das Deckungsverhältnis vom Bermudagrass zu anderen Arten im August nach der letzten Bonitur zu sehen.

Die Stickstoffdüngung mit vier Applikationen im Beobachtungszeitraum (jeweils 7,5 g N/m² als NOVATEC 18 fluid Flüssigdünger) hatte einen großen Einfluss auf den Anteil an Bermudagrass in der Grasnarbe (Abbildung 17). In Hohenheim und Mondorf waren die Unterschiede zwischen den gedüngten und ungedüngten Parzellen besonders stark zu erkennen. Bei dem Ökotyp aus St. Leon-Rot konnte bei der Erstbonitur der größte Anteil an Bermudagrass mit 62 % nachgewiesen werden. Der Anteil konnte durch die optimalen Standortbedingungen in den gedüngten Parzellen im August auf 95 % gesteigert werden.

Der Ökotyp aus Geisenheim zeigte die größte Etablierungsrate in der Grasnarbe. Bei der Erstbonitur Ende März lag der Anteil an Bermudagrass noch bei etwa 23 % und im August bei 97,6 %. In Mondorf steigerte sich der Deckungsgrad von 43 % auf 81 % in den gedüngten Parzellen.

Wuchsverhalten in den ungemähten Parzellen

In St. Leon-Rot konnte die wüchsigste Form vom Bermudagrass festgestellt werden. Dies spiegelt sich in der höchsten Anzahl an Blättern, Triebblängen und Anzahl der Seitentriebe gegenüber den anderen Standorten wider (Tabelle 2). Das Gras in Mondorf zeigte insgesamt den geringsten Zuwachs. Auch die Düngung hatte einen messbaren Effekt an allen Standorten auf das Wuchsverhalten der Gräser.

Die längsten Internodien (Tabelle 2) zeigte der Hohenheimer Ökotyp mit einem durchschnittlichen Maximalwert von 9,7 cm in den gedüngten Parzellen.

Standort	Hohenheim	Mondorf	St. Leon-Rot	Geisenheim
RAL-Farbe	6021	6011	6021	6021
Kalenderwoche Ährenschieben	26	27	26	27

Tab. 3: Ausprägung der Blattfarbe nach RAL und Zeitpunkt des Ährenschiebens.

Standorte	Hohenheim	Mondorf	St. Leon Rot	Geisenheim	Ø
Maximalwert gedüngt	5	5	4,5	4,2	4,7
Maximalwert ungedüngt	4,5	4,5	3,5	5	4,4
Ø Gesamtaspekt	4,8	4,8	4	4,6	
Maximalwert gedüngt	5,5	5	6	5	5,4
Maximalwert ungedüngt	6	5	5	5,7	5,3
Ø Narbenfarbe	5,8	5	5,5	5,4	
Maximalwert gedüngt	100	100	99,5	100	99,9
Maximalwert ungedüngt	100	100	98,5	100	99,5
Ø Narbendichte Deckungsgrad %	100	100	99	100	

Tab. 4: Bewertung der Raseneignung mit den Kriterien Gesamtaspekt, Narbenfarbe und Narbendichte.

Standorte	Hohenheim	Mondorf	St. Leon Rot	Geisenheim	Ø
Maximalwert gedüngt	45	81	95	97,2	79,6
Maximalwert ungedüngt	30	66	93	98	71,8
Ø Deckungsgrad in %	37,5	73,5	94	97,6	

Tab. 5: Entwicklung des Anteils von Bermudagrass im Beobachtungszeitraum in % Deckungsgrad.

len. Damit war der Unterschied zum Ökotyp aus Geisenheim mit nur 2,9 cm sehr deutlich. Die Düngung zeigte keinen eindeutigen Effekt auf die Länge der Internodien, da die Maximalwerte sowohl auf gedüngten als auch ungedüngten Parzellen zu finden waren.

Die längsten Blätter (Tabelle 2) wurden in Mondorf mit einer Länge bis zu 12,4 cm in den gedüngten Parzellen kartiert. Die Düngung führte an zwei der drei untersuchten Standorte zu einem erhöhten Längenwachstum der Blätter. Die Blätter (Tabelle 2) waren in Geisenheim auf der gedüngten Variante mit 4 mm am breitesten. Insgesamt waren hier jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweiligen Versuchsstandorten und dem Einfluss des Düngers nachweisbar. Die Blattfarbe (Tabelle 3) hat sich über die gesamte Versuchsdauer an den Standorten nicht verändert. Der Zeitpunkt des Äh-

renschiebens (Tabelle 3) war mit dem Abstand von nur einer Kalenderwoche an allen Standorten vergleichbar.

Beurteilung der Raseneignung auf den gemähten Parzellen

In Hohenheim und Mondorf lagen die Benotung des Gesamtaspektes (Tabelle 4) bei 5 (die mittlere Note in der Skala von 1-9) in den gedüngten und in Geisenheim in den ungedüngten Parzellen. Mit Ausnahme von Geisenheim hatte die Düngung einen messbaren Effekt auf das Gesamtbild der Rasennarbe. In Hohenheim erreichte in den ungedüngten Parzellen zusammen mit St. Leon-Rot in den gedüngten Parzellen die Narbenfarbe (Tabelle 4) mit 6 (Note im oberen Drittel) den vergleichsweise höchsten Wert. Die Düngung hatte insgesamt keinen eindeutigen Effekt auf die Narbenfarbe.

Die Narbendichte (Tabelle 4) lag bei allen Versuchsstandorten sehr hoch. Nur in

St. Leon- Rot lag diese nicht bei 100 %, konnte aber durch die Zugabe von Dünger fast noch erreicht werden. Der Anteil von Bermudagrass (Tabelle 5) in der Grasnarbe lag mit ca. 98 % in den Parzellen in Geisenheim am höchsten. Mit Hilfe einer Düngung konnte an den restlichen Standorten der Anteil des Grases z. T. deutlich erhöht werden.

Vergleich der Dormanz

Mitte Oktober wurde der Übergangszustand der Bermudagräser in die Dormanz erfasst. Aufgrund äußerer Einflüsse war eine parzellengerechte Beurteilung nicht mehr möglich. Festzuhalten ist aber, dass die Bermudagräser ungleichmäßig schnell in die Dormanz übergegangen sind und in den gedüngten Flächen etwas länger ihre grüne Farbe halten konnten.

Schlussfolgerungen

Abschließend sollen die eingangs der Arbeit gestellten Forschungsleitfragen unter Betrachtung der Messergebnisse beantwortet werden:

• Wie unterscheiden sich die Ökotypen im Hinblick auf ihr Wuchsverhalten und ihre Raseneignung?

Es ist festzuhalten, dass die, vermutlich über viele Jahre etablierten, vier Ökotypen genetisch unterschiedlich sind. In ihrem Wuchsverhalten unterscheiden sie sich zum Teil deutlich. Dies wird neben den Versuchsparametern und der Witterung im Versuchsjahr auch durch den Standort und seine Gegebenheiten beeinflusst.

Während die Ökotypen aus Mondorf und Hohenheim die Anzahl ihrer Blätter konstant gesteigert haben, sind die gemessenen Werte der Ökotypen in St. Leon-Rot und Geisenheim ab dem Beginn des Sommers deutlich zurückgegangen. Diese Ökotypen haben im späteren Teil des Sommers weniger Energie in die Entwicklung neuer Blätter investiert. Sie priorisierten vielmehr die Ausbildung neuer Seitentriebe und sind insgesamt von einer ressourcenschonenderen Lebensweise geprägt.

In Geisenheim und St. Leon-Rot waren die Witterung und Bodeneigenschaften für das Bermudagrass fast optimal. Diese Ökotypen haben ihre Energie besonders in die Ausbildung neuer Seitentriebe investiert. Trotz der rückläufigen Anzahl der ausgebildeten Blätter konnte der Ökotyp aus St. Leon-Rot insgesamt die meisten Blätter ausbilden. In der Arbeit

unter den Bedingungen von 2021 erwiesen sich die Ökotypen dieser beiden Standorte als die Vielversprechendsten in Bezug auf eine gute Raseneignung.

● **Wie groß ist der Einfluss des Standortes auf das Wachstum der Ökotypen?**

Vorausgesetzt es handelt sich bei den vier Ökotypen um genetisch unterschiedliche Pflanzenklone an den vier Standorten, ist der Einfluss auf den jeweiligen Ökotyp natürlich groß. Angesichts der Größe des im Laufe der Jahre von den Ökotypen erschlossenen Geländes kann man eventuell auf das Alter der Pflanzen am Standort schließen. Die Flächen in Sankt Leon Rot und auch in Mondorf sind sehr weitläufig. In Geisenheim ist das Vorkommen auf den Monrepospark und in Hohenheim erst auf wenige Quadratmeter beschränkt. Klimatisch stellt von den vier Standorten Hohenheim sicher die größte Herausforderung dar, während in Sankt Leon Rot der Sandboden und das milde Klima die Ausbreitung wesentlich fördern. Von daher ist der Standortfaktor für die Entwicklung des jeweiligen Ökotyps sicher als hoch zu beurteilen. In zukünftigen Versuchen wird es interessant sein, das Wachstumsverhalten der vier Ökotypen an anderen Standorten zu beobachten.

● **Welchen Einfluss haben die Stickstoffgaben bzw. der Rasenschnitt auf das Wachstum und das Dormanzverhalten der Gräser?**

Das durchgeführte Projekt lieferte Erkenntnisse, dass die Stickstoffgaben das Wachstums- und Dormanzverhalten aller vier Ökotypen des Bermudagrasses maßgeblich beeinflussen. Sowohl die untersuchten Parameter an den Einzeltrieben als auch die Narbendichte und Konkurrenzkraft der gemähten Parzellen konnten durch die Stickstoffgaben alle im Sinne einer Qualitätssteigerung und einem höheren Bermudagrass-Anteil beeinflusst werden. Die Triebe der gedüngten Gräser waren insgesamt länger und konnten mehr Blätter und Seitentriebe ausbilden. Die gedüngten Rasennarben waren insgesamt dichter und hatten einen höheren Anteil an Bermudagrass. Auffällig ist auch die teilweise zu beobachtende deutliche Verlängerung der Grünphase im Herbst.

Das bestätigt die verschiedenen Literaturhinweise, wonach Bermudagrass positiv auf Stickstoffdüngung reagiert. Auch Pflegehinweise aus Ländern in denen Rasenflächen schon länger u. a. mit Bermudagrass angelegt werden, finden sich vergleichsweise hohe Stickstoffbe-

darfswerte von 30 g N / qm / Jahr und mehr. Der regelmäßige und tiefe Rasenschnitt förderte die Narbendichte und Homogenität der Bermudagrass-Narbe.

● **Ist die zunehmende Ausbreitung dieser Neobiota vor dem Hintergrund steigender Temperaturen und langer Trockenphasen in Deutschland wahrscheinlich?**

Abschließend lässt sich das heute sicher noch nicht beantworten. Immer neue Fundstellen weiter im Norden von Deutschland und auch Holland lassen darauf schließen. Aber es gab und gibt auch Funde von Bermudagrass in Berlin, in Sachsen und anderen Orten. Dennoch breitet sich die Art mit dem Wasserstrom scheinbar einfach und gut aus. Leichte, sandige Böden erleichtern der Art die Etablierung und Entwicklung. Das macht sie jedoch für die z. T. seltenen Trockenbiotope und die hiesige Sandflora zu einer Gefahr.

Sollte sich an der oben skizzierten klimatischen Entwicklung nichts Gravie- rendes ändern, wovon nicht ausgegangen werden kann, dürfte Bermudagrass in den kommenden Jahren weiteres Terrain entlang der Wasserstraßen und Verkehrswege erobern und sich als Neobiota etablieren. Es wird sich immer wieder neu ansiedeln und seine bereits etablierten Bestände vergrößern.

Züchterisch bearbeitet, bietet es aufgrund seiner Hitze- und Trockenheitstoleranz und dem sich daraus ergebenden geringeren Wasserverbrauch als Rasengras hierzulande auch einige Chancen. Mit seiner Strapazierfähigkeit und seiner starken Konkurrenzkraft eröffnet es vielfältige Einsatzmöglichkeiten.

Abzuwarten bleibt, wie sich die Etablierung von Rasenflächen mit Bermudagrass entwickeln wird. Mit Saatgut klimatisch angepasster Sorten ist vermutlich nicht so bald zu rechnen. Also müssen die Flächen mit entnommenen Ausläufern oder mit derartig gezogenem Fertigrasen angelegt werden. Erste Versuche dazu laufen.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor werden sicher die für uns Deutsche ungewohnte Dormanz-Phase im Winter und das damit einhergehende Absterben mit Braunfärbung der Blätter sein. Andererseits liegen hier bereits Erfahrungen und erprobte Verfahren vor, um die Bermuda-Rasenflächen auch im Winter grün zu machen.

Die untersuchten vier Ökotypen haben bisher die Spätfrostereignisse an ihren

Standorten gut überstanden und sich diesen Bedingungen angepasst. Sie könnten die Basis für die Entwicklung neuer Sorten für Mitteleuropa nördlich der Alpen bilden. Dennoch werden der Ausbreitung der Art in Deutschland durch sehr kalte Winter und starke Spätfrostereignisse insbesondere nach Norden und Osten hin erkennbare Grenzen gesetzt werden. Auch in diesem Zusammenhang wird es interessant sein, das Wachstumsverhalten der vier Ökotypen an anderen Standorten zu beobachten.

Literatur

- CEBECO ZADEN, B.V., 1993: Cebecompass on seeds.
- DUBLE, R.L., 2001: Turfgrasses: Their Management and Use in the Southern Zone, Second Edition, Texas A&M University Press, 323 S.
- HARIVANDI, M.A., J. BAIRD, J. HARTIN, M. HENRY u. D. SHAW, 2009: Managing Turfgrasses during Drought. Publication 8395, University of California, Kalifornien, 1, 4, 3-6.
- HUBBARD, C.E., 1985: Gräser. 2. Auflage, UTB Ulmer, Stuttgart, 363.
- KLEINKNECHT, U. u. U. GLINKA, 2015: Offizieller Artensteckbrief des LfULG https://www.artensteckbrief.de/?ID_Art=1514&BL=20012
- NEHRING, S., I. KOWARIK, W. RABITSCH und F. ESSL (Hrsg.), 2013: Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. Bfn-Skripten 352.
- PIEPER, M., 2022: Phänologische Untersuchung des Wachstums von vier Bermudagrass-Ökotypen (*Cynodon dactylon*) an den natürlichen Standorten unter dem Einfluss von Stickstoff-Düngung und Schnitt. Bachelorarbeit Hochschule Geisenheim University.
- PRÄMASSING, W., 2016: Golfmanager online, Greenkeeper Verband Deutschland e.V., Wiesbaden.
- SCHULZ, H., 2002: Persönliche Mitteilung Dr. Schulz an Prof. Martin Bocksch.
- WOHLERS, W., 2021: Offene Naturführer. Pflanzenportraits. [https://offene-naturfuehrer.de/web/Cynodon_dactylon_%E2%80%93_Hundszahngas_\(JKI-Pflanzenportraits\)](https://offene-naturfuehrer.de/web/Cynodon_dactylon_%E2%80%93_Hundszahngas_(JKI-Pflanzenportraits))

Autoren:

Max Pieper
Kirrlacherstr. 45
D-76709 Kronau
Ingwerwasser@gmail.com

Prof. Martin Bocksch
Hochschule Geisenheim University
Schenkenstr. 17
D-70771 Leinfelden – Echterdingen
info@rasenzeit.de

Prof. Dr. Alexander von Birgelen
Hochschule Geisenheim University
Von-Lade-Str. 1
D-65366 Geisenheim
Alexander.Birgelen@hs-gm.de