
	<h2>Messung und Bewertung der Bodenfeuchte wird zum Schlüssel für nachhaltige Rasenbewässerung</h2>	 <p>Deutsche Rasengesellschaft e.V.</p>
---	---	--

Autor: © Dr. Klaus G. Müller-Beck, Ehrenmitglied Deutsche Rasengesellschaft e.V.

### Wetter-Extreme nehmen zu

Die vergangenen Wochen haben sehr nachdrücklich gezeigt, dass sich die Entwicklungen von extremen Witterungsbedingungen sehr kurzfristig von trocken auf nass ändern können. Gerade bei den starken Niederschlagsereignissen spielen dann auch die regionalen Standortbedingungen eine wesentliche Rolle bei den Auswirkungen der Wassermassen beim oberirdischen Abfluss durch Überflutung und Erosion bzw. bei der Versickerung in den Böden mit anschließender Wassersättigung. Die Daten des täglich erscheinenden Dürremonitors des Helmholtz-Instituts (UFZ, 2023) zeigen sehr anschaulich, wie sich die zeitlichen und räumlichen Veränderungen entwickeln. Bemerkenswert sind die Werte zur Wassersättigung in der zweiten Augushälfte im Nordwesten Deutschlands (Abbildung 1c)

Die Rasenflächen im Sport- und Golfbereich tragen durch den Einbau von sandreichen und damit durllässigen Rasentragschichten dieser Situation Rechnung. Ein großer Wasserschluckwert bedeutet aber auch, dass die Wasserspeicherung eher gering ausfällt. Für ein ausgewogenes Rasenwachstum muss deshalb verstärkt die Bodenfeuchte beachtet werden, indem regelmäßige Messungen mit geeigneter Dokumentation erfolgen, um daraus nachhaltige Bewässerungs-Konzepte zu entwickeln.

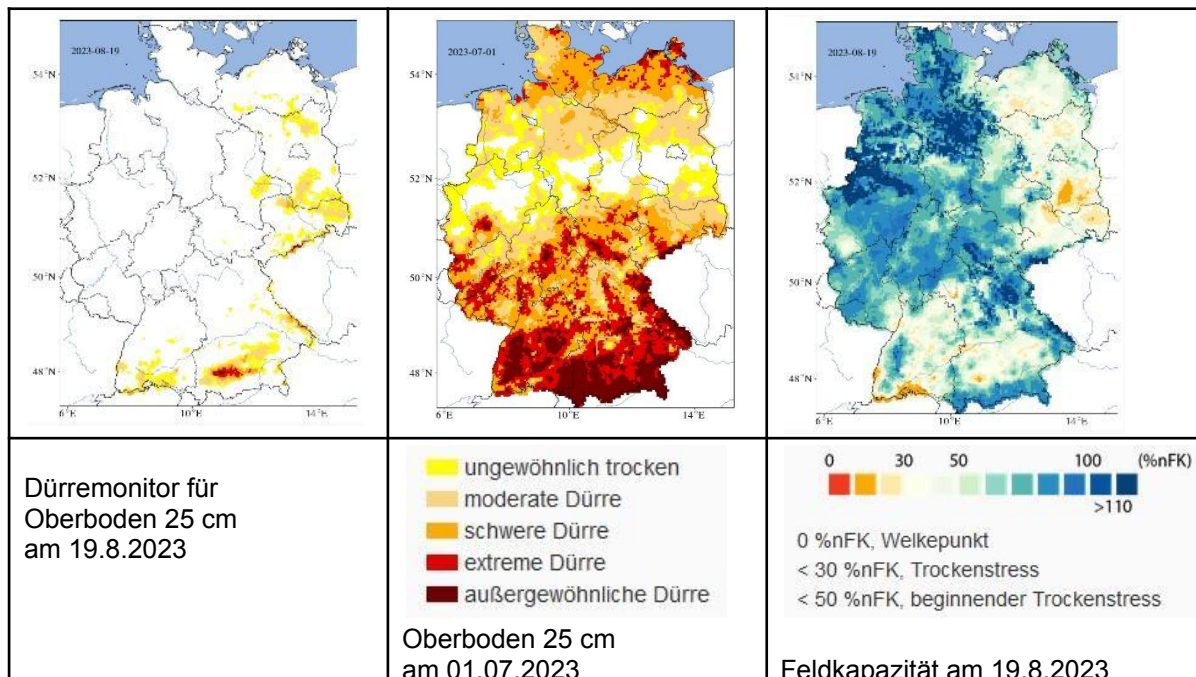


Abb.1a/b/c: Datenauswertung mit Dürremonitor. Quelle, UFZ (2023).

## R&A-Projekt "Golf Course 2030 Water"

In einer Projektstudie berichtet der R&A (2023) über Methoden zur Messung der Bodenfeuchtigkeit auf Golfplätzen. Gängige Verfahren sind demnach:

- Manuelle Handsonden, mit denen das Greenkeeping-Team detaillierte Aufzeichnungen der jeweiligen Flächen erstellen kann.
- GPS-fähige, manuelle Sensoren. Hierbei werden die ermittelten Messdaten automatisch in einem cloudbasierten System gespeichert. Einige Systeme können auf dieser Grundlage Feuchtigkeitskarten erstellen, mit denen der Bodenfeuchtezustand der Rasenfläche angezeigt wird.
- Eingebaute Bodensonden übermitteln Live-Bodendaten an eine zentrale Datenbank/Cloud-System. Die Daten werden ebenfalls zu Karten weiterverarbeitet.
- Drohnen gestützte Sensoren. Diese erfordern eine regelmäßige Kartierung mit entsprechender Ausrüstung und Fluglizenzen, um detaillierte Karten eines Standorts zu erstellen.

Neuste Entwicklungen nutzen KI unterstützte Konzepte.

- Hoch aufgelöste Satellitenbilder zur regelmäßigen Erfassung der Bodenfeuchte mit Detailkarten für die Flächen einer Golfanlage.

Im folgenden Teil werden einige Systeme beispielhaft vorgestellt. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Vertiefende Hinweise sind den jeweiligen Literaturangaben zu entnehmen.

### Messwerte für Bodenfeuchte

Für den Bereich der Golfplätze und für hochwertige Sportanlagen werden seit geraumer Zeit verstärkt tragbare Feuchtigkeitsmessgeräte zur Ermittlung der Bodenfeuchte verwendet. (Abbildung 2a/b/c). Gängige Bodensonden zur Messung der Bodenfeuchte liefern gute Daten zur Einschätzung der notwendigen Beregnungsmenge. Dabei sollte der Bodenhorizont bis etwa 10 cm Tiefe und die Wurzelaktivität berücksichtigt werden.

		
Abb. 2a: POGO-Plus mit Bluetooth-Schnittstelle zur Datenweiterleitung.	Abb.2b: DELTA-T Feuchtemesser.	Abb. 2c: Spectrum TDR 350 mit Möglichkeit zur Datenerfassung.

(Foto: K.G. Müller-Beck)

Nach NONN (2014) ist es wichtig, dass die Wassermenge zur wurzeltiefen Befeuchtung ausreicht. Nur dann bleiben die Wurzeln in tieferen Bodenschichten und die Gräser ausreichend scherfest. Bei Beregnung mit zu wenig Wasser verflacht das Wurzelwerk. In der

Praxis haben sich je nach Bodenzusammensetzung Feuchtegehalte für den Golf- und Sportplatz von 16 % bis 24 % bewährt. Zur optischen Beurteilung der Durchfeuchtungstiefe bietet sich der Profilspaten an.

Vor dem Hintergrund der geforderten Reduzierung des Wasserverbrauchs auf den Golfanlagen, wird die nächste Herausforderung für die Golfplatzbetreiber der Einbau von Bodenfeuchtigkeitssensoren sein. Erste Test-Anlagen werden gerade installiert und in den USA werden bereits Ergebnisse zur Ressourcenschonung kommuniziert.

### Boden als Wasserspeicher

Das pflanzenverfügbare, nutzbare Wasser im Boden ist maßgeblich vom Bodenaufbau und Wurzeltiefgang abhängig. Je sandiger der Boden und je flacher die Wurzeln sind, desto weniger Wasser steht den Gräsern zur Verfügung, dies gilt gerade bei sandreichen Tragschichten der DIN-Sportplätze. Somit kann es bei hohen Temperaturen schon nach ein bis zwei Tagen zu Trockenstress kommen.

Mehr Wasser speichern Böden mit höheren Schluff und Tonanteilen, wobei auf diesen Böden die Wasserdurchlässigkeit meist nicht ausreichend ist. Tiefer wurzelnde Gräser wie z.B. *Lolium perenne* und *Poa pratensis* können Trockenheit länger schadlos überstehen als die Flachwurzler *Poa annua* und *Poa trivialis*. Die richtigen Gräser sowie eine tiefe und intensive Durchwurzelung bieten daher gute Voraussetzungen für eine ressourcenschonende Wasserversorgung.

Unter Berücksichtigung der natürlichen Niederschläge und einer angemessenen Beregnungsmenge, abhängig von der Evapotranspiration (ET), können somit Zielwerte für die Bodenfeuchte angestrebt werden. Angepasst an den Pflanzenbestand und die standörtlichen Bodeneigenschaften reicht eine Bodenfeuchte von 16 % bis 24 % für normales Gräserwachstum. Diese Werte lassen sich mit geeigneten Messgeräten (z.B. POGO Plus oder Fieldscout TDR, Abbildung 2a/c) regelmäßig überprüfen.

### Indirekte Messungen

Messungen zur Erfassung der Gräservitalität führen ebenfalls zur Einschätzung des Bewässerungsbedarfs von Rasengräsern. Bereits im Jahre 2016 wurde an der Kansas State University der Einsatz von Drohnen zur Ermittlung von Trockenstress bei Rasengräsern erprobt. Hierzu wurden Nahinfrarotbilder (NIR) von *Agrostis stolonifera*-Bewässerungsflächen auf einem Golf-Fairway ausgewertet (USGA, 2016). Beim Beregnungsregime wurden sechs Behandlungsstufen zur Defizitberechnung mit den Varianten 100, 80, 65, 50, 30 und 15 Prozent Ersatz der geschätzten Evapotranspiration (ET) ausgewertet (Abbildung 3).

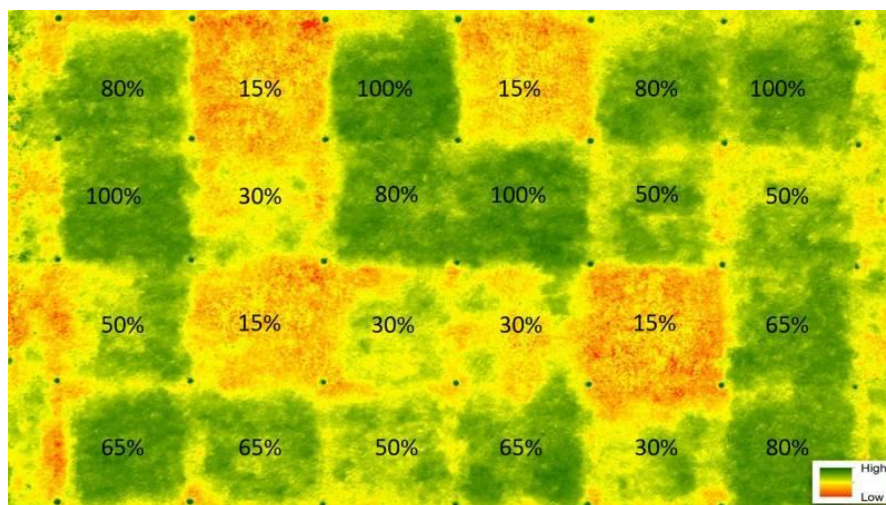


Abb.3: Einsatz der Drohne zur Auswertung einer Defizitberechnung mit farbverstärkten Nahinfrarotbildern (NIR) von *Agrostis stolonifera*-Rasenflächen. Der Versuch wurde an der Kansas State University mit ArcGISm erstellten Bildern durchgeführt. Die dunkelgrünen Bereiche zeigen mehr Biomasse (gesunder Rasen). Quelle, USGA, 2016

Hier wird sichtbar, dass bei einer Defizitberechnung von 65 bis 80 % gute bis akzeptable Vegetationswerte beim Rasen erreicht werden können, bei gleichzeitiger Wassereinsparung von 20 bis 35 %. Voraussetzung für derartige Berechnungs-Konzepte sind valide, regelmäßige Messdaten.

### Regner-Steuerung nach Bodenfeuchte

In einer Untersuchung der University of Minnesota berichten STRAW und MACKENZIE (2019) von einem Berechnungs-Konzept zur Fairway-Beregnung mit einer Gruppensteuerung der Regner, in Abhängigkeit von der gemessenen Bodenfeuchte. Mit den gemessenen Daten werden Bodenfeuchtheitskarten der Fairways erstellt (z.B. FieldScout TDR 350 mit Georeferenzierung) und die Vorteile einer Ventil-Kopf-Steuerung der Regner genutzt. Das Bewässerungssystem wird so programmiert, dass es den Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit entspricht. Dies würde bedeuten, dass jeder Regner-Kopf einer Bodenfeuchteklasse zugewiesen wird, die aufgrund der Messungen ermittelt wurde. Mit diesem Programm können in den einzelnen Klassen (trocken / feucht) angemessene Beregnungsmengen appliziert werden.

Durch dieses Konzept der "standortspezifischen Bewässerung" oder "Präzisionsbewässerung" lässt sich eine erhebliche Wassereinsparung erzielen.

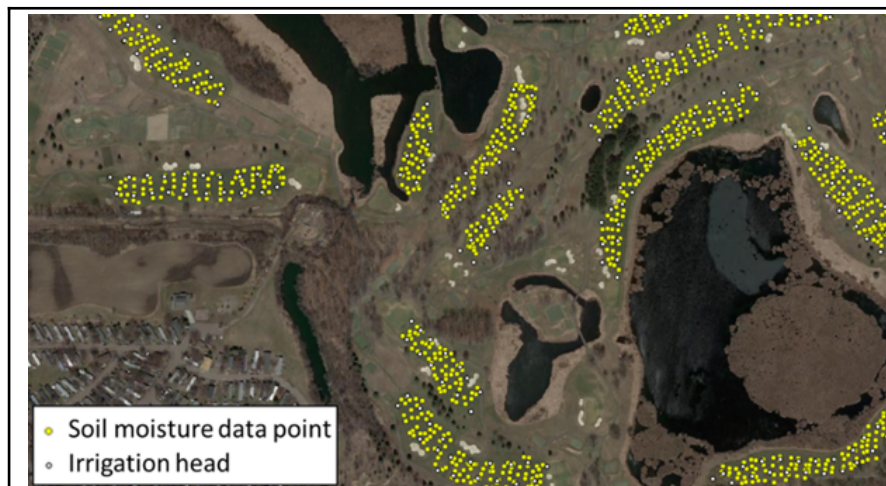


Abb.4:  
Messpunkte für  
Bodenfeuchtigkeit und  
Positionen der  
Versenkregner.  
Quelle: STRAW und  
MACKENZIE (2019).

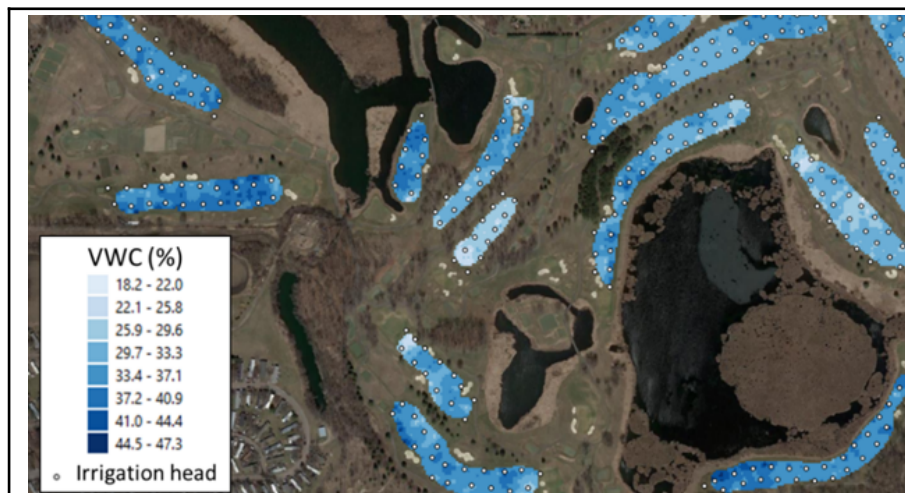


Abb.5:  
Karte der  
Bodenfeuchtigkeit in  
Vol.-%. Hier wird die  
Variabilität innerhalb und  
zwischen den Fairways  
deutlich.  
Quelle: STRAW und  
MACKENZIE (2019).

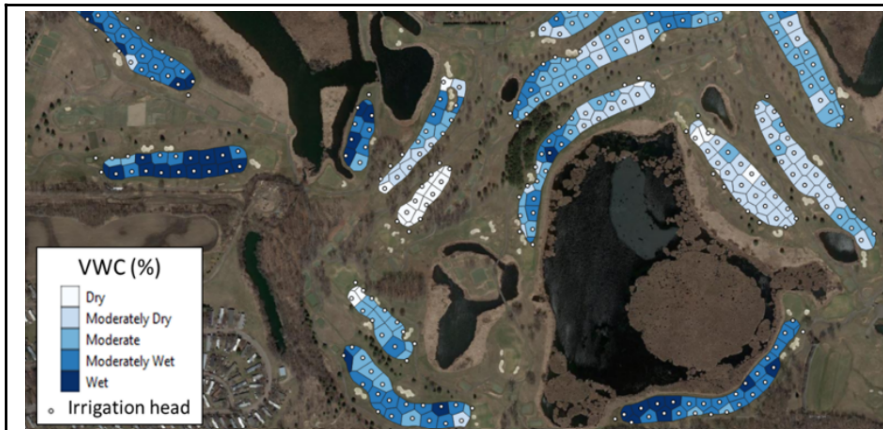


Abb.6:  
Bewässerungsklassen  
von trocken bis nass,  
die den einzelnen  
Regner-Köpfen  
zugewiesen werden,  
sodass in Abhängigkeit  
von der Bodenfeuchte  
berechnet wird.  
Quelle: STRAW und  
MACKENZIE (2019).

Zur Nutzung eines derartigen Beregnungs-Konzeptes ist eine regelmäßige Messung der Bodenfeuchte zur Erstellung der Feuchtigkeits-Cluster mit der geeigneten Software erforderlich. Die Universität von Minnesota und die Minnesota Golf Course Superintendents Association (MGCSA) haben gemeinsam hierzu eine praktische Strategie für Golfplätze entwickelt (STRAW und MACKENZIE, 2019).

### Soil Scout Bodensensor

Eingebaute Bodensensoren sind eine fortschrittliche und kosteneffiziente Lösung zur dauerhaften Kontrolle von relevanten Parametern. Mit den eingebauten Bodensensoren lassen sich in Echtzeit u.a. die Bodenfeuchte auf Sport- und Golfanlagen erfassen. Die drahtlosen Sensoren von Soil Scout werden einfach rechtwinklich in das mit dem Locheisen ausgestanzte Bodenprofil eingesteckt (SOIL SCOUT, 2023). Die Daten werden kontinuierlich an die cloudbasierte Datenbank übermittelt, sodass entsprechende Feuchtigkeitskarten erstellt werden können, die zur Steuerung des Beregnungs-Regimes genutzt werden. Mit diesen datengesteuerten Kennzahlen lassen sich optimierte Wachstumsbedingungen einstellen, sodass Qualitätsanforderungen bei Golf- und Sportplätzen besser erreicht und Einsparungspotenziale z.B. beim Wasserverbrauch erzielt werden.

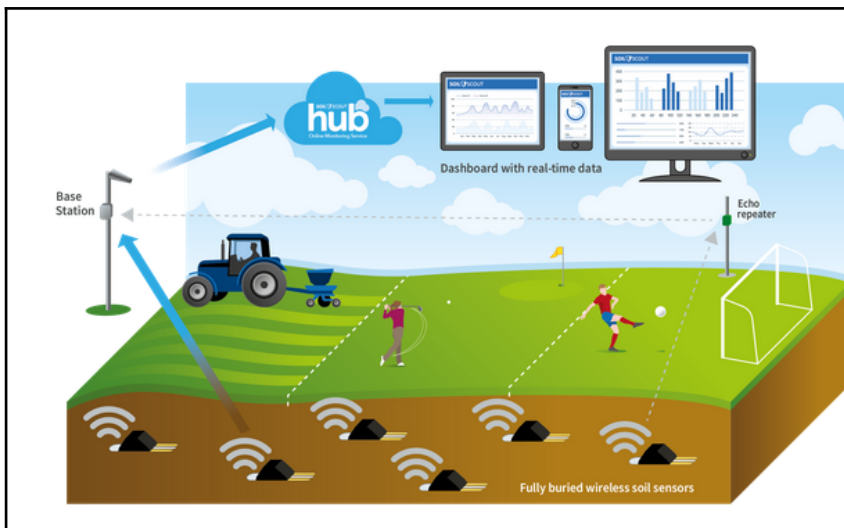


Abb.7:  
Soil Scout ist ein  
Boden-Sensorsystem, mit  
dem eine beliebige Anzahl  
von unterirdischen, drahtlosen  
Sensoren in einem Areal, wie  
Ackerflächen, Golf- oder  
Sportplätzen, im  
Vegetations-horizont  
eingesetzt werden kann. Mit  
den Daten werden  
Echtzeit-Karten verschiedener  
Bodenparameter erstellt.  
Quelle: TURFMATE (2023).

## Satellitenbilder zur Erfassung der Bodenfeuchte

Die Möglichkeiten zur Nutzung der KI bei der Ermittlung und Interpretation von Messdaten für diverse Vegetations- und Bodenparameter mittels satellitengestützter Aufnahmen, werden derzeit in verschiedenen Projektstudien erforscht. Ziel ist es, durch angemessene Pflegekonzepte den Qualitätsstandard zu optimieren und insbesondere den Wasserverbrauch auf Golfplätzen zu reduzieren.

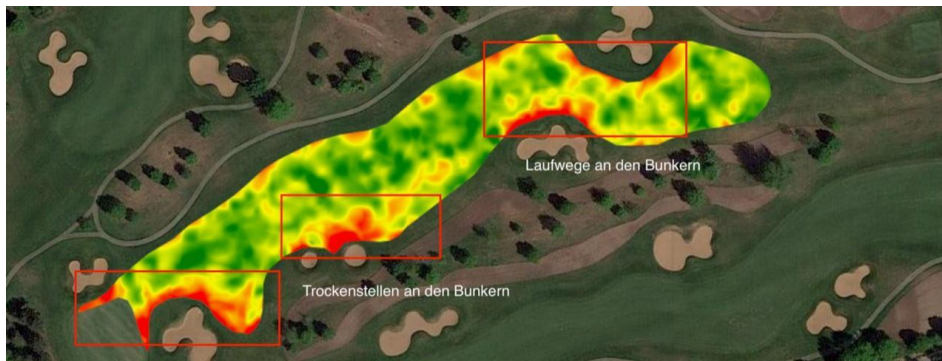


Abb. 8: Beispiel-Auswertung der Satellitendaten für Fairway 5 GC St. Leon Rot. Quelle HAHN 2022

So berichtet GREENWAY (2023) von dem Gemeinschaftsprojekt mit der United States Golf Association (USGA) und der New Mexico State University (NMSU), bei dem die Pflegemaßnahmen mit den Satellitendaten für ein nachhaltiges Konzept erarbeitet werden sollen. Auf den Plätzen Golf Club Las Campanas New Mexico, USA und St. Leon-Rot in Deutschland stehen derzeit der Wasserverbrauch im Fokus der Untersuchungen.

## Fazit

Die technischen Voraussetzungen zur Optimierung der Rasenpflege sind vielfältig und bieten gute Möglichkeiten, sparsamer mit den genutzten Ressourcen, beispielsweise Wasser, umzugehen. Damit das vorhandene Know-how auch zum Einsatz kommen kann, werden zukünftig entsprechende Investitionen in das Pflegemanagement notwendig werden.

## Quellenangaben

STRAW, C. and J. MACKENZIE, 2019: Mapping fairway soil moisture for improved irrigation decisions at your golf course.

<https://turf.umn.edu/news/mapping-fairway-soil-moisture-improved-irrigation-decisions-your-golf-course>

GREENWAY, 2023: Greenkeeping - besser gemacht! <https://greenway-turf.com/de/> und <https://www.linkedin.com/company/greenwaybykaruna/>

HAHN, D., 2022: Satellite imagery to create spatial moisture maps of an entire golf course.

<https://www.linkedin.com/pulse/satellite-imagery-create-spatial-moisture-maps-entire-dr-daniel-hahn/>

NONN, H., 2014: Berechnung von Rasenflächen. Deutsche Rasengesellschaft, Internet.

<https://www.rasengesellschaft.de/rasenthema-detailansicht/rasenthema-juni-2014.html>

SOILSCOUT, 2023: Sports Turf & Golf.

[https://cdn.shopify.com/s/files/1/1290/7859/files/Soil\\_Scout\\_Sports\\_Turf\\_Brochure\\_22\\_23\\_3.pdf?v=1689115507](https://cdn.shopify.com/s/files/1/1290/7859/files/Soil_Scout_Sports_Turf_Brochure_22_23_3.pdf?v=1689115507)

R&A, 2023: Soil moisture sensors and moisture monitoring. Golf Course 2030 Water.

<https://golfcourse2030water.com/solutions/39>

UFZ, 2023: Dürremonitor Deutschland.

<https://www.ufz.de/index.php?de=37937>

USGA, 2016: Small Unmanned Aircraft Systems Detect Turfgrass Drought.

<https://www.usga.org/course-care/turfgrass-and-environmental-research/research-updates/small-unmanned-aircraft-systems-detect-turfgrass-drought.html>

TURFMATE, 2023: A Sensor System Like No Other

<https://shop.turfmate.com.au/products/soil-scout-moisture-sensor?variant=44113214013694>