

Die Entwicklung von Dicksoden am Beispiel der Fußballflächen in der BayArena in Leverkusen*

Allgemeine Voraussetzungen und Methoden Teil 1:

Schmitz, G.

Einleitung

Durch die Bauweise der heutigen reifen Fußballstadien wurde der freie Raum des Rasenspielfeldes stark eingegrenzt. Hohe Tribürendächer, welche meist bis über die Außenbereiche des Spielfeldrandes ragen, bieten dem Zuschauer einen besseren Komfort gegenüber den alten Mehrzweckstadien bzw. Leichtathletik-Anlagen. Weitere Veranstaltungen neben der Bundesliga, wie DFB-Pokalspiele, Champions-League oder Länderspiele, aber auch das Training der eigenen Mannschaften bedeuten Zusatzbelastungen. Viele Arenen gestalten in den Spielpausen weitere Events. Die Vermarktung bietet neben den Fußballveranstaltungen weitere Einnahmemöglichkeiten.

Durch die steigenden Ansprüche in den Bundesligastadien wird in der heutigen Zeit ein großer Wert auf die Belastbarkeit des Rasens gelegt. „Im Sinne des Spiels und zur Vermeidung von Wettbewerbsbeeinträchtigung geht es darum, eine optimale Platzqualität sicherzustellen ...“ (RAUBALL, 2012).

Zu hohe Belastungen verändern den Qualitätsgrad. Im Innenraum des Stadions ist die Luftzirkulation unterschiedlich, teilweise gibt es durch die Bauart der Tribüne eine kaum messbare Luftbewegung. Das Abtrocknungsverhalten der Gräser ist hierdurch stark beeinträchtigt. Der auftretende Schatten- und die konstante Temperatur durch die Rasenheizung sowie die aufgezählten Faktoren beeinflussen besonders in der vegetationsarmen Jahreszeit die Rasenqualität negativ (PASCH, 2006).

Wichtige Kriterien der sportlich genutzten Rasenfläche sind nicht nur der Farbspekt, sondern auch der Pflanzenbestand, die konstante Wasserdurchlässigkeit und die Scherfestigkeit bzw. die Durchwurzelung. Um immer einen repräsentativen Rasen in den Arenen zu gewährleisten, wird der Rasen durch einen entsprechenden Bodenaufbau in den Wintermonaten frostfrei gehalten sowie bei starker Beschädigung großflächig mit so genannten Dicksoden ausgetauscht.

Die Überlebensdauer einer Dicksode in Fußballarenen ist unter den schwierigen Bedingungen zeitlich begrenzt. Der Deckungsgrad nimmt ab und durch eine Abnahme der Durchwurzelung wird auch die Scherfestigkeit negativ beeinflusst. Um einen Austausch des Rasens möglichst lange hinauszuzögern, werden in einigen Fußballarenen der Bundesliga Vegetationslampen eingesetzt, mit denen die Rasenflächen nach einer vorausgegangenen Schattenanalyse rasterweise zusätzlich beleuchtet werden (VAN VUUREN, 2010).

Ziel der HGK-Arbeit war es, anhand von Feldversuchen zu ermitteln, wie sich die Dicksoden bei unterschiedlichen Belastungsstufen durch den Spiel- bzw. Trainingsbetrieb sowie bei Einsatz der Zusatzbelichtung und Bodenheizung auf den Flächen in der BayArena entwickeln. Vergleichsweise wurden drei weitere Feldversuche (freiliegend) durchgeführt. Diese Rasenspielfelder beinhalten Flächen mit und ohne Bodenheizung sowie eine Nullvariante auf der Ersatzfläche und eine unbelastete Dünnsohle.

Soden-Produktion

Fachfirmen produzieren auf großen Feldern mit geeigneten Anzuchtböden oder Sandsubstraten die unterschiedlichsten Rasentypen. Die Angebotspalette variiert zwischen Hausrasen, Landschaftsrasen für Böschungen, Golf- und Sportrasen.

Im Entwurf der Anforderungen an Fertigrasen nach DIN 18 035, Teil 4 der Ausgabe 2007 wird der Kornanteil unter 0,025 mm von 12 % auf 10 % herabgestuft. Ein weiterer Unterschied zur Ausgabe von 1991 ist die Bodenbedeckung, die von 95 % auf 98 % angehoben wird. Reduziert wird auch der Anteil der Fremdgräser von 2 % auf 1%. Die von den Züchtern geforderte Erhöhung des Rasenfilzes von 5 mm auf 10 mm sowie eine erneute Anhebung des Kornanteils wurden nicht akzeptiert. Derartige Anpassungen würden die Wassersättigung steigern und

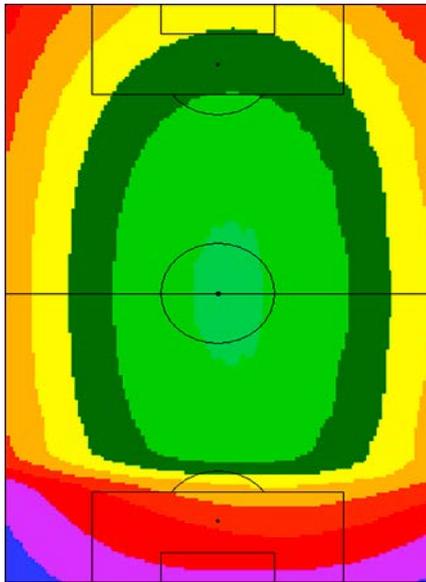
die Wasserdurchlässigkeit mindern. Ein ungünstiger Verlauf im Körnungslinienbereich kann sich negativ auf die Wasserdurchlässigkeit auswirken (SKIRDE et al., 2011).

Die für Sportrasen-Anzuchtflächen verwendeten Gräser-Mischungen nach RSM 3.1 werden in verschiedenen Zusammensetzungen angeboten. Die meisten Rollrasenproduzenten verwenden hauptsächlich Wiesenrispe (*Poa pratensis*), Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*), teilweise Kurzausläufer Rotschwengel (*Festuca rubra trichophylla*) und Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*). Speziell behandelte Saatgutpartien, der sogenannten 0 / 0 Partien, werden mit Keimbeschleunigern, Algenprodukten oder Enzymen versetzt, anschließend zur Saat auf ebenflächigen Anzuchtböden mit Spezialmaschinen eingesät und über einen bestimmten Zeitraum bis zur Ernte intensiv gepflegt.

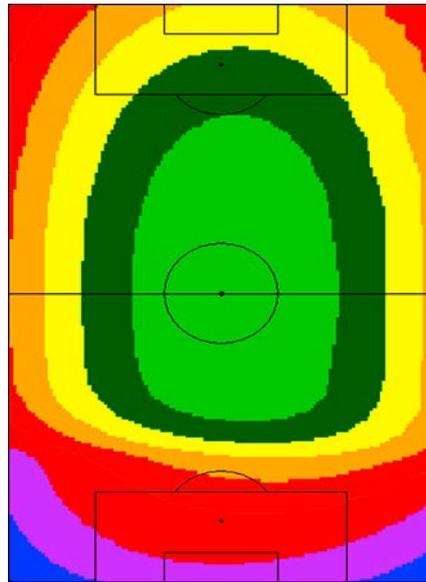
Um eine Sportrasenfläche nach der Verlegung sofort wieder nutzen zu können, ist der Einsatz eines Blockrasens (eng. Slabs) bzw. die Verwendung von Dicksoden unverzichtbar. Diese weisen eine Schälstärke von 30 mm bis 43 mm auf. Dicksoden werden in einer Breite von 60 cm, 120 cm bis 240 cm und einer Länge von ca. 12,5 Metern angeboten. Die sogenannten Groß- oder Jumborollen werden auf den ca. 14-18 Monate alten Anzuchtflächen geerntet. Durch ihr hohes Eigengewicht können sie nach fachgerechter Verlegung sofort bespielt werden (PEIFFER, 2013).

Qualitätskonzept Stadionrasen

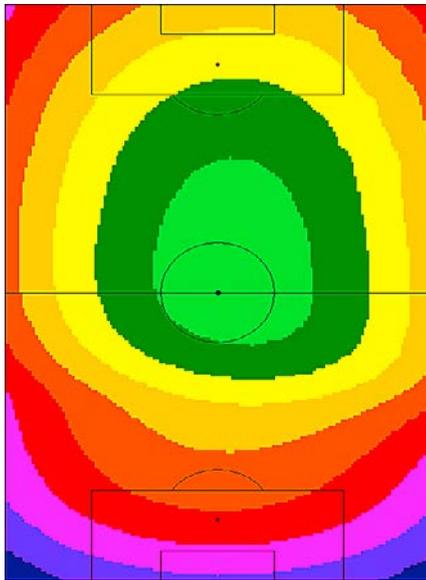
Um die Qualität des Stadionrasens zu sichern, entwickelte die DFL (Deutsche Fußball Liga) mit einem Expertenteam einen Bewertungskatalog zur Erfassung aller Bundesliga-Rasenflächen. Für die Stadion-Greenkeeper wird somit die Möglichkeit geschaffen, ein einheitliches Bewertungssystem anhand diverser Mess-Parameter für den Zustand der Spielflächen zu nutzen (DFL, 2012).



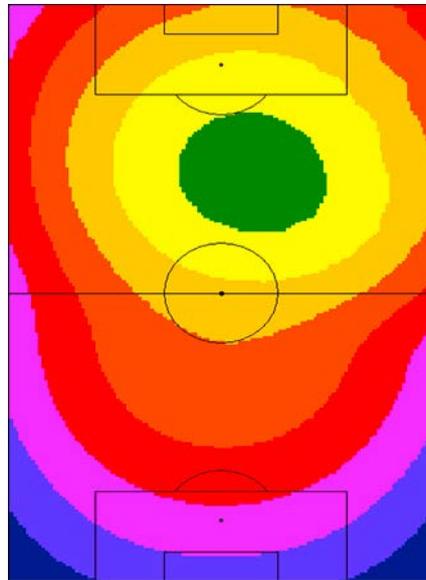
Juli



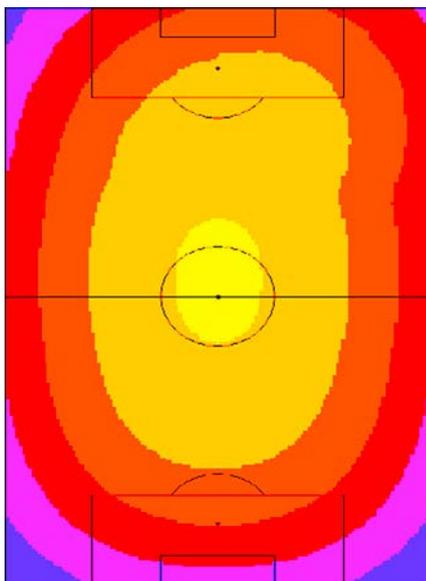
August



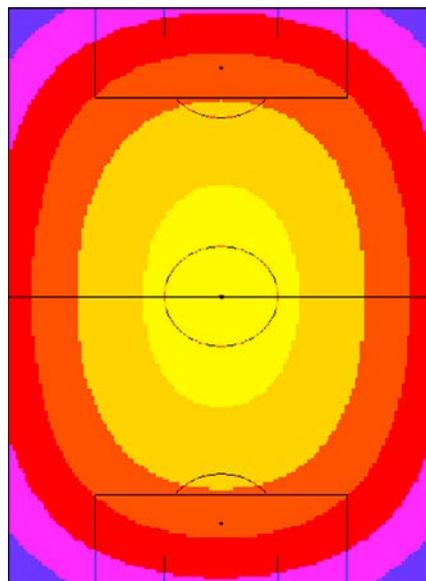
September



Oktober

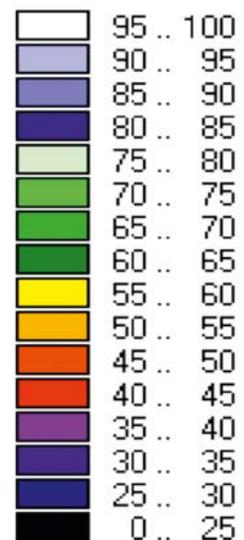


November



Dezember

% transmission



Lichttransmission des Daches

Um die Qualität des Rasens in Fußballstadien zu optimieren, wird dieser künstlich beleuchtet. Das für die Pflanzen und damit für die Photosynthese nutzbare Licht liegt in einem Wellenbereich von 400-700 nm; dieses Licht wird als Quantum-Licht bezeichnet. Bei den Messungen für die Wachstumsbelichtung werden die Angaben auch als PAR bezeichnet. PAR steht für „Photosynthetically Active Radiation = „photosynthetisch aktive Strahlung“. Die Einheit ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) wird als Menge der Lichtmoleküle (Photonen) bezeichnet, die in einer definierten Zeit auf eine bestimmte Fläche auftreffen (IBROM, 2001).

Messverfahren

Zu den Messverfahren der DFL gehören die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Rasentragschichten mit dem Doppelring-Infiltrometer, die projektive Bodenbedeckung zur Bestimmung des Deckungsgrades sowie die Scherfestigkeitsmessung der Rasennarbe mit der Flügelsonde. Die Ebenheit einer Rasenfläche ist ein weiterer bedeutsamer Parameter, der optional gemessen wird (DFL, 2012).

In einer Masterarbeit zu Scherfestigkeitsuntersuchungen auf Naturrasen-Sportplätzen (HOLZINGER et al., 2011) wurden an verschiedenen Standorten Mess-Serien durchgeführt. Die veröffentlichten Mittelwerte dienen zum Vergleich der eigenen Messergebnisse.

Abb. 1: Schattenanalysen in der BayArena durch Ermittlung des Lichteinfalls in Abhängigkeit vom Jahresverlauf, nach van VUUREN, 2010.

Monat	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Dachsensor Mol/m ²	212,2	855,2	540,3	349,1	128,6	37,1
Beleuchtung S1 Mol/m ²	x	x	66	69	93	36
Beleuchtung S2 Mol/m ²	x	x	49	66	69	48
Beleuchtung S3 Mol/m ²	x	x	49	66	92	0

Tab. 1: Beleuchtungsangaben in Mol/m² (van VUUREN, 2010).

Material und Methoden

Versuchsflächen

Die Bodenzusammensetzung (RTS) der Versuchsflächen entspricht den Anforderungen der DIN 18035 Teil 4 „Sportplätze Rasenflächen“ (LEHMACHER, 2012). Alle vorhandenen Flächen verfügen über eine Beregnungsanlage.

Der verbesserte Anzuchtboden für die Dicksode entsprach ebenfalls dem günstigen Sieblinienbereich für Rasentragschichtgemische.

Für die Einsaat des Fertigrasens wurde folgende Mischung in Anlehnung an die RSM 3.1 verwendet (PEIFFER, 2013):

- 30 % *Lolium perenne*
 - 3 % MONTREUX
 - 10 % LUGANO
 - 6 % VENICE
 - 11 % MELBOURNE
- 60 % *Poa pratensis*
 - 27 % COCKTAIL
 - 30 % YVETTE
 - 3 % FESTINA
- 10 % *Festuca rubra*
 - 3 % MARWIN
 - 3 % ALICE
 - 4 % CAROUSEL

Der gesamte Versuch wurde auf vier Rasenflächen inklusive Trainingsplatz 3 mit einer Dünnsode (DS) angelegt. Auf den Flächen wurden drei Parzellen a, b und c angelegt (Abbildung 2). Diese Versuchsflächen beziehen sich auf das BayArena-Stadion, nachfolgend S1 bis S3 genannt, das Ulrich-Haberland-Stadion mit den Bezeichnungen UH1 bis UH3, beide in Nord-Süd-Ausrichtung, Trainingsplatz 3 (TP1 bis TP3) der Fläche DS mit West-Ost-Ausrichtung und Ersatzrasenfläche/Sodengarten mit den Abkürzungen EF bezeichnet.

Versuchsfläche BayArena

In der BayArena ist die Rasenfläche von einer geschlossenen Tribüne mit einem

Dach eingefasst. Die nach Herstellerangaben eingebauten Dachplatten haben einen Lichttransmissionswert von 74 %, die Größe der Dachöffnung beträgt 110,3 m x 68,2 m abzüglich der Ausrundungen in den Ecken. Die Öffnung liegt mittig über dem Spielfeld und weist eine Größe von 6.600 m² auf. Die Dachinnenkante liegt ca. 31,6 m über dem Spielfeld. Durch die Bauart des Daches und der Tribüne verändert sich der Lichteinfall bzw. die Sonneneinstrahlung jahreszeitbedingt (Abbildung 1).

Zusätzlich verändert sich die Luftzirkulation im Stadionbereich, es entsteht hier eine Art Raumkultur im Innenraum. Die reine Spielfeldgröße beträgt 105 m x 68 m, das Umfeld misst auf den Köpfen je 3 m, auf der Westseite 2,5 m und auf der Ostseite 2 m zum Rand. Die

Fläche verfügt über eine mit Wasser betriebene Rasenheizung, welche bei Temperaturen unter +2 °C automatisch eingeschaltet wird. Dieser Vorgang wird von mehreren Fühlern im Boden und an der Oberfläche überwacht. Ziel ist es, die Rasentragschicht frostfrei zu halten.

Im Heizbetrieb beträgt die Temperatur in unmittelbarer Nähe der Heizrohre in 25 cm Tiefe ca. 38 °C. Hierbei erwärmt sich die RTS in 10 cm Tiefe um ca. 15 °C. An der Oberfläche der RTS ist noch eine Temperatur von 0-4 °C zu verzeichnen.

Laut analysierter Schattenberechnung werden die Versuchsflächen zusätzlich mit fahrbaren Modulen künstlich beleuchtet (Tabelle 1).

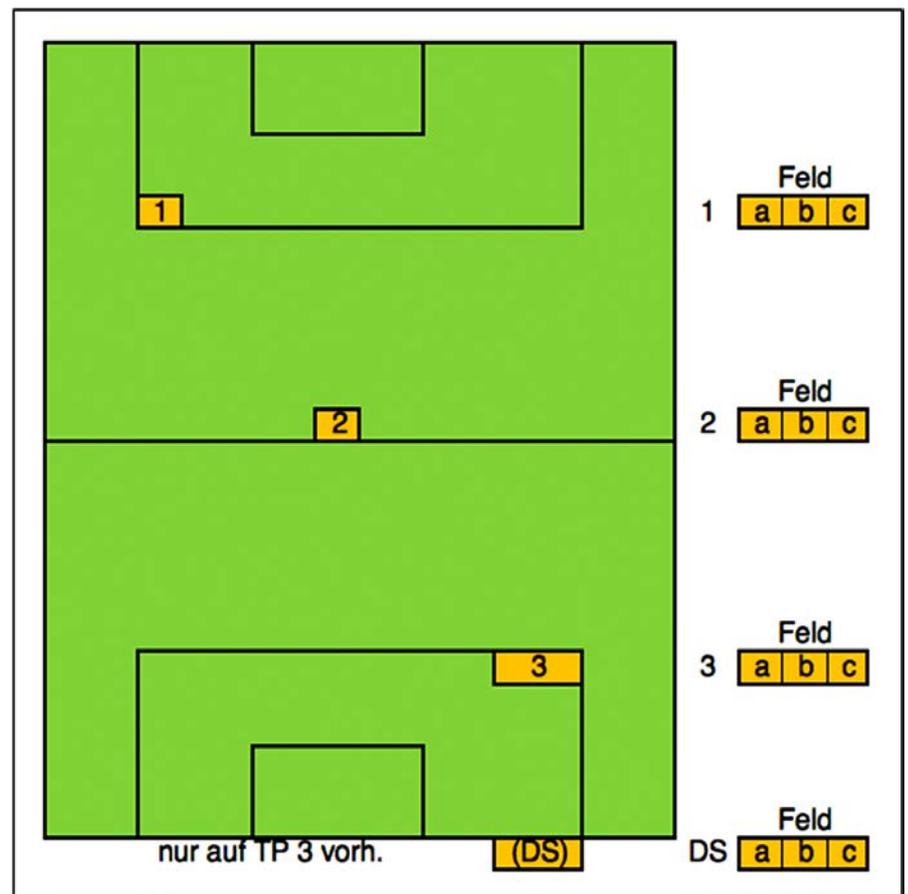


Abb. 2: Schematische Darstellung der Untersuchungspunkte auf den jeweiligen Versuchsflächen S1, S2, S3 = BayArena; UH1, UH2, UH3 = Ulrich-Haberland TP1, TP2, TP3, DS = Trainingsplatz 3.

Versuchsfläche

Ulrich-Haberland-Stadion

Das Ulrich-Haberland-Stadion ist eine überwiegend freiliegende Fläche. Es verfügt über eine kleine 40 m lange überdachte und 8 m hohe Tribüne auf der Ostseite. In den Außenbereichen südlich vor Kopf der Spielfläche ist ein lockerer Baumbestand, der bezüglich des Schattendrucks keine gravierenden Beeinträchtigungen darstellt. Die Westseite ist frei von großen Bauelementen, lediglich drei übereinander gestellte Baucontainer auf der Höhe der Mittellinie grenzen als Sprecherkabine das Spielfeld ab. Nördlich gelegen ist das Spielfeld durch einen lockeren Baumbestand abgegrenzt. Die Zuschauertribüne bilden Betontraversen, welche durch eine Bauhöhe von ca. 4 m das nähere Umfeld zur Rasenfläche auf den Nord/Ost/Süd und teilweise auf der Westseite einfassen. Eine angrenzende Bandenwerbung von ca. 1,3 m Höhe umschließt das gesamte Rasenspielfeld. Auch hier ist eine bauartige Warmwasser-Rasenheizung installiert. Die reine Spielfeldgröße beträgt 105 m x 68 m. Das Umfeld liegt nördlich und südlich bei 5 m, auf der West- und Ostseite bei 2,5 m. Hier erfolgt keine zusätzliche Beleuchtung.

Versuchsfläche Trainingsplatz 3

Der Trainingsplatz 3 ist um ca. 90° gedreht zu den zuvor genannten Spielflächen angeordnet. Die Spielfläche ist 100 m x 65 m groß. Das Umfeld nach West und Ost beträgt ca. 3 m, nach Süd ca. 2 m und ist nach Norden zu der benachbarten Trainingsrasenfläche nicht bebaut. Das Gelände ist von einem lockeren Baumbestand umgeben und ist somit als überwiegend freiliegend zu verzeichnen. Die Fläche ist nicht mit einer Rasenheizung ausgestattet und wird ebenfalls nicht beleuchtet.

Versuchsfläche Ersatzrasenfläche

Die Ersatzrasenfläche bzw. der Sodengarten ist eine überwiegend freiliegende Fläche, welche nach Westen durch eine 5 m hohe Zaunanlage abgegrenzt wird. Eine mit 30 cm Abstand zum Boden montierte 2,2 m hohe Bandenplatte stellt einen Windschutz dar, beeinträchtigt aber die Rasenfläche nicht signifikant, da ausreichender Abstand über der Rasenoberfläche gewährleistet wird. Die unmittelbar an den Bandenplatten angrenzende Versuchsfläche hat somit eine ausreichende Luftzirkulation.

Versuchsübersicht

Der gesamte Versuchszeitraum erstreckte sich über 21 Wochen. Im Anschluss an die Verlegung wurden von der KW 29-50 sechs Kriterien gemessen und bewertet. In den Zeiträumen der KW 33-35, KW 38-40 und KW 45-46 erfolgten keine Messungen, mit Ausnahme von Wurzelzonen aus der KW 45.

Scherfestigkeit



Abb. 3: Scherfestigkeitsmessung mit einer Flügelsonde.

Die Bestimmung der Scherfestigkeit wurde nach DIN 18035-4 ermittelt. Hierzu wurde wöchentlich mit der Flügelsonde 20 mm x 40 mm (Breite x Länge) gemessen. Dabei wird die Flügelsonde in die Rasentragschicht eingedrückt, bis die Oberkante des Flügels bündig mit der Oberfläche abschließt (Abbildung 3). Anschließend wird die Flügelsonde so weit gedreht, bis die Grasnarbe abscherft. Die Messungen erfolgten zwei Stunden nach der Prüfung der Wasserinfiltration mit je sechs Messungen pro Messstelle. Hierbei wurden die einzelnen Messstellen in den Versuchspartellen z. B. (S 1 und den Teilbereichen a, b und c) ohne Schema ausgewählt. Bei den Messungen, in Verbindung mit der Wasserinfiltration, wurden die sechs Einzelmessungen in dem Bereich der Ringe ebenfalls im gleichen Zeitabstand vorgenommen. Die Messangaben werden in kPa (Kilopascal) und pro Feld als Mittelwert angegeben.

Narbendichte

Die projektive Bodenbedeckung bzw. Narbendichte wurde in Anlehnung an die DIN EN 12231:2003-07 „Bestim-



Abb. 4: Schätzrahmen zur Ermittlung der Narbendichte (Deckungsgrad in 5).

mung der Bodenbedeckung bei Naturrasen“ mit einem Schätzrahmen (1 m x 1 m, Eigenbau) visuell bonitiert (Abbildung 4). Die Narbenschätzungen erfolgten pro Versuchsfläche in drei Wiederholungen und werden in % Deckungsgrad angegeben.

Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserinfiltrationsraten der Rasentragschichten wurden nach DIN EN 12616:2003-07 mit einem Doppelringinfiltrimeter nach dem Verfahren B ermittelt. Der Innenring hat einen Durchmesser von ca. 300 mm, der äußere Ring einen Durchmesser von ca. 500 mm. Beide Ringe werden 50 mm tief in den Boden eingeschlagen.

Die Messungen wurden in Abständen von ca. sechs Wochen in drei Wiederholungen durchgeführt (a, b und c). Die Messungen wurden in mm/h und nach Berücksichtigung des Korrekturfaktors der Wassertemperatur ermittelt und gerundet (DFL, 2012). Die Flächen wurden eine Stunde lang mit Wasser gesättigt, die Messung der Infiltrationsrate erfolgte über einen Zeitraum von 20 Minuten.



Abb. 5: Doppelringinfiltrimeter-Methode zur Messung der Wasserinfiltrationsrate im Feldversuch.

Wurzelhorizont

Die Entnahme des Bodenprofils zur Bestimmung der Verwurzelung erfolgte mit einem Profil-Stechspaten zufällig aus den einzelnen Versuchspartellen. Die Proben wurden vor Ort mit Hilfe

einer Laminierfolie beschriftet, auf festen Untergrund abgelegt und zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet. Zur Auswertung wurden die einzelnen Proben auf ein grobmaschiges Sieb der Maschenweite 8 mm x 8 mm ca. fünf Minuten zum Einweichen in Wasser gelegt und im Anschluss mit einem weichen Wasserstrahl ausgespült. Nach dem Abtropfen wurde das gesamte Profil auf das in Abbildung 6 dargestellte Messgitter aufgelegt und die Verwurzelung ausgewertet (Tabelle 2).



Abb. 6: Darstellung von Wurzelproben im Messgitter.

Zur Bewertung der verschiedenen Wurzelzonen wurden Bonitur-Noten in Abhängigkeit der Durchwurzelungsdichte gewählt (Tabelle 2).

0 = keine Wurzeln vorhanden
2 = 1-2 Hauptwurzeln
3 = 3-5 Hauptwurzeln
4 = 5-8 Hauptwurzeln
5 = 8-12 Hauptwurzeln
6 = 12-24 Hauptwurzeln
7 = schwach verzweigtes Wurzelgewebe
8 = mäßig verzweigtes Wurzelgewebe
9 = dicht verzweigtes Wurzelgewebe

Tab. 2: Einteilung der Wurzelmengen in Bonitur-Noten.

Farbaspekt

Der Farbaspekt der Gräser wurde wöchentlich in drei Wiederholungen bonitiert (Tabelle 3). Die Mittelwerte der Bonitur-Noten wurden erfasst.

Bonitur -Noten
1 = nekrotisch
2 = chlorotisch
3 = gelblich
4 = leicht gelbgrün
5 = magergrün Unterblätter gelblich
6 = Blattspitzen gelblich/grün
7 = grün
8 = dunkelgrün
9 = satt dunkelgrün

Tab. 3: Bonitur-Noten zur Bewertung des Farbaspektes.

Bestandszusammensetzung

Die Bestimmung der Pflanzenbestände erfolgte durch eine visuelle Schätzung der Artenanteile in %.

Pflege der Versuchsfelder

Die allgemeine Pflege wurde in einer 7-Tage-Woche durchgeführt. Die Rasenflächen wurden überwiegend mit Triplex-Spindelmähern gemäht, das Schnittgut wurde grundsätzlich aufgenommen. Zur allgemeinen Pflege gehörte die Wiederherstellungspflege nach jeder Spiel- oder Trainingseinheit, die ausgetretenen Divots wurden hier-

bei in die Versuchsfelder zurückgelegt, angedrückt und mit ausreichend Feuchtigkeit versorgt. Es erfolgte kein Austausch beschädigter Rasenstücke. Die Flächen wurden in dem laufenden Versuchszeitraum nicht nachgesät. Bei zusätzlichen Düngungen der Gesamtrasenflächen wurden die Versuchsfelder komplett mit einer Folie abgedeckt. Die mechanischen Bodenbearbeitungen erfolgten zeitnah. Abbildung 7 gibt einen Überblick über die im Versuchszeitraum angefallenen Nutzungsstunden.

Der Ergebnisteil folgt in der Ausgabe 2-2015 dieser Zeitschrift.

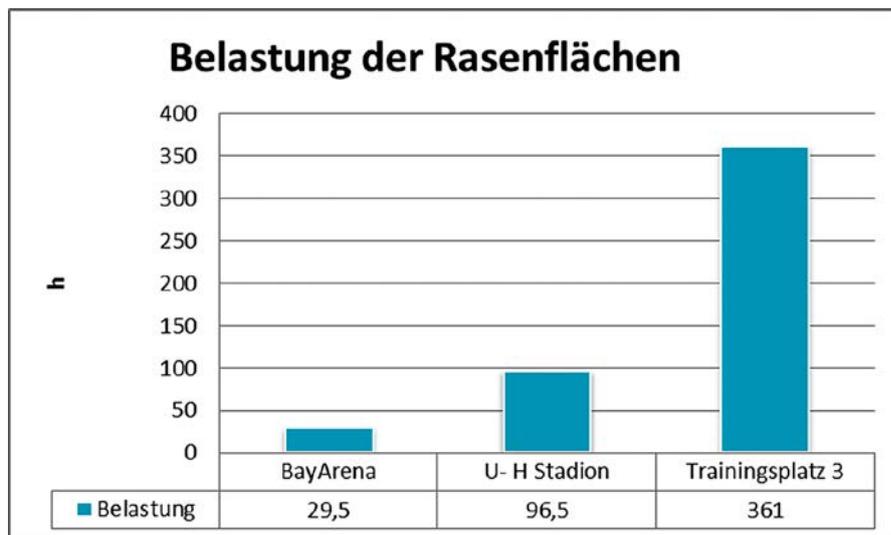


Abb. 7: Belastung der Rasenflächen durch den Spiel- und Trainingsbetrieb im gesamten Versuchszeitraum (in Spielstunden h).

Literatur

DFL Deutsche Fußball Liga, 2012: Qualitätssicherung für Stadionrasen – Arbeitsbuch für das Greenkeeping. Frankfurt: DFL, 2012. 25 Seiten.

HOLZINGER, B., W. HENLE, H. SCHNEIDER, F. FLORINETH und W. CLAUPEIN, 2011: Scherfestigkeitsuntersuchungen auf Naturrasen-Sportplätzen: European Journal of Turfgrass Science, Jahrg. 42, S. 3-10.

IBROM, A., 2001: Strahlungsverteilung und Photosynthese. <http://www.user.gwdg.de/~aibrom/ppoek/konzept/Photosynthese.html>.

LEHMACHER, E., 2012: Prüfbericht. 49078 Osnabrück: Labor für Baustoffe und Bauweisen des Sportplatz- und Landschaftsbaus, 2012.

PASCH, T., 2006: Manuskript DRG-Homepage „Rasen-Thema“ Feb. 2006 Stadionrasen – Sonderpflege im Winter. Mönchengladbach: http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2006/02_2006.pdf.

PEIFFER, A., 2013: Angaben zur Raseneinsaat. Viersen. Schriftl. Mitteilung.

RAUBALL, R., 2012 in: Qualitätssicherung für Stadionrasen-Arbeitsbuch für das Greenkeeping. Frankfurt: DFL, 2011. Zitat: Seite 4, Teil: Einleitung.

SKIRDE, W., P. BAADER, M. LOOSE, E. LEHMACHER, P.-T. MAJUNTKKE und W. PRÄ-MASSING, 2011: Sportplatzbau und Erhaltung. Frankfurt am Main.

VAN VUUREN, N., 2010: Angaben zur Schattenanalyse. Leverkusen: SGL-Concept. Schriftl. Mitteilung.

Autor:

Georg Schmitz
Geprüfter Head-Greenkeeper
Bayer 04 Leverkusen
E-Mail: georg.schmitz@bayer04.de

Die Entwicklung von Dicksoden am Beispiel der Fußballflächen in der BayArena in Leverkusen*

Teil 2: Ergebnisse und Diskussion

Schmitz, G.

Ziel der HGK-Arbeit war es, anhand von Feldversuchen zu ermitteln, wie sich die Dicksoden bei unterschiedlichen Belastungsstufen durch den Spiel- bzw. Trainingsbetrieb sowie bei Einsatz der Zusatzbelichtung und Bodenheizung auf den Flächen in der BayArena entwickeln. Vergleichsweise wurden drei weitere Feldversuche durchgeführt.

Die Beschreibung der allgemeinen Voraussetzungen und Methoden erfolgte im Teil 1, EJTS 1/15.

Ergebnisse

Scherfestigkeit

Zu Beginn der Messungen in der BayArena liegt die Scherfestigkeit an den Messpunkten auf gleicher Höhe. Im südlichen Bereich steigt sie intensiver als im Mittel- und Nordbereich an, allerdings ist eine Reduzierung ab der Messpause vor der KW 36 festzustellen. Besonders in dem letzten Zeitraum der Messungen ist ein stetiger Anstieg der Scherfestigkeit auf allen

drei Versuchsflächen zu verzeichnen. Auffallend sensibel reagiert die Scherfestigkeit jedoch auf intensivere Bodenbearbeitungsmaßnahmen im gesamten Verlauf, erreicht aber dennoch Höchstwerte mit bis zu 100 kPa (Abbildung 1).

Auch im Ulrich-Haberland-Stadion beginnt die Scherfestigkeitsmessung mit einem relativ gleichen Messwert, dieser steigert sich bis in KW 32. Auch ab hier ist eine starke Scherfestigkeitsminderung zu verzeichnen. Im Verlauf ist jedoch eine flachere Steigung als in der

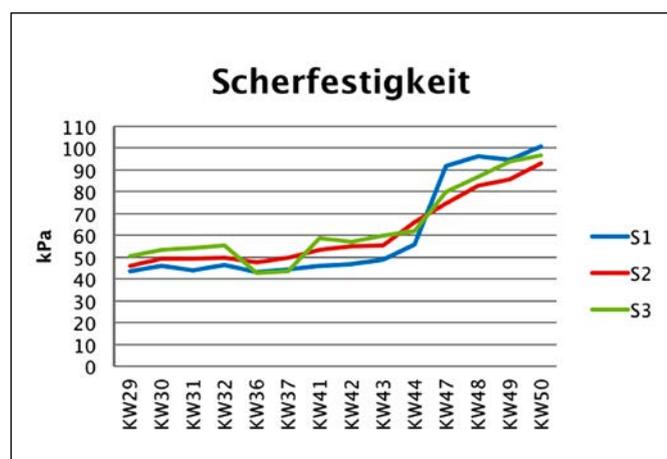


Abb. 1: Scherfestigkeitsverlauf der Versuchsflächen S 1 bis 3 in der BayArena.

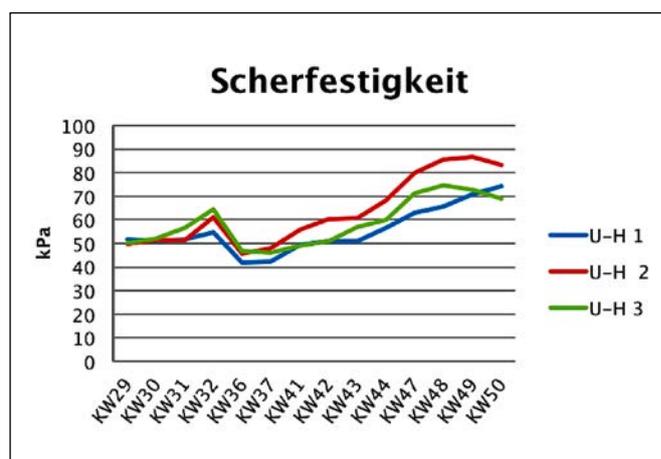


Abb. 2: Scherfestigkeitserlauf der Versuchsflächen U-H 1 bis 3 im Ulrich-Haberland Stadion.

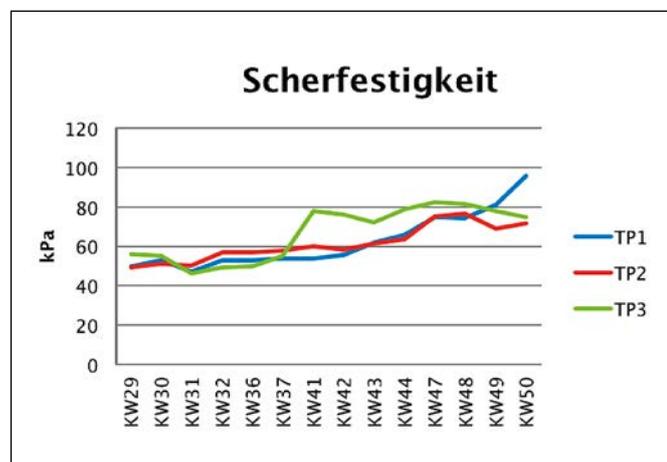


Abb. 3: Scherfestigkeitsverlauf der Versuchsflächen TP 1 bis 3 auf dem Trainingsplatz 3.

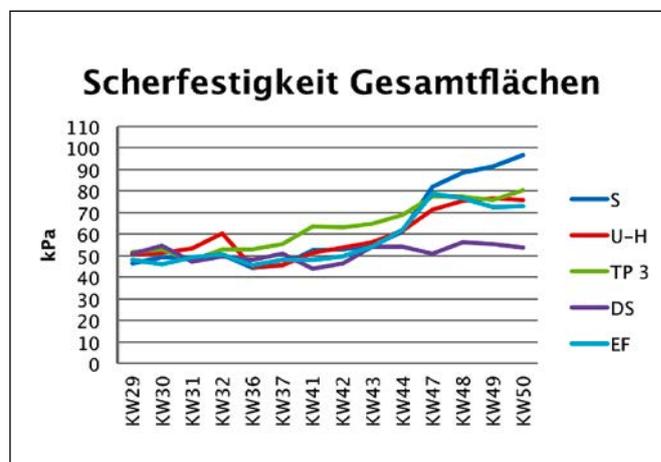


Abb. 4: Scherfestigkeitsverlauf aller Versuchsflächen in Mittelwerten.

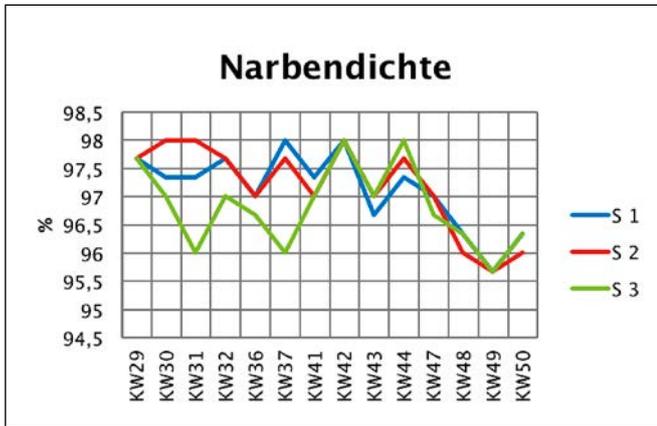


Abb. 5: Verlauf der Narbendichte in der BayArena im Beobachtungszeitraum.

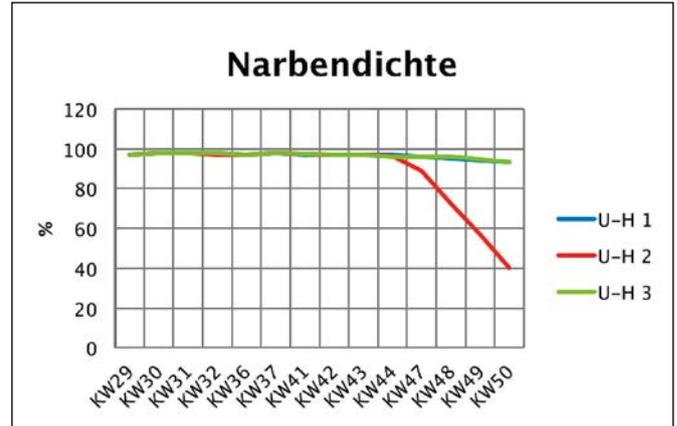


Abb. 6: Verlauf der Narbendichte im U-H-Stadion.

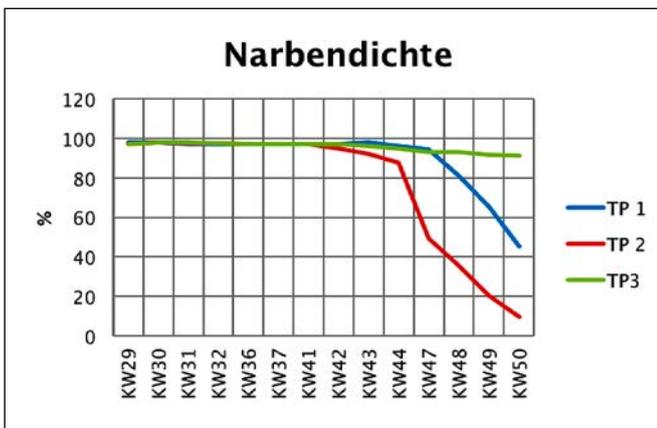


Abb. 7: Verlauf der Narbendichte des Trainingsplatz 3.

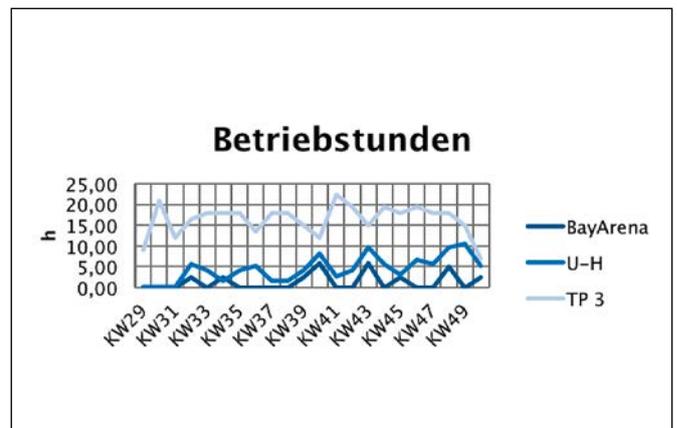


Abb. 8: Gesamtübersicht der Betriebsstunden auf drei untersuchten Spielflächen.

BayArena festzustellen. Höchstwerte werden auf den Versuchsflächen U-H 3 in der KW 48, in der KW 49 auf U-H 2 erreicht, die gegen Ende eine gering abfallende Scherfestigkeit aufweisen. Die Versuchsfläche U-H 1 hat am Ende immer noch eine steigende Tendenz (Abbildung 2).

Auf dem Trainingsplatz 3 ist die Scherfestigkeit aller Versuchsflächen relativ gleichmäßig, die Bodenbearbeitungsmaßnahmen sind kaum messbar. Die höchste Scherfestigkeit wird am Punkt TP 1 mit dem Wert von 96 kPa festgestellt, die Punkte TP 2 mit dem Wert von 71 kPa und TP 3 mit dem Wert von 75 kPa liegen dicht beieinander (Abbildung 3).

Bei der Gesamtansicht stellt sich heraus, dass es Parallelen zwischen der BayArena und der Ersatzfläche gibt, welche sich ab der KW 41 voneinander abheben. Ab hier steigt die Scherfestigkeit in der BayArena steiler, die Ersatzfläche zeigt erstmals keine deutliche Steigerung. Im Zeitraum KW 47-50 nimmt die Scherfestigkeit zu, lediglich das U-H-Stadion zeigt einen leichten Abwärtstrend. Zum Abschluss hat die

BayArena die beste Scherfestigkeit mit einem Durchschnittswert von 97 kPa, gefolgt vom zweitbesten Ergebnis auf dem Trainingsplatz 3 mit einem Wert von 81 kPa. Das U-H-Stadion weist einen Wert von 76 kPa auf und liegt damit über dem Wert der unbelasteten Sode der Ersatzfläche von 73 kPa. Das schlechteste Ergebnis zeigt die Sode auf der unbelasteten Dünnsohle, sie verzeichnet einen Wert von 54 kPa (Abbildung 4).

Narbendichte

Die bonitierte Narbendichte in der BayArena verläuft im Beobachtungszeitraum in einem engen Bereich von 95-98 % (Abbildung 5). Ab KW 44 fällt die Narbendichte bei allen Flächen relativ gleichmäßig ab. Nach dem Überschreiten der KW 49 ist eine Zunahme der Narbendichte zu verzeichnen.

Im Ulrich-Haberland-Stadion zeigt der Verlauf der Narbendichte bis zur KW 45 keine Veränderungen, erst anschließend verzeichnet die Fläche U-H 2, die neben dem Anstoßpunkt liegt, eine kontinuierliche Abnahme. Am Ende der Versuchszeit werden Werte von ca. 40

% erreicht. Die Flächen U-H 1 und U-H 3 zeigen weiterhin einen Deckungsgrad von über 90 % (Abbildung 6).

Ähnlich wie im Ulrich-Haberland-Stadion verläuft die Narbendichte auf dem Trainingsplatz, hier ist jedoch schon ab der KW 41 der erste Rückgang des Deckungsgrades in der Fläche TP 2 zu beobachten. Ab KW 47 verringert sich die Narbendichte der Flächen TP 1 und TP 3. Bis zum Ende der Untersuchung hält die Fläche TP 3 einen Deckungsgrad von 90 %, die Fläche TP 1 fällt auf 40 % ab und die Fläche TP 2 erreicht einen Wert < 10 % (Abbildung 7). Bei den Betriebsstunden werden auf dem Trainingsplatz Höchstwerte von über 20 Stunden pro Woche verzeichnet (Abbildung 8).

Wasserdurchlässigkeit

In der BayArena steigert sich die Wasserdurchlässigkeit bis zur KW 37, fällt jedoch im Anschluss auf allen Versuchsflächen unterschiedlich ab. Ab der KW 44 nimmt die Wasserdurchlässigkeit in der Versuchsfläche S 1 wieder zu, bis zu einem Höchstwert von fast 70 Litern/m² (Abbildung 9).

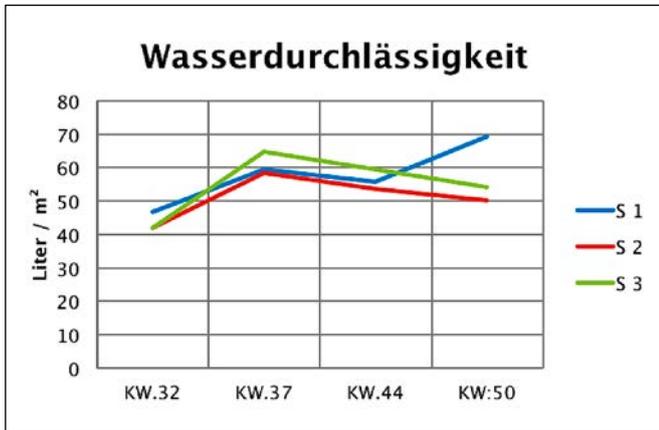


Abb. 9: Verlauf der Wasserdurchlässigkeits-Messungen in der BayArena.

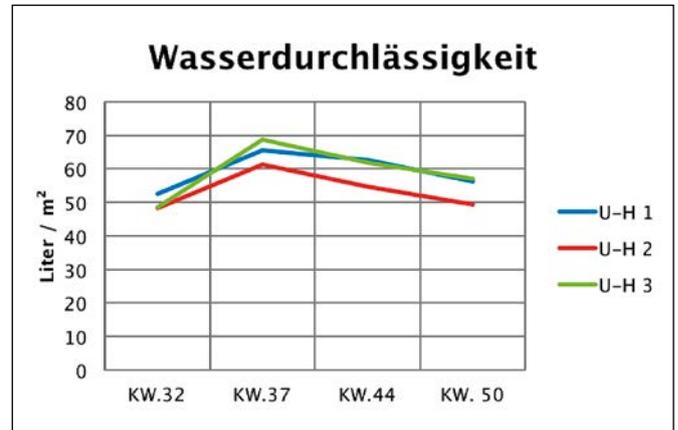


Abb. 10: Verlauf der Wasserdurchlässigkeits-Messungen im U-H-Stadion.

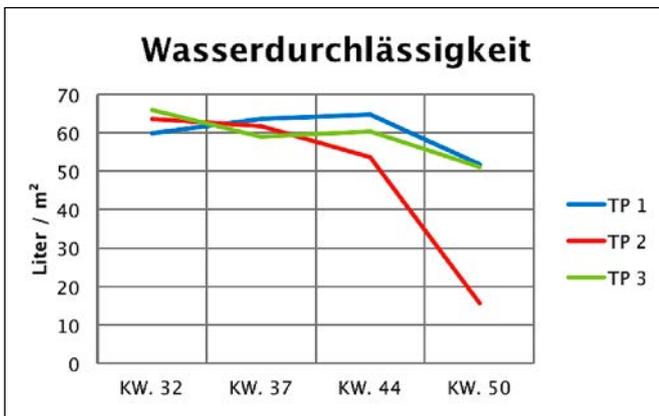


Abb. 11: Verlauf der Wasserdurchlässigkeits-Messungen auf dem Trainingsplatz 3.

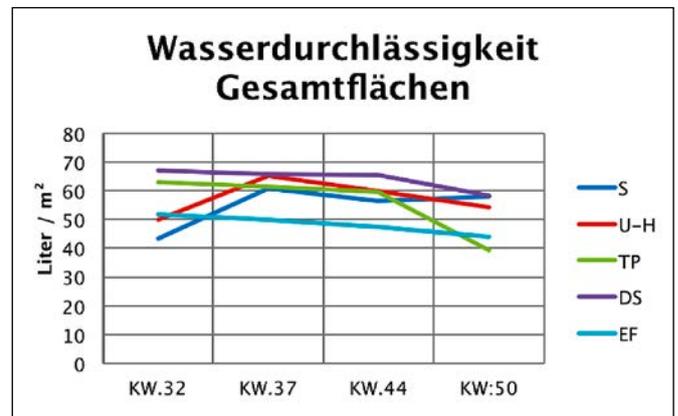


Abb. 12: Verlauf der Wasserdurchlässigkeits-Messungen im Vergleich aller Versuchsflächen.

Die Messungen der Wasserdurchlässigkeit im Ulrich-Haberland-Stadion zeigen einen einheitlichen Verlauf über den gesamten Zeitraum. Nach einem Anstieg bis zur KW 38 fallen die Werte kontinuierlich ab. Die schlechtesten Ergebnisse liefert die Versuchsfläche U-H 2 in der Mittelachse (Abbildung 10).

Auf dem Trainingsplatz 3 werden gleich zu Beginn sehr hohe Messergebnisse erzielt, die in den Versuchsflächen TP 2 und TP 3 bis zur KW 38 gering abfallen. Die Versuchsfläche TP 2 zeigt einen permanent abnehmenden Verlauf der Wasserdurchlässigkeit. Deutlich auffallend ist die steile Abnahme ab der KW 44 auf Werte unter 20 Liter/m² (Abbildung 11).

In der Abbildung 12 zeigt die Dünnsohle (DS) die besten Messergebnisse für die Wasserdurchlässigkeit. Ähnlich gute Werte werden zunächst auch auf dem Trainingsplatz 3 (TP 3) erzielt. Ab KW 44 nimmt dieser Wert dann deutlich ab, um am Ende bis auf unter 40 Liter/m² zu fallen. Die Ersatzfläche (EF) zeigt einen kontinuierlichen Ab-

wärtstrend und erreicht am Ende annähernd 40 Liter/m².

Wurzelhorizont

In Abbildung 13 wird die gesamte Wurzelmasse durch die Boniturnoten dargestellt. Die niedrigste Wurzelmasse zeigt sich im Bereich der BayArena (S), den zweitniedrigsten Wert liefert die Dünnsohle. Das U-H-Stadion (U-H) zeigt das drittbeste Ergebnis, gefolgt von dem Trainingsplatz 3. Die besten Werte der Gesamtwurzelmasse ergeben sich für die Ersatzfläche (EF).

In Abbildung 14 wird die zonale Wurzelmasse der einzelnen Versuchsflächen in den jeweiligen Durchschnittswerten dargestellt. Hierbei ist festzustellen, dass die BayArena in dem obersten Horizont bis zu 3 cm Tiefe die besten Werte aufzeigt, jedoch in den darunterliegenden Bereichen die schlechtesten Ergebnisse im Vergleich zu den anderen Versuchsflächen ausweist. Auffällig gut ausgeprägt sind die Werte für die unbelastete Dicksode auf der Ersatzfläche, diese zeigen in den Wurzelhori-

zonten unterhalb von 3 cm die besten Ergebnisse. Das U-H-Stadion sowie der Trainingsplatz 3 zeigen in dem oberen Wurzelhorizont bessere Werte als die Dünnsohle auf.

Bestandszusammensetzung Gräserarten

Die Unterschiede im Pflanzenbestand sind zu Beginn der Bonitur durch die Stückelung der Dicksoden zu erklären. Die Anteile für *Lolium perenne* variieren bei der Verlegung zwischen 32 % und 41 %. Der Anteil für *Poa pratensis* liegt mit 58 % und 51 % deutlich höher. *Festuca rubra* nimmt den geringsten Anteil mit 7 % bis 11 % ein. Fremdgräser sind im gesamten Bestand nur gering enthalten. Im gesamten Verlauf haben sich die Artenanteile verändert.

Die BayArena zeigt eine Zunahme von 6 % bis 14 % bei *Lolium perenne*, *Poa pratensis* liegt unverändert in einer Versuchspartizelle, wobei in den weiteren Partizellen eine Abnahme bis zu 18 % zu verzeichnen ist. Der *Festuca rubra*-Anteil hat sich im Wesentlichen halbiert

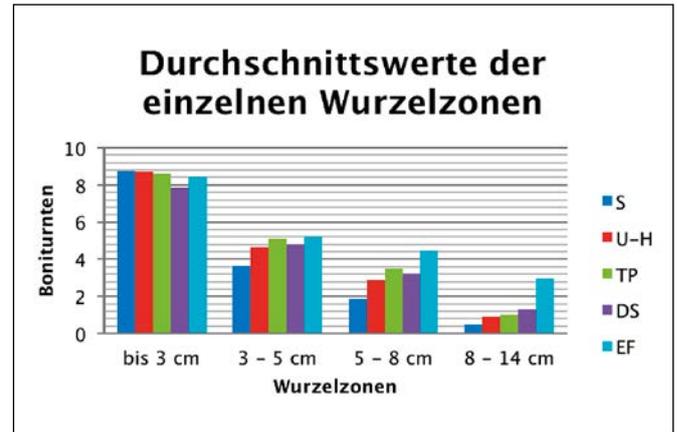
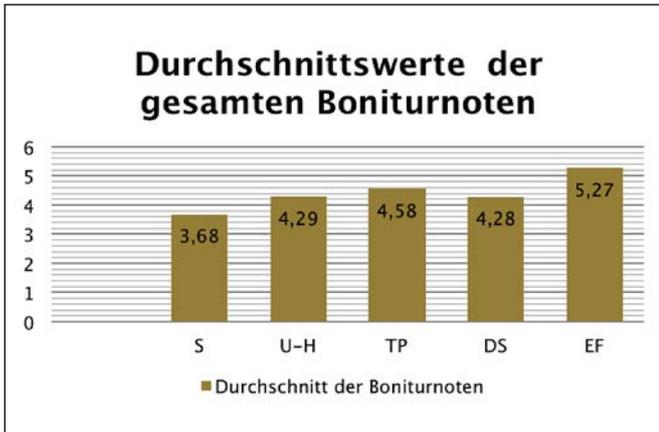


Abb. 13: Wurzelmasse: Gesamtwerte der Boniturnoten im Durchschnitt.

Abb. 14: Darstellung der einzelnen Wurzelzonen in Boniturnoten.

und kommt teilweise nur noch in Spuren vor. Fremdgräser wie *Poa annua* haben einen Zuwachs bis zu 4 %.

In einer Teilfläche des Ulrich-Haberland-Stadions nimmt der Anteil an *Lolium perenne* um 20 % zu Lasten von *Poa pratensis* zu. Auch hier ist eine Abnahme von *Festuca rubra* zu beobachten. Auf den Versuchsflächen ist ein Zuwachs von insgesamt 6 % *Poa annua* festzustellen.

Auf den Flächen vom Trainingsplatz 3 nimmt *Lolium perenne* um 20 % zu. Hier sind sogar die größten Rückgänge mit 25 % für *Poa pratensis* zu verzeichnen. Fremdgräser wie *Poa annua* sind nicht enthalten.

Für die Dünnsohle wird am Ende der Versuchsreihe ein Bestand von 70 % *Lolium perenne* und 30 % *Poa pratensis* ermittelt. *Festuca rubra* und *Poa annua* sind nicht etabliert.

Diskussion

Die Auswirkung unterschiedlicher Standorteinflüsse auf die Entwicklung von Dicksoden, zeigen sich durch deutliche Differenzierungen in den Messergebnissen.

Der zusätzliche Betrieb einer Rasenheizung auf den Spielfeldern in der BayArena und im Ulrich-Haberland-Stadion verändert die Beschaffenheit der Gräser. Der Einsatz eines Beleuchtungssystems für die Rasenentwicklung in der BayArena schlägt sich in den Messergebnissen nieder.

Der stark variierte Spielbetrieb auf den drei Spielflächen beeinflusst die Ergebnisse maßgeblich. Die höher belasteten Versuchsflächen liegen hierbei in der Mitte der jeweiligen Spielfelder. Die beiden Felder, die sich im 16-Meterraum gegenüberliegen, sind weniger belastet worden. Ein abweichendes Ergebnis zeigte Trainingsplatz 3, dort wurden die beiden Flächen im 16-Meterraum durch ein intensiveres Training stärker belastet.

Die Scherfestigkeit ist als arithmetisches Mittel in der Abbildung 4 für alle Flächen aufgeführt. Alle Werte der Untersuchungspartellen lagen über dem geforderten Bereich. Dies korrespondiert mit Werten bei HOLZINGER (2011) zwischen 25 und 40 kPa (= 25 bis 40 kN/m²), die aus der Laborprüfung für Scherfestigkeit nach DIN 18035 Teil 4 abgeleitet werden. Eine jeweilige Bodenbearbeitung ist durchaus zu erkennen, hiernach fallen die Werte der Scherfestigkeitsmessung unterschiedlich aus, teilweise abfallend oder über einen längeren Zeitraum nur langsam steigend.

Die Parzellen in der BayArena zeigen ab der KW 41 einen Anstieg der

Thema: Pflanzenbestand in Prozent												
Datum	Horizont	Stadion			U-H Stadion			Trainingsplatz 3			DS	EF
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
KW 29	<i>Lolium perenne</i>	36	40	32	37	41	38	39	36	36	36	36
	<i>Poa pratensis</i>	55	53	58	54	51	55	53	55	54	54	55
	<i>Festuca rubra</i>	9	7	10	9	8	7	8	9	10	11	9
	<i>Poa annua</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
KW 32	<i>Lolium perenne</i>	38	42	33	39	45	40	42	38	40	40	36
	<i>Poa pratensis</i>	53	51	58	53	49	53	51	54	52	51	55
	<i>Festuca rubra</i>	9	7	9	8	6	7	7	8	8	9	9
	<i>Poa annua</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
KW 37	<i>Lolium perenne</i>	40	40	36	39	42	42	40	39	40	40	39
	<i>Poa pratensis</i>	52	53	53	55	52	51	52	52	53	52	51
	<i>Festuca rubra</i>	8	7	10	8	6	6	8	9	7	8	10
	<i>Poa annua</i>	v	v	1	1	x	1	x	v	v	x	v
KW 41	<i>Lolium perenne</i>	41	43	38	40	44	44	42	42	43	41	40
	<i>Poa pratensis</i>	52	53	53	55	52	52	52	53	54	52	51
	<i>Festuca rubra</i>	7	4	8	7	4	3	6	5	3	7	8
	<i>Poa annua</i>	v	v	1	1	x	1	x	v	v	x	1
KW 44	<i>Lolium perenne</i>	40	55	48	44	49	50	56	58	48	43	42
	<i>Poa pratensis</i>	55	45	44	52	51	50	43	42	52	53	49
	<i>Festuca rubra</i>	5	v	5	2	v	v	1	v	v	4	9
	<i>Poa annua</i>	v	v	3	2	x	x	x	x	x	x	1
KW 50	<i>Lolium perenne</i>	40	52	46	57	40	47	59	80	55	70	34
	<i>Poa pratensis</i>	55	48	45	34	57	48	39	20	45	30	57
	<i>Festuca rubra</i>	5	v	5	5	2	4	2	x	x	x	7
	<i>Poa annua</i>	v	v	4	4	1	1	x	x	x	x	2

Tab. 1: Bestandszusammensetzung der einzelnen Versuchsflächen (Artenanteile in %, v = vorhanden, x = nicht vorhanden).

Scherfestigkeitswerte. Tiefenlockerungsmaßnahmen beeinflussen die Scherfestigkeit nicht mehr wesentlich, es werden am Ende der Versuchszeit Höchstwerte im Mittel von annähernd 100 kPa erreicht. Mögliche Einflüsse sind auf die Beleuchtung und die Bodenheizung zurückzuführen, da sich die Gräser deutlich besser entwickelten. Auch im Vergleich zur Durchwurzelung sind im oberen Horizont die besten Boniturwerte festzustellen, obwohl eine Abnahme des Aneils von durchschnittlich 10 % *Poa pratensis* und eine Zunahme von *Poa annua* zu verzeichnen sind.

Die Messungen im Ulrich-Haberland-Stadion zeigen am Ende der Versuchsreihe einen schlechteren Scherfestigkeitswert, obwohl die Betriebsstunden um ca. 2/3 geringer sind als die auf Trainingsplatz 3. Die Laufzeiten der Rasenheizung, ähnlich wie in der BayArena, sind nicht förderlich in Bezug auf die Scherfestigkeit. Es ist zu beobachten, dass sich durch die höhere Bodentemperatur in den Herbst- und Wintermonaten der Pflanzenbestand zugunsten von *Poa annua* verändert und somit auch die Scherfestigkeit reduziert wird.

Die Ergebnisse auf dem Trainingsplatz 3 zeigen dagegen andere Werte für die Scherfestigkeit. Ab der Hälfte der Versuchszeit (KW 41) steigen die Werte, obwohl ab diesem Zeitpunkt die Narbendichte abnimmt. Eine mögliche Ursache kann die Reduzierung von *Poa pratensis* sowie ein Ausfall von *Festuca rubra* sein. Für die Wasserdurchlässigkeit wird im gesamten Verlauf eine Verringerung ermittelt, die durch erhöhte Belastungen verursacht wird.

Bei den Auswertungen für die Dünnsohle sind im gesamten Verlauf keine großen Veränderungen festzustellen. Auf die Bodenbearbeitung reagiert die Sohle nur gering. Am Ende wird nur eine leichte Steigerung der Scherfestigkeit erreicht. Die Wasserdurchlässigkeit weist für den gesamten Versuchszeitraum die besten Werte auf.

Die Narbendichte der Versuchsflächen BayArena, Dünnsohle und Ersatzrasenfläche verläuft nahezu gleichartig. Mögliche Ursachen sind die geringfügige Belastung in der BayArena in Verbindung mit der erzeugten Bodenwärme durch die Rasenheizung sowie die zusätzliche Belichtung des Rasens.

Anders wirkt die höhere Belastung im Ulrich-Haberland-Stadion, hier wird

durch den Spielbetrieb eine Abnutzung der Rasenfläche verursacht. Die Vegetationsbeeinflussung durch die Rasenheizung zeigt einen Rückgang der Narbendichte ab der KW 47.

Die Narbendichte auf Trainingsplatz 3 ist aufgrund der stärksten Belastung deutlich von allen anderen Versuchsflächen zu unterscheiden. Die zeitlich frühere Abnahme der Narbendichte wird durch die fehlende Bodenheizung begründet. Ein regeneratives Wachstum findet nicht statt, aufgrund der hohen Trainingsintensität wird der Gräserbestand stark abgespielt, die Narbendichte nimmt ab.

Mit den durchgeführten Wasserdurchlässigkeits-Messungen sollten mögliche Verdichtungen der Rasentragschicht aufgedeckt werden. Bei den Messergebnissen mit dem Doppelringinfiltrationsmeter sind unterschiedliche Verläufe erkennbar, die auf Bodenverdichtungen hinweisen. In der BayArena ist der Austausch der Rasendecke durch Einsatz schwerer Baugeräte erfolgt. Die Rasentragschicht wurde zwar mit einer Kreiselegge tiefgründig aufgelockert, ist jedoch durch die Verlegetechnik und Andienung der Rasenrollen zur Verlegung wieder rückverdichtet worden. Anhand der Messungen in der KW 32 ist ein sehr niedriger Infiltrationswert von durchschnittlich 43 Liter/m² auf den Versuchsflächen gemessen worden. In der Woche zuvor wurde die Fläche mit einem Tiefenlockerungsgerät bearbeitet. Die nächste Messung erfolgte im einwöchigen Anschluss an eine erneute Lockerungsmaßnahme. Hierbei wurden deutlich gestiegene Infiltrationsraten gemessen.

Im Ulrich-Haberland-Stadion liegen die Infiltrationswerte zu Beginn in einem höheren Bereich, hier werden durchschnittlich Werte von ca. 50 Liter pro m² erreicht. Der Kurvenverlauf ist identisch mit der BayArena, trotz höherer Betriebsstunden liegen alle Werte der Versuchsflächen annähernd parallel zueinander. Eine Ursache für eine bessere Infiltration deutet auf den manuellen Umbau der Versuchsflächen hin. Hierbei wurden keine schweren Geräte verwendet, lediglich die Walze zum Andrücken der Rasentragschicht. Die verlegte Rasensohle ist identisch mit allen anderen Flächen. Diese Vorgehensweise weist auf ein größeres Porenvolumen und eine bessere Wasserdurchlässigkeit hin.

Der Trainingsplatz 3 zeigt auch durchschnittliche Infiltrationswerte über 60 Liter/m² bis in die KW 44. Ab diesem Zeitpunkt reduziert sich die Durchlässigkeit besonders im Mittelbereich TP 2 deutlich. Gegen Ende der Versuchsreihe liegt die Infiltrationsrate unter 16 Liter/m². Die anderen beiden Flächen haben immer noch Werte von über 50 Liter/m².

Die Dünnsohle weist die besten Ergebnisse mit Infiltrationswerten von über 67 Liter/m² mit einer leicht abfallenden Tendenz auf.

Die Beschaffenheit der Wurzeln und deren Ausprägung in den unterteilten Horizonten lassen deutliche Unterschiede erkennen. Die gelieferten Dicksoden sind von Beginn an gut durchwurzelt, jedoch ist der untere Bereich der Sohle ca. 1 cm durch den Schälvorgang leicht beschädigt. Um hier keine Beeinträchtigungen in der Bewertung zu verursachen, wurde der erste Bewertungshorizont von 4 cm auf 3 cm reduziert.

Der Wurzelhorizont der Dicksode in der BayArena zeigte sich in dem oberen Horizont über den gesamten Versuchszeitraum konstant.

Trotz geringerer Belastung durch die Betriebsstunden und der besseren Beschaffenheit des Pflanzenbestandes sind die darunter liegenden Wurzelhorizonte schlechter ausgeprägt als im Ulrich-Haberland-Stadion, dem Trainingsplatz 3 sowie der Ersatzrasenfläche. Ein Aspekt ist das schlechte Abtrocknungsverhalten der RTS, welches sich durch eine geringe oder sogar fehlende Windbewegung erklären lässt.

Die Gräser sind durch die entstehende Wärme der Rasenheizung einer zusätzlichen Vegetationsdauer ausgesetzt. Die für die Pflanze notwendige Winterruhe entfällt, hierdurch entsteht zusätzlicher Wachstumsstress. Ein besseres Abtrocknungsverhalten der RTS durch den Einsatz der Rasenheizung ist nicht festzustellen. Lediglich durch die parzellierte Beleuchtung wird in diesen Bereichen eine zeitweise trockene Bodenoberfläche erzielt.

Durch die Veränderung der Bestandszusammensetzung auf den Flächen S 2 und S 3, Abnahme von *Poa pratensis* und Zunahme von tiefer wurzelndem *Lolium perenne*, können veränderte Wurzelausprägungen erklärt werden.

Der am stärksten belastete Trainingsplatz 3 liegt im Vergleich zum Ulrich-Haberland-Stadion in den Anfängen

der KW 32 fast gleich, jedoch zeichnet sich der Bereich 5-8 cm in der nächsten Messperiode besser ab. Eine stetige Steigerung, besonders in den unten liegenden Wurzelhorizonten, ist auch ab der KW 45 zu erkennen, obwohl eine abnehmende Narbendichte und Wasserdurchlässigkeit zu verzeichnen sind. Die entstehende Winterruhe der Gräser lässt auf eine bessere Wurzelausprägung der jeweiligen Horizonte bei kühleren Rasentragschichten schließen.

Im Vergleich hierzu zeigen die unbelasteten Versuchsfelder der Dünnsohle und der Ersatzrasenfläche Unterschiede. Die Dünnsohle verwurzelt anfänglich schlechter als die Ersatzrasenfläche, dafür aber in der KW 45 tiefer. Im Verhältnis ist die Dicksode beständiger in den tieferen Wurzelhorizonten.

Auf den Versuchsfeldern gab es unterschiedliche Bestandsveränderungen:

- In der BayArena hat sich ein Zuwachs von *Poa annua* eingestellt, der sich durch Eigenaussaat und begünstigte Wachstumsfaktoren (Bodenwärme, Licht, geringeres Abtrocknen der RTS) im südlichen Versuchsfeld S 3 erklären lässt.
- In der Versuchsfeld im Ulrich-Haberland-Stadion entstand ein Bestandswechsel von *Lolium perenne* zu *Poa pratensis*. Auch hier wird der Anteil von *Festuca rubra* geringer. Die Zunahme von *Poa annua* ist durch verstärkte Flugsamen des freiliegenden Umfeldes und unter den günstigen Voraussetzungen der Rasenheizung zu erklären. Auch der höhere Spielbetrieb fördert durch den Tritt die Entwicklungschancen der *Poa annua*.
- Die am stärksten belasteten und unbeheizten Versuchsfelder des Trainingsplatz 3 zeigen keine Etablierung von *Poa annua* für diesen Versuchszeitraum. Ein fast kompletter Rückgang von *Festuca rubra* ist vermutlich auf die intensive Belastung zurückzuführen.
- Die danebenliegende, unbelastete Dünnsohle hat ebenfalls eine gravierende Bestandsveränderung erfahren. Der Anteil an *Lolium perenne* hat sich deutlich verstärkt, *Poa pratensis* hingegen wurde nach der KW 50 reduziert.

Fazit

Ziel dieser Arbeit war es, unterschiedliche Standortmerkmale auf den Versuchsfeldern anhand der angewandten Messmethoden herauszufinden. Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende

Schlussfolgerungen:

- Veränderungen der Rasentragschicht durch verdichtende Maßnahmen, wie den Einbau der Dicksoden mit Großgeräten, verringerten das Porenvolumen und somit die Wasserdurchlässigkeit.
- Neubesodung mit Kleingeräten und manueller Einbauweise verringern mögliche Verdichtungen in der Rasentragschicht. Eine Durchwurzelung der Gräser in tiefere Horizonte wird hierbei eher ermöglicht.
- Die Nutzungsintensität muss mit dem regenerativen Wachstum in einem ausgewogenen Verhältnis stehen, um eine ausreichende Narbendichte langfristig zu erhalten.
- Eine Rasenheizung verlängert den Vegetationszeitraum, bei Dauerbetrieb lässt sie jedoch kein Ruhestadium für den Gräserbestand zu. Auf den beheizten Rasenversuchsfeldern kam es zu einer Bestandsveränderung.
- Eine zusätzliche Beleuchtung in der BayArena bewirkte in Verbindung mit der Bodenheizung eine positive Entwicklung der Gräser. Die Gräser betreiben in den Belichtungs-Intervallen kontinuierlich Fotosynthese, welche die Pflanze deutlich grüner erscheinen lässt. Positive Auswirkungen hatte die Zusatzbeleuchtung auch auf eine gleichmäßige Narbendichte und eine starke Wurzelausprägung im oberen Wurzelhorizont.
- Die Scherfestigkeitsmessung mit der Flügelsonde (4 cm Tiefe) wird besonders durch Bodenfeuchtigkeit, Wurzelhorizont und Bodenverdichtung geprägt. Bei einer Scherkranzmessung würde nur die maximale Tiefe (1,5 cm) eines Fußballstollens gemessen, womit die Oberflächenscherfestigkeit erfasst würde.
- Durch eine Aerifiziermaßnahme in KW 35 wurde die ursprünglich gute Dicksode in der BayArena sehr stark in der Scherfestigkeit beeinträchtigt. Auffallend war jedoch ein kontinuierlicher Wurzelaufbau nach einsetzen der Zusatzbeleuchtung.

- Um eine ausdauernde Rasenqualität auf diesen Spielflächen zu gewährleisten, sollte der Spielbetrieb in den Herbst- Wintermonaten genau dosiert werden.
- Eine Dünnsohle wäre aufgrund der geringen Scherfestigkeit in den Herbst- und Wintermonaten nur bei einer deutlich eingeschränkten Nutzung verwendbar.

Literatur

- DFL Deutsche Fußball Liga, 2012: Qualitätssicherung für Stadionrasen – Arbeitsbuch für das Greenkeeping. Frankfurt: DFL, 2012. 25 Seiten.
- HOLZINGER, B., W. HENLE, H. SCHNEIDER, F. FLORINETH und W. CLAUPEIN, 2011: Scherfestigkeitsuntersuchungen auf Naturrasen-Sportplätzen: European Journal of Turfgrass Science, Jahrg. 42, S. 3-10.
- IBROM, A., 2001: Strahlungsverteilung und Photosynthese. <http://www.user.gwdg.de/~aibrom/ppoek/konzept/Photosynthese.html>.
- LEHMACHER, E., 2012: Prüfbericht. 49078 Osnabrück: Labor für Baustoffe und Bauweisen des Sportplatz- und Landschaftsbau, 2012.
- PASCH, T., 2006: Manuskript DRG-Homepage „Rasen-Thema“ Feb. 2006 Stadionrasen – Sonderpflege im Winter. Mönchengladbach: http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2006/02_2006.pdf.
- PEIFFER, A., 2013: Angaben zur Raseneinsaat. Viersen. Schriftl. Mitteilung.
- RAUBALL, R., 2012 in: Qualitätssicherung für Stadionrasen-Arbeitsbuch für das Greenkeeping. Frankfurt: DFL, 2011. Zitat: Seite 4, Teil: Einleitung.
- SKIRDE, W., P. BAADER, M. LOOSE, E. LEHMACHER, P.-T. MAJUNTKE und W. PRÄ-MASSING, 2011: Sportplatzbau und Erhaltung. Frankfurt am Main.
- VAN VUUREN, N., 2010: Angaben zur Schattenanalyse. Leverkusen: SGL-Concept. Schriftl. Mitteilung.

Autor:

Georg Schmitz
Geprüfter Head-Greenkeeper
Bayer 04 Leverkusen
E-Mail: georg.schmitz@bayer04.de

Bearbeitet von:

Dr. Klaus G. Müller-Beck
Deutsche Rasengesellschaft e.V.
Godesberger Allee 142-146
53175 Bonn
E-Mail: info@rasengesellschaft.de