



# Fußballrasen trifft Golfrasen

Härtemessung von Sportrasensystemen mit  
dem Clegg Impact Soil Tester (CIST)

Dr. rer. nat. Selina Thanheiser

Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg

Tel.: +49 160/7946336  
E-Mail: [info@st-boden.de](mailto:info@st-boden.de)

**Wovon ist  
die Härte einer  
Sportrasenfläche  
abhängig?**

---

## **Die Härte der Rasentragschicht ist abhängig von:**

---

- **Korngrößenverteilung & Kornform**
  - **Wassergehalt**
  - **Porenverteilung**
  - **Anteil an org. Substanz**
  - **Schnitthöhe Rasengräser**
-

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Licht & Luft



112	100	92	111	108	108	111	127	124	114
111	110	106	109	107	120	119	110	118	108
104	112	105	112	110	112	119	115	120	113
102	99	110	111	113	110	107	112	120	117
98	101	98	109	104	96	95	97	104	118

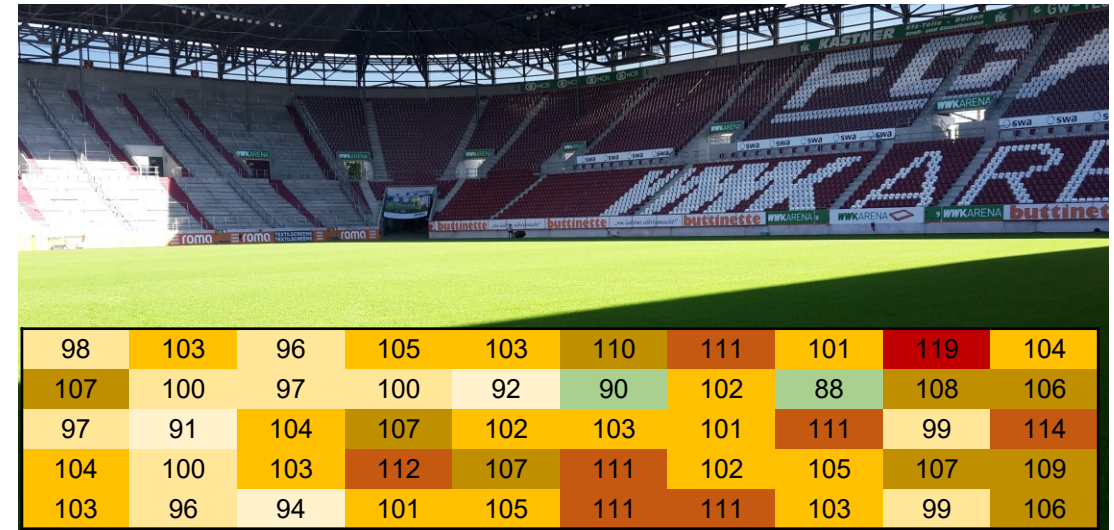
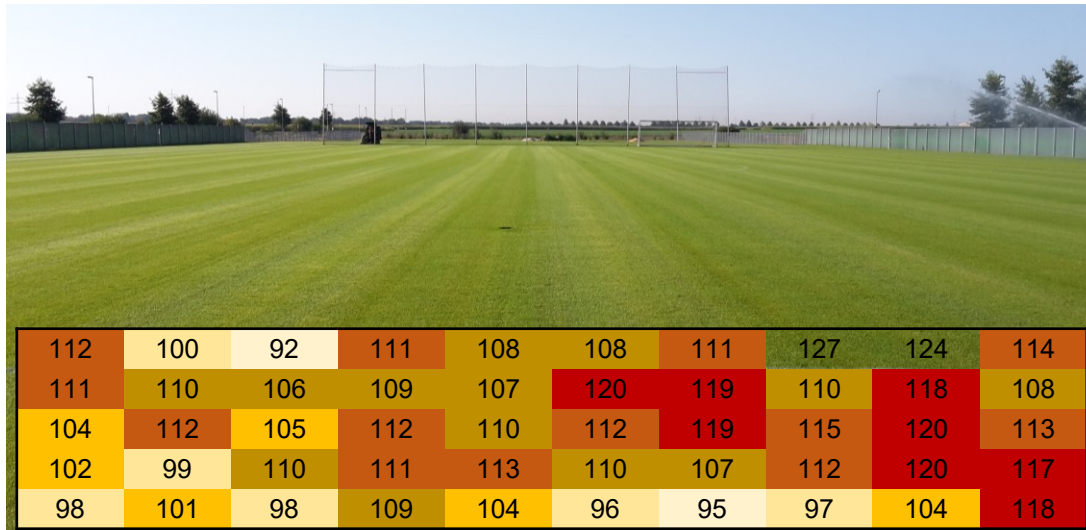


98	103	96	105	103	110	111	101	119	104
107	100	97	100	92	90	102	88	108	106
97	91	104	107	102	103	101	111	99	114
104	100	103	112	107	111	102	105	107	109
103	96	94	101	105	111	111	103	99	106

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Licht & Luft

Solare Einstrahlung und Luftzirkulation erhöhen die Verdunstung und reduzieren den Wassergehalt, wodurch die Härte ansteigt.



---

**Wie wird die Härte  
von  
Sportrasensystemen  
gemessen?**

---

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Härtemessung - Clegg Impact Soil Tester (DIN EN 14954)

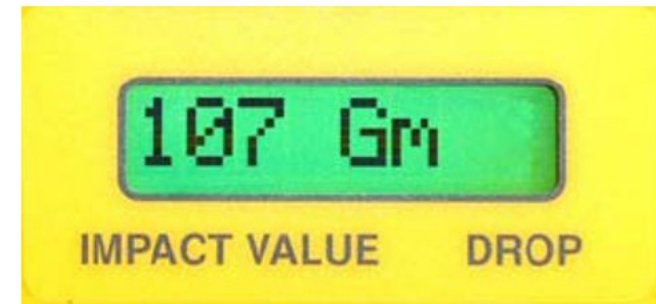


Führungsrohr

Ausleseeinheit

(Verdichtungs-) Hammer

min. 15 Gm - max. 800 Gm



www.sdinst.com (2016)

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Formel Härtemessung - Clegg Impact Soil Tester (DIN EN 14954)

$$G_{\max} = \frac{a}{g}$$

$G_{\max}$  = maximaler Wert von  $G$  während des Aufpralls

$a$  = negative Beschleunigung [ $m/s^2$ ]

$g$  = Fallbeschleunigung [ $m/s^2$ ]

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Validierung der Messwerte - Clegg Impact Soil Tester

Korrelationskoeffizienten CBR & CIST	Literatur
0,240	Clegg (1980)
0,109	Mathur, Coghlan (1987)
0,169	Al Amoudi et al. (2002)
0,136	Woodward, Woodside (2004)
0,564	Fairbrother et al. (2010)

-> Der CIV korreliert in Abhängigkeit des Materials mit dem CBR-Wert und ist allgemein als Messwert für die Bodenfestigkeit anerkannt.

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

Vorgaben Härtemessung - Clegg Impact Soil Tester (DIN EN 14954)

**DIN EN 14954 (2005) Sportböden – Bestimmung der Härte von Naturrasen und ungebundenen mineralischen Belägen für Sportböden für den Außenbereich**

## Anforderungen

Fallgewicht:  $2,5 \pm 0,005$  kg

Fallhöhe:  $550 \pm 10$  mm

Aufzeichnung: CIV 5

Abweichung: 20 Gm

Anzahl Messpunkte bis 5.000 m<sup>2</sup> Fläche: 20

**Keine Anforderungen zu Härtewerten!**

**Keine Anforderungen zur Härte von Hybridrasensystemen!**

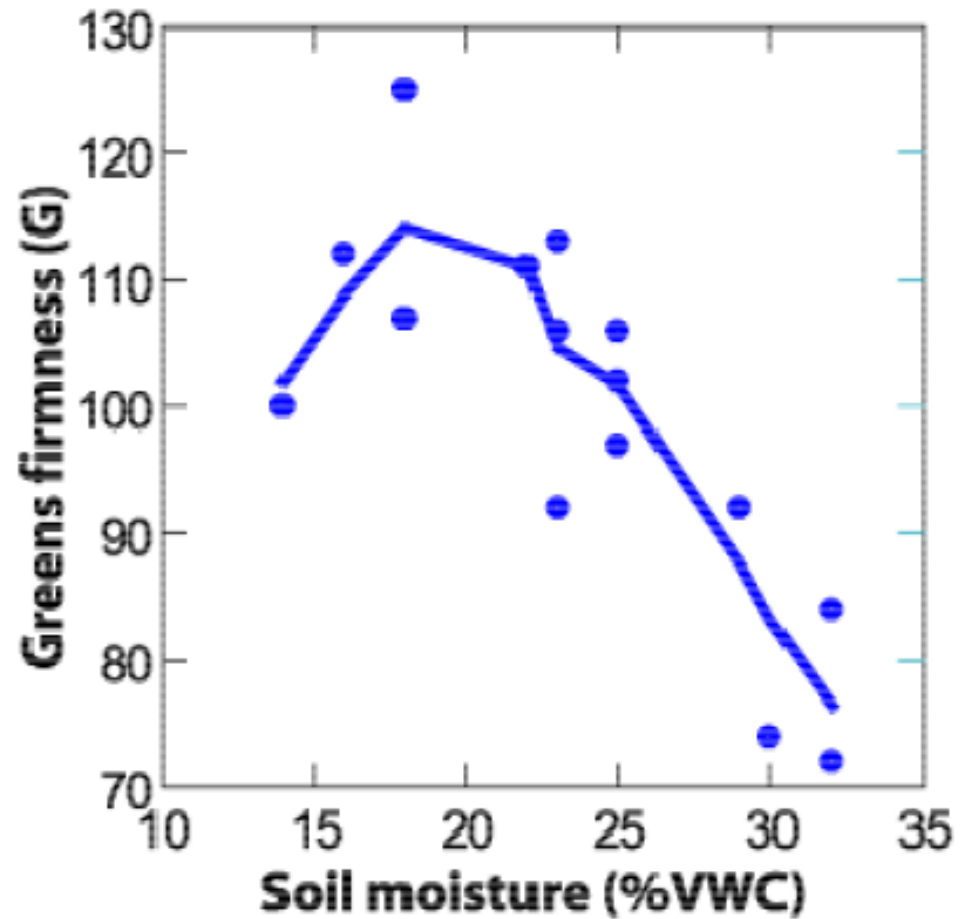
# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Anzahl der Messungen - Clegg Impact Soil Tester

Messungen je Messpunkt	Testfläche	Model	Autor
4	Naturrasen	2,25 kg	Clegg (1992)
4	Naturrasen	2,25 kg	Twomey et al. (2014)
1	Naturrasen	2,25 kg	ASTM 1702-96 (2002)
3	Natur- und Kunstrasen	2,25 kg	Brosnan & McNitt (2009)
3	Naturrasen	2,25 kg	SD Instrumentation (o.J.)
5	Kunstrasen	0,5 kg	Carré & Haake (2004)
5	Naturrasen	2,5 kg	DIN EN 14954 (2005)

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Härte & Wassergehalt

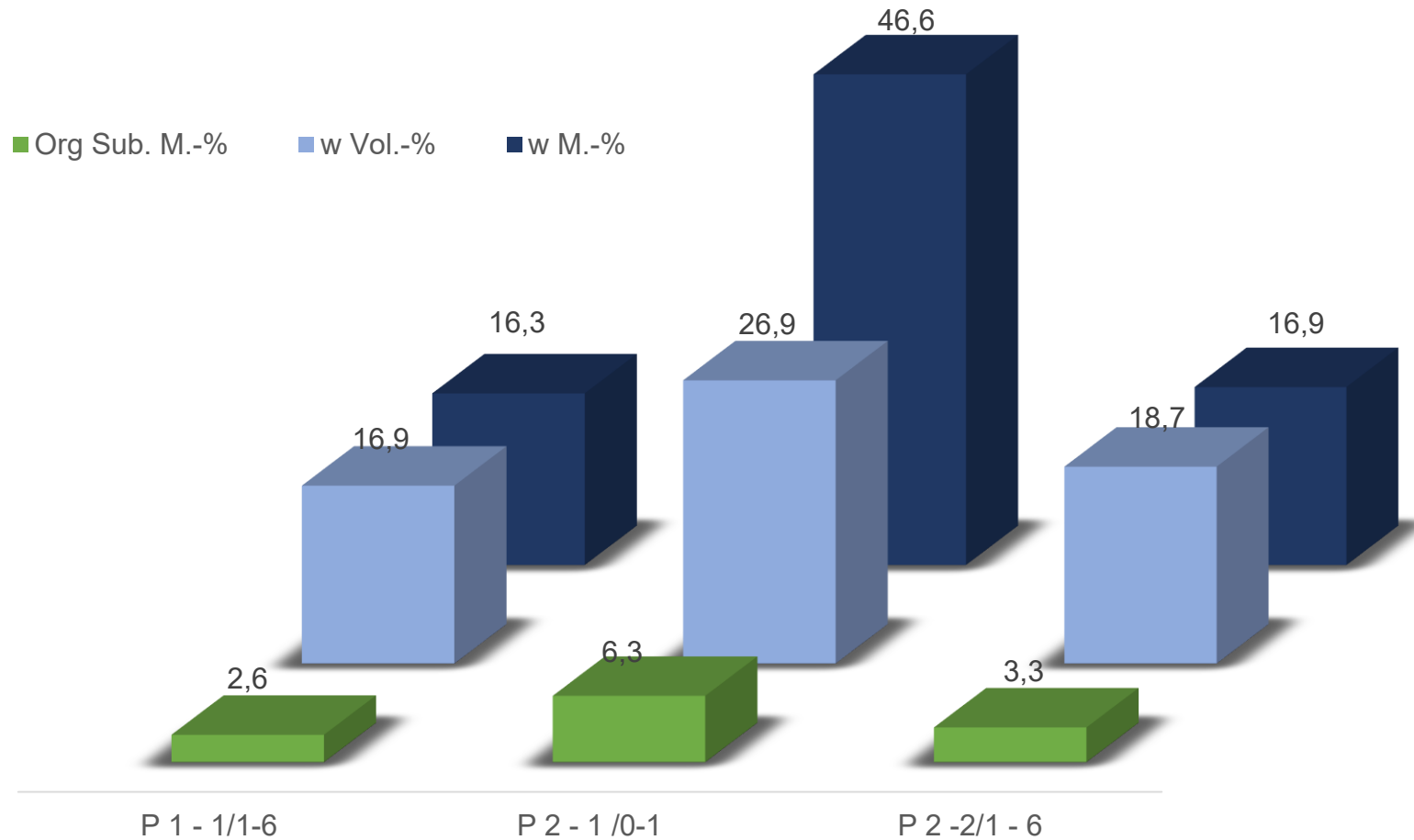


Quelle: Gelernter et al. 2006



Quelle: [www.ecotech.de](http://www.ecotech.de) (2016)

# Wassergehalt - M.- % und V.- %



## Scherfestigkeit (DIN 18035-4 )



### **DIN 18035 – Teil 4 (2012) – Sportplätze Rasenflächen**

- Gerät: Geonor-Flügelsonde
- Flügelgröße: 20 mm x 40 mm
- Eindringtiefe: 40 mm
- Anforderung: >12 kPa

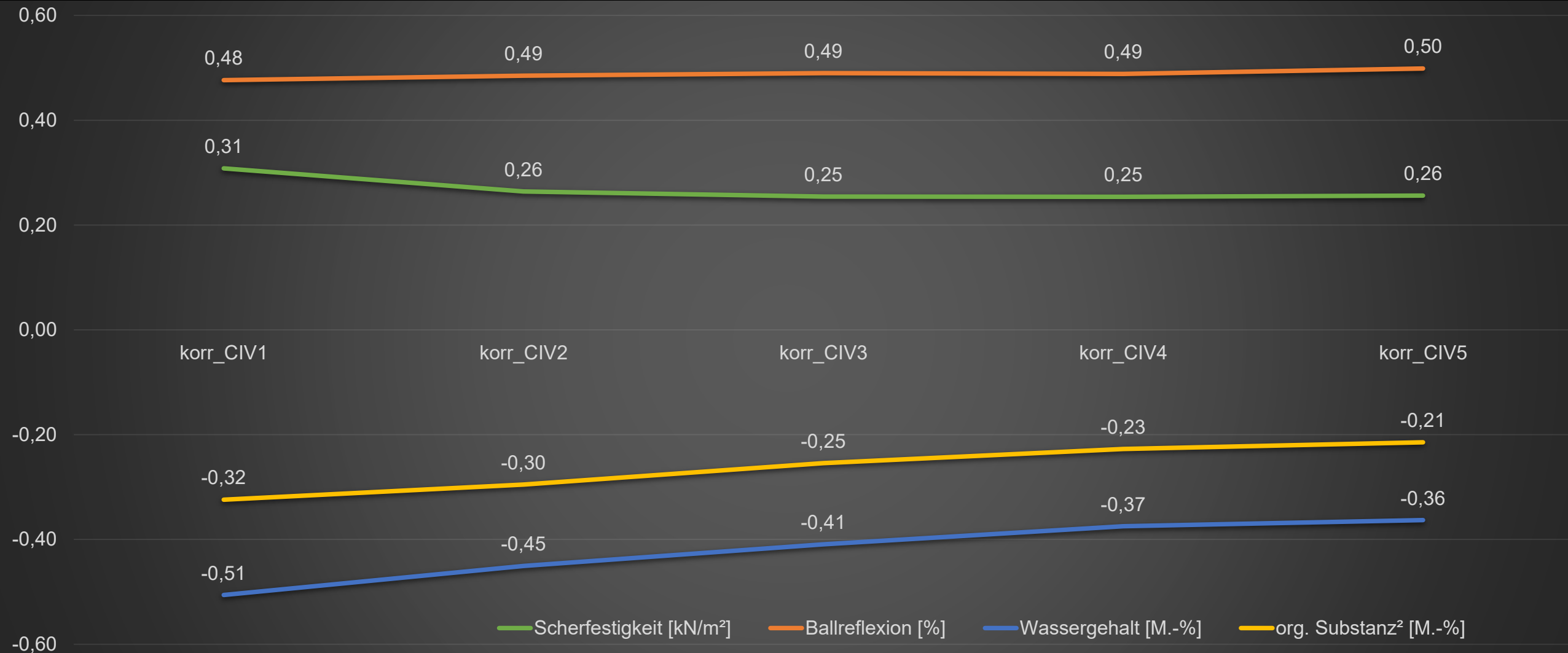
## Ballreflexion (DIN EN 12235)



### **DIN EN 12235 (2013) Sportböden – Bestimmung der Ballreflexion**

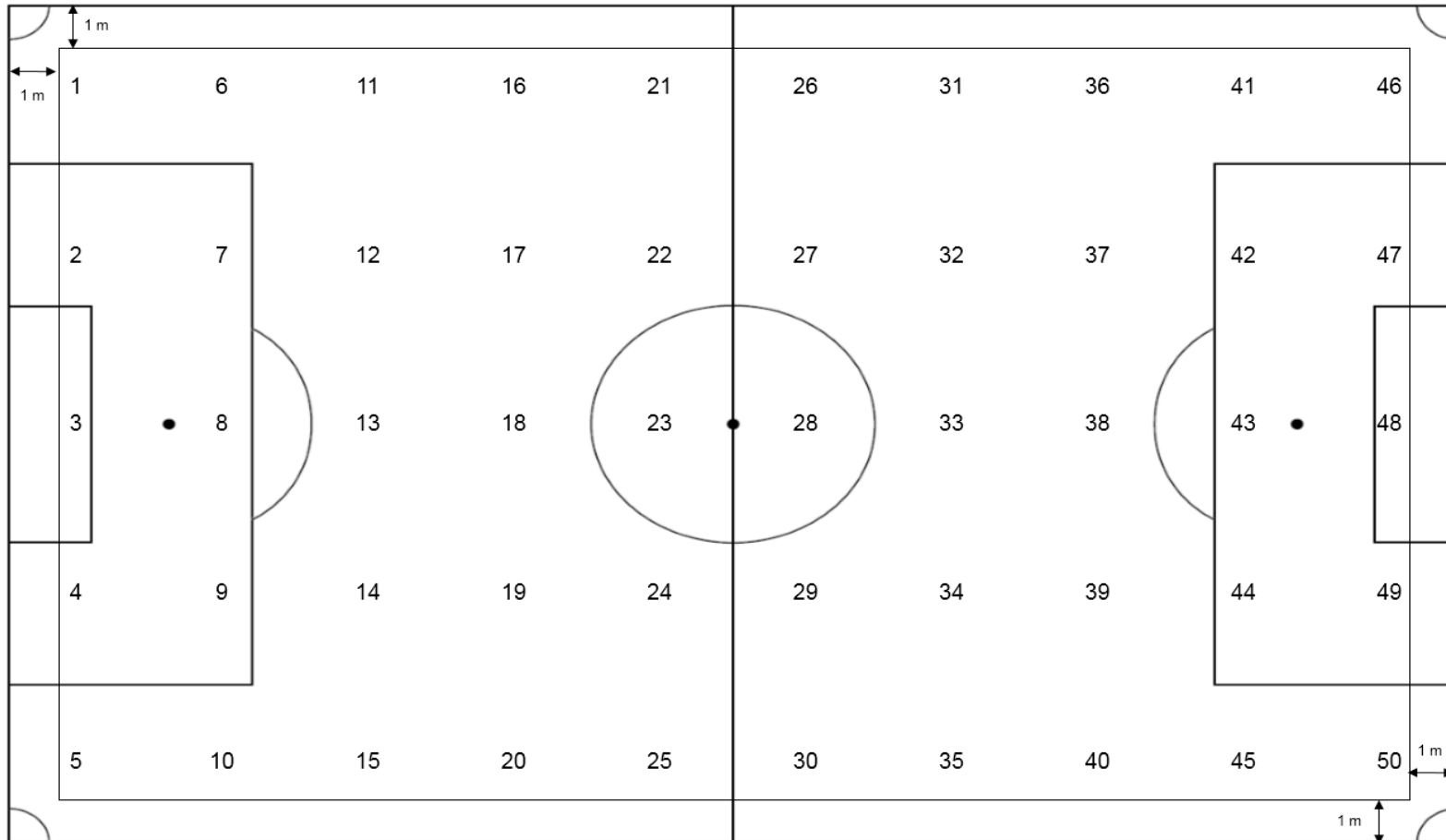
- Fußball gem. FIFA Anforderungen
- stoßfreie Balllösevorrichtung
- akustische Aufzeichnung
- Referenzwert auf Beton bzw. Asphalt
- Messradius 1 m
- Anforderung: zw. 45 % - 75 %

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST



# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Anzahl und Verteilung der Messpunkte



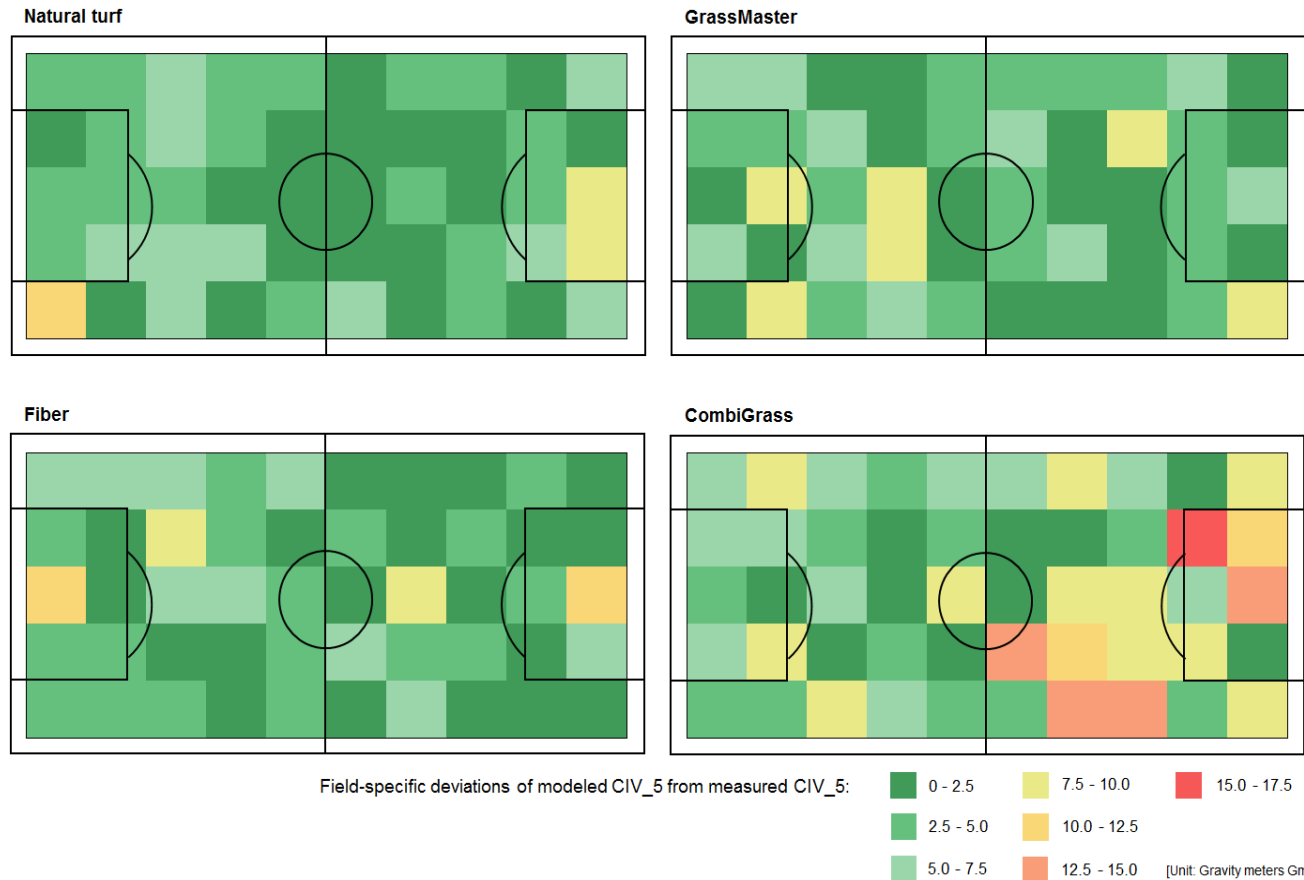
---

**Wie hart sind  
unterschiedliche  
Fußballrasensysteme?**

---

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

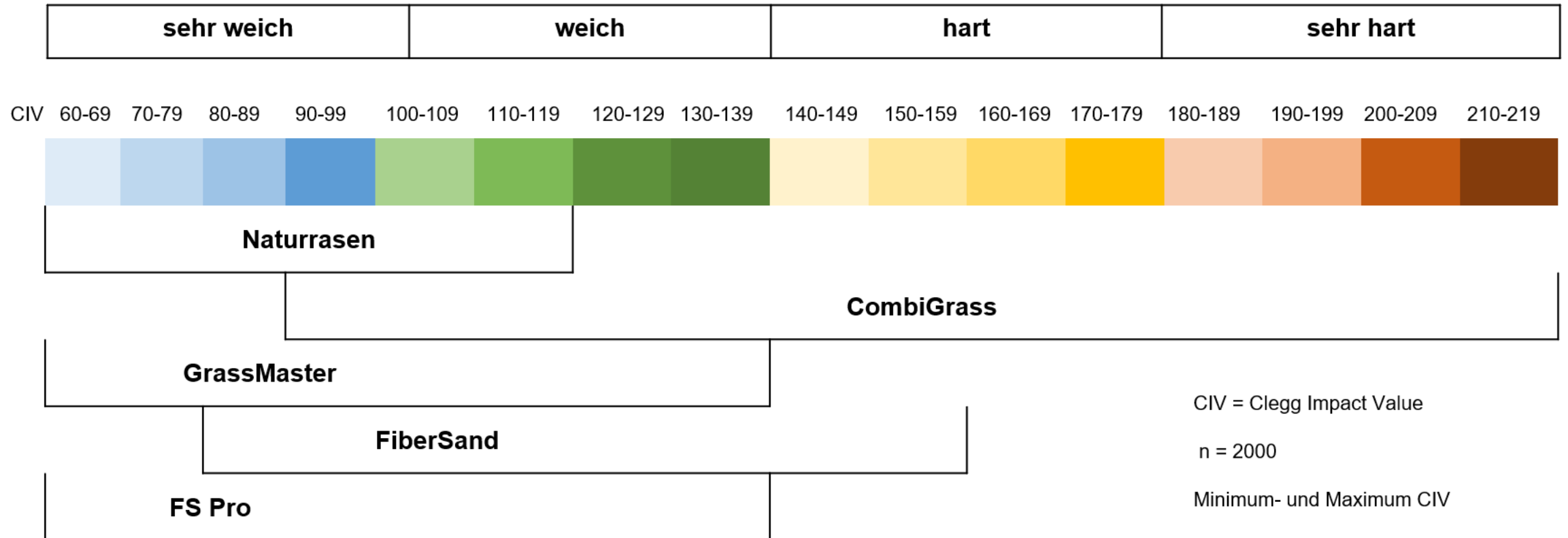
## Härtewerte unterschiedlicher Fußballrasensysteme



Bereiche unterschiedlicher Härte:  
können durch angepasste Pflege  
zu einer einheitlicheren Qualität  
führen.

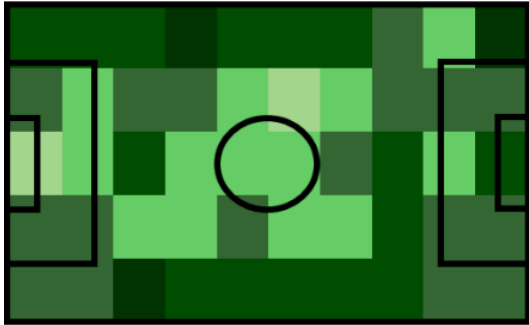
# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Härtewerte unterschiedlicher Fußballrasensysteme

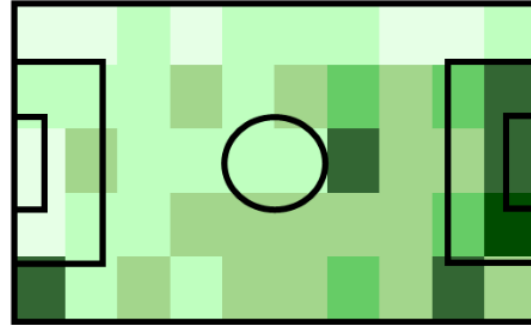


# Härtemessungen

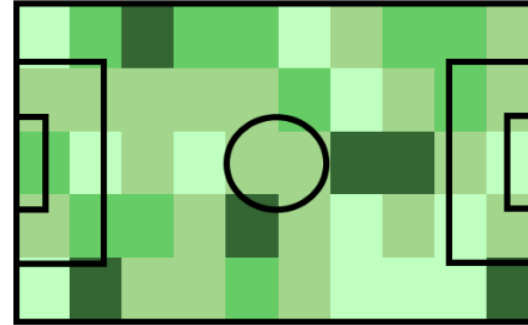
Stadion (Hybrid: Fiber)



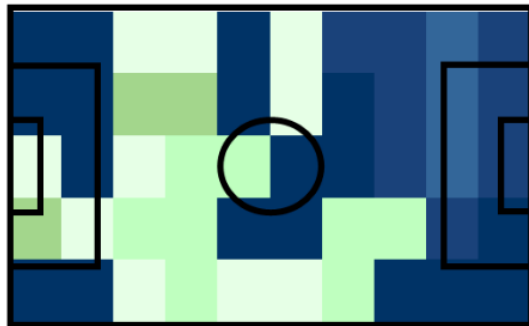
Kunstrasen 1 (Gummi)



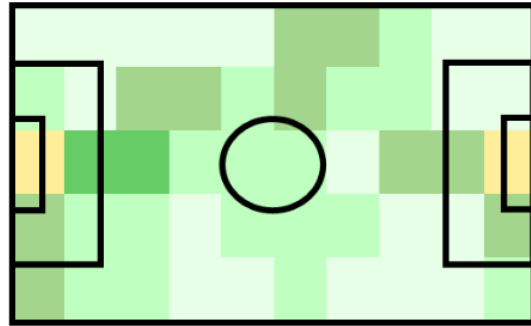
Kunstrasen 2 (Kork)



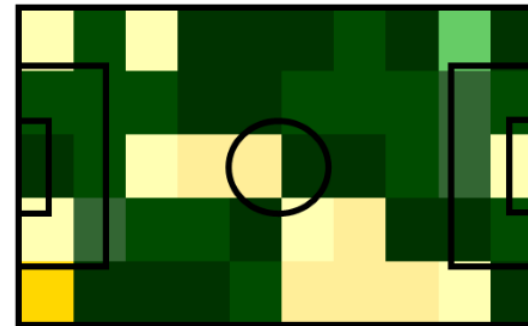
Naturrasen 1 (unbespielt)



Naturrasen 2 (alt)



Naturrasen 3 (neu)



**Hinweis: Diese Einstufung enthält bisher gemessene Härtewerte verschiedener Fußballrasensysteme und dient als Einstufungshilfe. In welchem Bereich sich die, für die Fußballspielenden optimalen Härtewerte befinden, ist bisher nicht hinreichend untersucht.**

	sehr weich								weich								hart								sehr hart							
CIV	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	151-160	161-170	171-180	181-190	191-200	201-210	211-220	221-230	231-240	241-250	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300		
	Naturrasen								Hybridrasen																							
									Kunstrasen																							

CIV = Clegg Impact Value [Gm]  
Minimum- und Maximum CIV5  
DIN EN 14954

# Einsparungspotential der Pflegekosten durch die Härtemessung

## Kalkulation für ein Hybridrasenspielfeld

132	135	139	142	133	135	131	128	116	142
129	117	121	122	117	110	116	128	126	124
109	116	135	118	114	113	125	140	119	133
122	121	117	113	124	119	116	132	123	130
125	128	141	138	132	139	131	134	123	121

Abbildung 7: Stadion - Fibersand - Clegg Impact Value 5 (CIV5). Rot umrandet: zu bearbeitende Bereiche im Rahmen der Pflege zur Vereinheitlichung der Spielfeldhärte (36%).

$$\text{alt: } ((26,66 + 20\%) \times 3) + (24 \times 5,85) + 36 + 78 = 350,38 \text{ €}$$

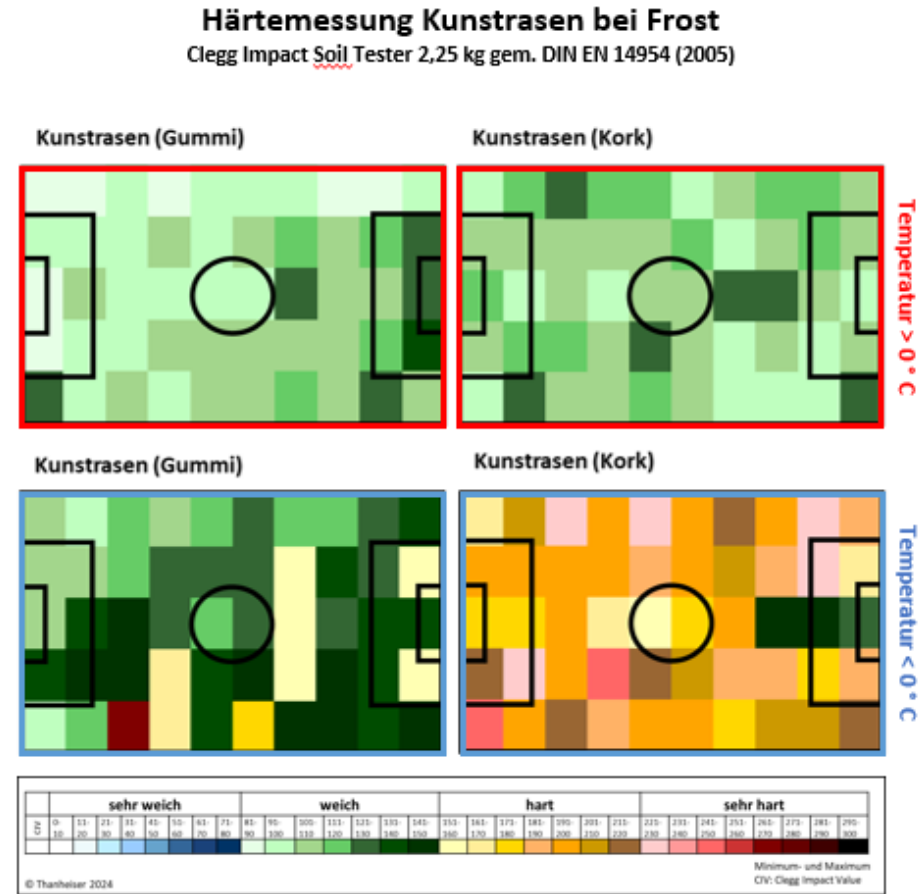
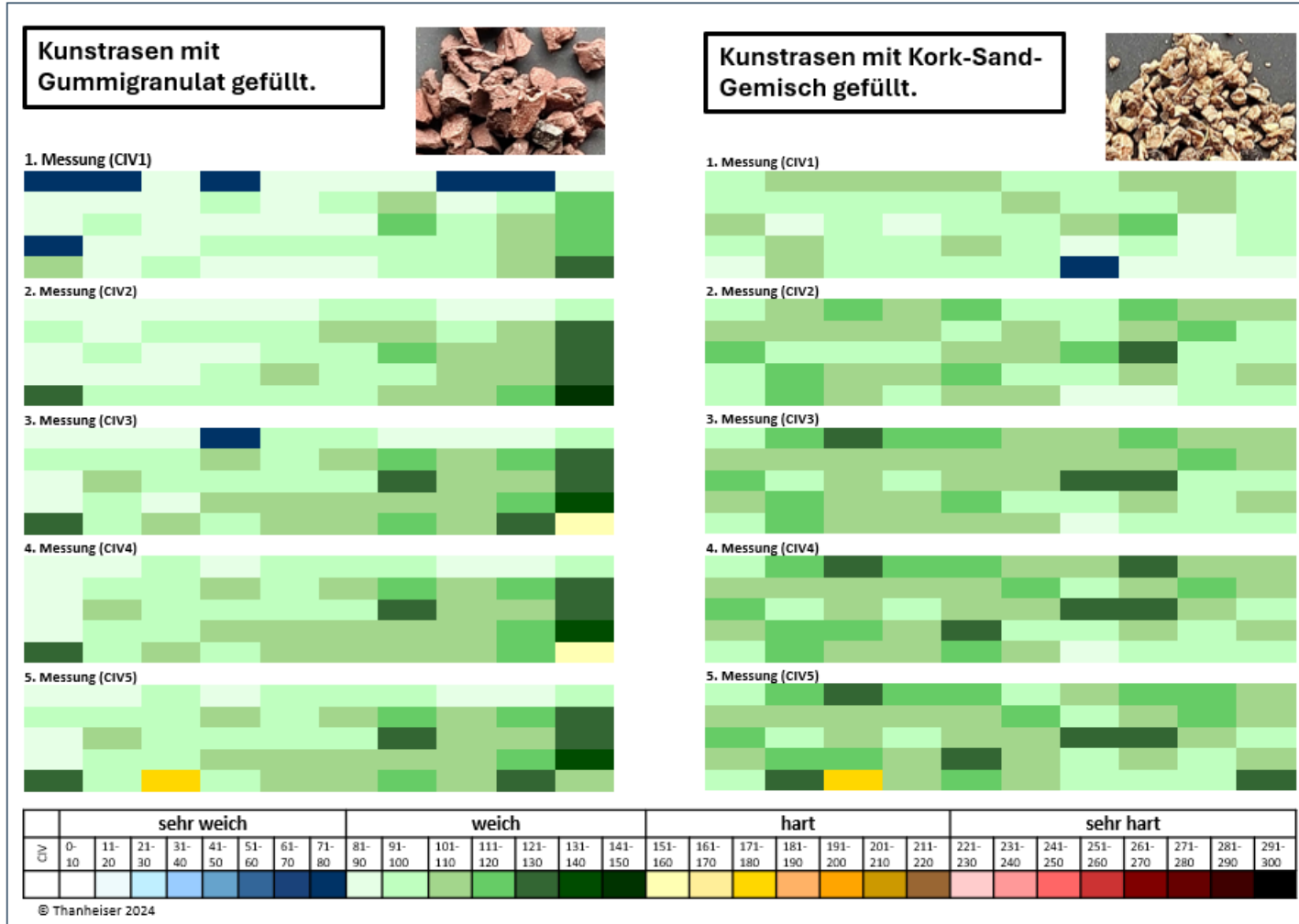
**Ersparnis: 208,18 €**

$$\text{neu: } ((26,66 + 20\%) \times 1) + (8,64 \times 5,85) + 36 + 26 = 142,20 \text{ €}$$

Formel: Stundenpreis, Mwst., Arbeitsstunden, Anzahl Spoons, Einzelpreis Spoon, Versandkosten, Richtsatz (enthält Wartung, Verschleiß und Kraftstoff)

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Härtewerte unterschiedlicher Fußballrasensysteme



Ergebnis: Der Kunstrasenplatz (Kork) ist bei Frost um 80 % härter.

---

**Wie hart soll ein  
Fußballspielfeld sein?**

---

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST


## Beurteilung der Messwerte - Clegg Impact Soil Tester

Clegg Impact Value (CIV) [Gm]		Beurteilung / Nutzung
<b>Model 2,25kg (Fußballspielfeld Kunst- und Naturrasen)</b>		
< 30		unannehmbar gering
31-69		normal-gering
70-89		bevorzugt
90-120		normal-hoch
> 120		unannehmbar hoch
<b>Model 2,25kg (Fußballspielfeld Naturrasen)</b>		
45-90		nicht professionell genutztes Spielfeld
75-90		professionelles Spielfeld (enges Spektrum)
65-100		professionelles Spielfeld

Quellen: Chivers & Aldous (2004), SD Instrumentation (o. J.)

**Table 2:** The accepted standards for soccer field quality determined by the Sports Turf Research Institute, Bingley.

Measurement	Acceptable Levels
Rebound resilience (%)	
Low level of play	15 - 55
Medium level of play	20 - 50
High level of play	25 - 38
Surface hardness (g)	
Preferred	20 - 80
Acceptable	10 - 100
Traction (N.m)	
Preferred minimum	25
Acceptable minimum	20
Ball roll (m)	
Preferred	3 - 12
Acceptable	2 - 14
Surface evenness (mm)	
Preferred maximum	8
Acceptable maximum	10



Quelle: Sports Turf Newsletter (1995)

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Beurteilung der Messwerte - Clegg Impact Soil Tester

Clegg Impact Value 3 [Gm] gem. Hersteller SD Instrumentation (o.J.)	Nutzung
45-90	nicht professionell genutztes Spielfeld
75-90	professionelles Spielfeld (enges Spektrum)
65-100	professionelles Spielfeld

Clegg Impact Value 5 [Gm] nach Chivers & Aldous (2004)	Beurteilung
< 30	zu gering
30-69,9	gering
70-89,9	bevorzugt
90-120	hoch
> 120	zu hoch

Clegg Impact Value 1 [Gm] nach Orchard (2001)	Beurteilung
< = 30	weich
30-65	langsam
65-90	fest
>=90	hart

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

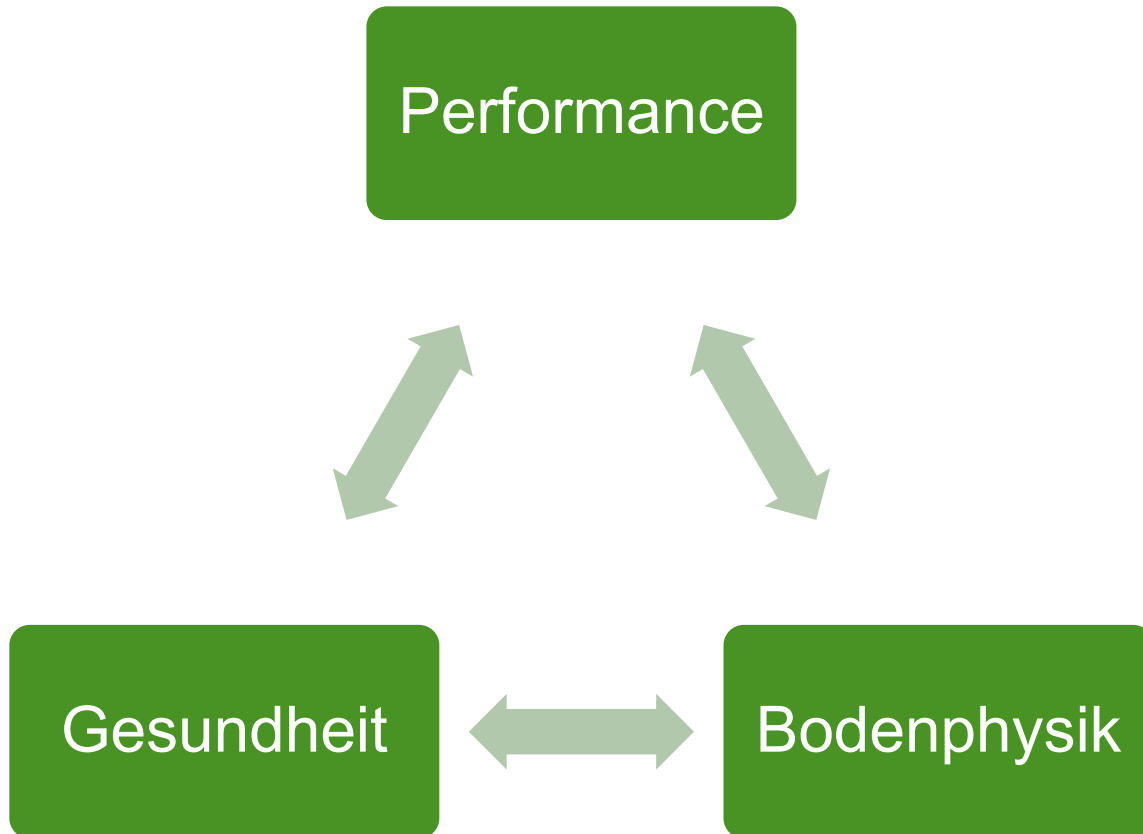
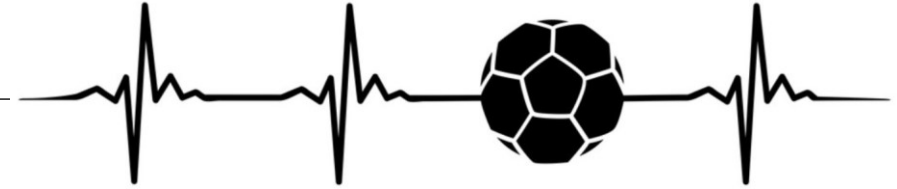
## Beurteilung der Messwerte - Clegg Impact Soil Tester

### Fußballfelder – CIST 2,25 kg

<b>Gm-Wert</b>	<b>Beurteilung</b>
< 30	unannehmbar gering
31 – 69	gering bis normal
70 – 89	günstig
90 – 120	normal bis hoch
> 120	unannehmbar hoch

# Projekt

Sportwissenschaftlich (- **medizinische**) und bodenphysikalische Härteanalyse von Fußballrasensystemen.

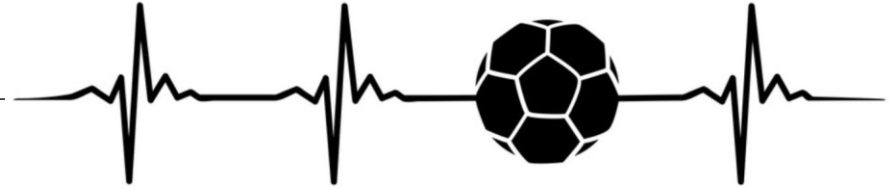


Das Projekt gliedert sich in die drei Arbeitspakete Performance, Gesundheit und Bodenphysik.

Erstmalig sollen Spieler, Trainer, Bodenphysiker, Sportplatzwarte, Sportrasenhersteller, Sportschuhhersteller, Sportwissenschaftler, Sportmediziner und Physiotrainer miteinbezogen werden.

# Projekt

## Team



**Dr. Selina Thanheiser**

Bodenphysik und Sportplatzgutachten



**Christopher Gamperl**

Fußballtrainer

### **Kontakt**

#### **Boden und Umwelt**

#### **Umwelttechnologisches Gründungszentrum**

Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg

E-Mail: [info@st-boden.de](mailto:info@st-boden.de)

Tel.: (+49) 160 / 7946336



---

**Wie hart soll ein  
Golfgrün sein?**

---

# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Golfgrün - Clegg Impact Soil Tester

- Großbritannien (Baker et. al. 1996): Optimaler Bereich von Clegg-Messungen zwischen **70 und 120 Gm** für gutes Abspringen und Rollen des Balls.
- Neuseeland (Linde, 2005): stellte fest, dass Grüns mit Clegg-Werten von **weniger als 50 Gm zu weich** und Grüns mit Clegg-Werten von **mehr als 140 Gm zu hart** waren.



# Härtemessung von Sportrasensystemen mit dem CIST

## Beurteilung der Messwerte - Clegg Impact Soil Tester

### Golfgreens – CIST 0,5 kg

<b>Gm-Wert</b>	<b>Beurteilung</b>
< 60	Sehr weich, nicht bespielbar
60 -69	Weich, Ball hinterlässt Krater
70 – 79	Rezeptiv, Ball springt einmalig
80 – 100	Fest, gute Kontrolle
100 – 130	Sehr fest, Kontrolle möglich
> 130	Hart, Ball springt und rollt

# Literatur

---

Al Amoudi, O. S. B., Asi, I. M., Wahhab, A.-A., Khan, A. Z. (2002): Clegg Hammer—California-Bearing Ratio Correlations. In: Journal of Materials in Civil Engineering. November / December 2002, S. 512-523

Baader, P. (2015): Vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen an Systemen zur Kunststoffarmierung von Rasentragschichten und Rasennarben im Sportplatzbau. (kurz:

Prüfung Hybridrasensysteme. Vortrag: Deutsche Rasengesellschaft. Basel

Barsch, H., Billwitz, K., Scholz, E. (1984): Labormethoden in der physischen Geographie. VEB Hermann Haack. Geographisch-Kartographische Anstalt. Gotha.

Beard, J. B. Sifers, S. I. (1993): Stabilization and Enhancement of Sand-modified Root Zones for High

Traffic Sport Turf with Mesh Elements. A Randomly Oriented, Interlocking Mesh Inclusion System. Texas Agricultural Experiment Station and Department of Soil and Crop Science. Texas A&M University System.

Brosnan JT, Mc Nitt AS, Serensits TJ (2009): Effects of varying surface characteristics on the hardness and traction of baseball field playing surfaces. Pennsylvania.

Carré MJ, Haake SJ (2004): An examination of the Clegg impact hammer test with regard to the playing performance of synthetic sports surfaces. In: Sports Engineering 7: 121–129

Chivers I., Aldous D. (2004): Performance monitoring of grassed playing surfaces for Australian

rules soccer. Journal of Turfgrass and Sports Surface Science 70, S. 73-80.

Clegg, B. (1976): An impact testing device for in situ base course evaluation. In: ARRB Proceedings. 8 (8), 1-6

Clegg, B. (1980): An impact Soil Test as Alternative to California Bearing Ratio. 3. ANZ Geomechanics

Confernece, Wellington, NZ

Clegg, B. (1992): Clegg Impact Soil Tester. Testing recreation turf with the Clegg Impact Soil Tester. Newsletter, Baden Clegg PTY Ltd, Jolimont, Western Australia Verfügbar unter: <http://sdinst.com/sites/default/files/downloads/nl11rev2.pdf>

Fairbrother, S., McGregor, R., Aleksandrov, I. (2010): Development of a Correlation Equation between Clegg Impact Values and California Bearing Ratio for In-Field Strength Assessment of Forest Road Subgrades. School of Forestry, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

# Literatur

---

FIFA (2016): Spielregeln 2015/2016. Verfügbar unter: [http://de.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebDE\\_German.pdf](http://de.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebDE_German.pdf)  
Zugriff:03.07.2016

Gelernter W., Larry J., Stowell J. (2006): Getting a grip on greens firmness. In: Pace Insights. 12 (1) Turfgrass Research Institute, San Diego, CA

Linde D (2005): Assessing golf course conditions in New Zealand. A benchmarking study of golf courses throughout the country allowed a New Zealand group to develop a database for advising superintendents and club managers. In: Golf course management. 73 (2), S. 110-113

Mathur, T. S., and Coghlan, G. T. (1987): The use of the Clegg impact tester in managing and designing aggregate-surfaced roads. Transportation Research Board, 4th Int. Conf. On Low-Volume Roads, 1, Washington, D.C., S. 232–236.

Nonn H. (2017): Oberflächenhärte – ein wichtiger Qualitätsparameter für Fußballrasen. In: Rasen Turf Gazon. Manuskript DRG Rasen. Vol. 10, S. 1-5

Verfügbar unter: [http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2017/10\\_2017.pdf](http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2017/10_2017.pdf)

Orchard, J. (2001): The AFL Penetrometer Study: Work in Progress. Sports Medicine Unit, University of New South Wales, New South Wales, Australia. In: Journal of Science and Medicine in Sport 4 (2), S. 220-232

Otago, L., Swan, P., Chivers, I., Finch, C., Payne, W., Orchard, J. (2007): Ground Conditions and Injury Risk. Implications for Sports Ground Assessment Practices in Victoria. School of Human Movement and Sport Sciences University of Ballarat.

Prinz, H, Strauß, R (2011): Ingenieurgeologie. 5. bearb. und erw. Aufl., Heidelberg

Saunders, N., Twomey, D., Otago, L. (2011): Clegg Hammer Measures and Human External Landing Forces: Is There A Relationship. International Journal of Sports Science and Engineering. Vol. 5 (4), S. 31-236

Twomey D. M., Finch F. C., Lloyd G. D., Elliot C. B., Doyle L. A. T. (2012): Ground hardness and injury in community level Australian football. In: Journal of Science and Medicine in Sport. (15) 1, 305-310 Verfügbar unter: [http://www.jsams.org/article/S1440-2440\(11\)00477-4/pdf](http://www.jsams.org/article/S1440-2440(11)00477-4/pdf) Zugriff: 04.07.16

Woodward, W. D. H., Woodside, A. R. (2004): Predicting the performance of type 1 Slate Aggregate. Transport & Road Assessment Center, University of Ulster.



# Fußballrasen trifft Golfrasen

Härtemessung von Sportrasensystemen mit  
dem Clegg Impact Soil Tester (CIST)

Dr. rer. nat. Selina Thanheiser

Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg

Tel.: +49 160/7946336  
E-Mail: [info@st-boden.de](mailto:info@st-boden.de)