

28. AGA-Jahrestagung 2018

vom 22. bis 24. Oktober 2018 in St. Johann im Pongau



Sparsamer Nährstoffeinsatz – Zukunft der Düngung?

Bernd Leinauer

Professor &

Extension Turfgrass Specialist
New Mexico State University

Special Professor,

Endowed Chair Turfgrass

Ecology

Wageningen University



Grundlagen

Eine Grundlegende Nährstoffzufuhr ist notwendig

- Um kritische Pflanzenfunktionen zu stärken
- beispielbare Grasnarbe zu ermöglichen
- Primärnährstoffe: N, P, K
- Sekundärnährstoffe: Ca, Mg, S
- Mikronährstoffe: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni
- Andere: Si, Na, ...



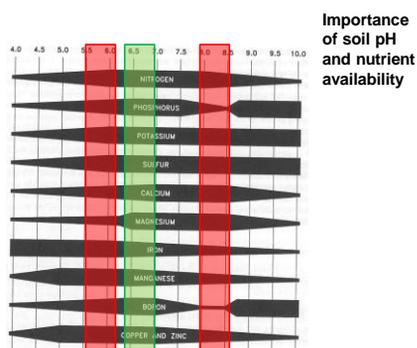
Grundlagen

- Wurzeln sind der primäre Ort der Nährstoffaufnahme
- Nährstoffzuführung ausschließlich über Blattdüngung fragwürdig
- Stickstoff (N) kann nur als Ammonium (NH_4^+) bzw. Nitrat (NO_3^-) aufgenommen und im Stoffwechsel verarbeitet werden
- Aminosäuren und andere organische Dünger müssen erst zu Nitrat umgesetzt werden



Grundlagen

- Boden pH im neutralen oder leicht sauren Bereich ermöglicht die maximale Verfügbarkeit aller essentiellen Nährstoffe im Boden
- pH 5.5 – 7.0 – 8.3



Bodenanalyse zur Ermittlung des Nährstoffbedarfs

- Bewertung des Nährstoffgehaltes/Nährstoffstatus
- Vergleich der Ergebnisse mit etablierten Richtlinien der Rasenforschung
- Dokumentation von mittel- bis längerfristigen Veränderungen (Boden und Pflanze) besser als das kurzfristige Erreichen absoluter Zahlen



Bodenanalyse

- Ungefähr 20 Proben/Fläche
- Gleichmäßige Tiefe (5-10 cm)
- Unterschiedliche Schichten?
- Zeitpunkt/Häufigkeit
 - Schnelle Veränderungen im Sand (Tage-Wochen)
 - Langsame Veränderungen im feinteilreicheren Schluff/Ton/Lehm (Monate-Jahre)



Bodenanalyse

- Auswahl eines und Verbleib bei einem renommierten/akkreditierten Labor
- Analyseverfahren und Nährstoffbereiche müssen mit dem Bodentyp übereinstimmen
- Interpretationen und Empfehlungen



Blattanalyse (1)

- Zum Erstellen eines Düngeplans weniger häufig bis selten verwendet
- Vorhandene Daten ungenügend und oft widersprüchlich
- Die Effektivität einer Düngung basierend auf einer Blattanalyse ist im Rasen noch nicht möglich

	N	K
Carrow et al., 2001	4.5 – 6%	2.2 – 2.6%
Benton, J., 1980	2.75 – 3.5%	1.0 – 2.5%



Blattanalyse (2)

- Blattanalysen können jedoch Mangelerscheinungen darstellen, die im Bodentest nicht erscheinen
- Beispiel: K-Düngung muß nicht notwendigerweise zu höheren K-Gehalten in der Pflanze führen
- Zu viel K führt zu niedrigeren Ca, Mg, und Fe im Blatt
- Ein ähnlicher Zusammenhang besteht zwischen Ca und K, Mg, und Fe



Extraktionsmethoden

- Boden pH <7
 - **Bray-1**, Bray-2
 - Mehlich-1, **Mehlich-3**
 - Morgan, Modified Morgan
 - Neutral Ammoniumacetat (pH 7)
- Boden pH >7
 - **Olsen**
 - Buffered ammonium sulfate (pH 8.5)
- Alternativen
 - Wasser
 - 0.01 M Calciumchlorid



Nährstoffanalyse

- Extraktionsmittel um pflanzenverfügbare Nährstoffe zu bestimmen
- ppm oder kg/ha
- Klassifizierung von niedrig bis sehr hoch
- BCSR (Basische Kationensättigung)
- SLAN (ausreichender Nährstoffverfügbarkeitslevel)
- MLSN (minimal nachhaltiger Nährstoffverfügbarkeitslevel)



Basische Kationensättigung Base Cation Saturation Ratio (BCSR)

- KAK = Summe aller basischen (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2}) und sauren (Al^{+3} , Fe^{+3} , H^+) Kationen
- Menge des jeweiligen Kation geteilt durch die KAK bestimmt die Kationensättigung
- BCSR Theorie: Düngung um eine Basensättigung von 80% (65% Ca, 10% Mg, 5% K) zu erzielen
- Kann in Sand mit OS zu >pH führen



Base Cation Saturation Ratio (BCSR)

- Kann zur erhöhten Ca und K Düngung verleiten um das ideale Verhältnis zu erreichen
- Sub-optimale Basensättigung trotz ausreichend extrahierbaren Nährstoffen möglich
- In kalkhaltigen Gesteinen und bei Bewässerung mit Ca und Mg reichem Wasser wird Ca als zu hoch bestimmt und die KAK als zu gering
- Verleitet in der Regel zur Überdüngung eines basischen Kations was zum Mangel eines anderen führt



Ausreichender Nährstoffverfügbarkeitslevel Sufficiency Level of Available Nutrients (SLAN)

- Vorherrschende Methode um Nährstoffverfügbarkeit zu klassifizieren
- Die Grenzwerte wurden ursprünglich aus dem Pflanzenbau übernommen
- Wurden über die Jahre hinweg modifiziert um besser mit Rasengräsern zu korrelieren



P – Düngung (SLAN)

Extractant	P Sufficiency Level (ppm)			
	Very Low	Low	Medium	High
Bray P1	0 – 4	5 – 15	16 – 30	> 31
Mehlich III	0 – 12	13 – 26	27 – 54	> 55
Olsen	0 – 6	7 - 12	13 – 28	> 29



K – Düngung (SLAN)

Extractant	Sand/most soils P Sufficiency Level (ppm)			
	Very Low	Low	Medium	High
1 M NH ₄ OAC (pH 7.0)	0 – 40	41 – 75	76 – 175	> 176
Mehlich III	0 – 25	26 – 50	51 – 116	> 117
Mehlich I	0 – 30	31 - 60	61 – 140	> 141



Minimal Nachhaltiger Nährstoffverfügbarkeitslevel Minimum Level for Sustainable Nutrition (SLAN)

- MLSN – Pflegen sie nachhaltig?
- Methode um Nährstoffe am oder leicht über dem Minimum zu halten
- Aber gleichzeitig eine akzeptable Rasenqualität zu gewährleisten
- 20 Jahre lang > 17.000 Bodenanalysen von verschiedenen Golfplätzen gesammelt und zusammengefasst
- Repräsentieren Golfplätze ohne Probleme



Minimum Levels for Sustainable Nutrition Soil Guidelines

The Minimum Level for Sustainable Nutrition (MLSN) Guideline is a new, more sustainable approach to managing soil nutrient levels that can help you to decrease fertilizer inputs and costs, while still maintaining desired turf quality and playability levels. The MLSN guidelines were developed in a joint project between PACE Turf and the Asian Turfgrass Center. All soil analyses were conducted at Brookside Laboratories, New Bremen, OH.

	MLSN Soil Guideline
pH	>5.5
Potassium (K ppm)	37
Phosphorus (P ppm)	21
Calcium (Ca ppm)	331
Magnesium (Mg ppm)	47
Sulfur as sulfate (S ppm)	7

Nitrogen requirements are best determined based on **turf growth potential**, which incorporates site-specific weather and turf type to calculate nitrogen demand (Gelernter and Stowell, 2005. Golf Course Management, p.108-113, March, 2005).



Zusammenfassung (1)

Results: The table below reports the Minimum Levels for Sustainable Nutrition (MLSN) for each soil nutrient, and the values for alpha, beta and gamma for the three-parameter log-logistic fit provided by EasyFit software.

Method/element ¹	Number of samples	Alpha	Beta	Gamma	Kolmogorov Smirnov (p)	MLSN Log-Logistic (p) = 0.1
M3 K	1544	2.91	74.20	0.00	0.038	35
M3 P	1517	2.56	45.15	-1.72	0.017	18
Bray 2 P	1538	2.75	54.49	0.00	0.033	25
Olsen P	270	3.25	12.84	-1.11	0.048	54
M3 PSI	1409	3.00	0.25	-0.02	0.020	0.1
M3 Ca	1544	71.82	7490.30	-6905.10	0.044	360
M3 Mg	1544	9.02	182.92	-89.54	0.033	54
M3 S	1532	2.37	28.94	1.29	0.030	13
M3 Na	1544	3.01	44.19	0.10	0.042	21
KCl NO ₃ -N	1133	1.49	2.11	0.00	0.041	0.5
KCl NH ₄ -N	1133	2.12	2.41	0.00	0.072	0.9
KCL (NO ₃ -N + NH ₄ -N)	1113	2.07	4.94	0.87	0.024	2.5

¹All values are mg/kg unless otherwise noted. M3 = Mehlich 3 extraction; Olsen = Olsen extraction; Bray 2 = Bray 2 extraction; PSI = phosphorus saturation index (M3 P mmol/kg)/(M3 Fe mmol/kg + M3 Al mmol/kg); KCL = 1N KCl extraction and cadmium reduction.

Larry Stowell, Ph.D., PACE Turf, 1267 Diamond Street, San Diego, CA 92109; Micah Woods, Ph.D., Asian Turfgrass Center, 97 Serthai Road, Kwang Kanayao, Khet Kanayao, Bangkok 10230, Thailand.
*Corresponding author: (stowell@paceturf.org).



Zusammenfassung (2)

- Eine Grundlegende Nährstoffzufuhr ist notwendig um kritische Pflanzenfunktionen zu stärken
- Wurzeln sind der primäre Ort der Nährstoffaufnahme
- Bodenanalyse zur Bewertung des Nährstoffgehaltes/Nährstoffstatus
- Kenntnis des Extraktionsmittel notwendig um Nährstoffgehalte entsprechend zu bewerten und entsprechende "Philosophie" zu verfolgen

