

Ökosystemleistungen urbaner Grünflächen, Pflanzenstress und digitales Monitoring

Lord, F. und E. Kaiser

Einleitung

Pflanzen besitzen verschiedene vegetationstechnische Leistungseigenschaften, die sie insbesondere als ‚Pflanzsysteme‘ bzw. Vegetationsgesellschaften für die Verwendung unterschiedlichster Nutzungsformen prädestinieren. Urbane Grünflächen erfüllen vielfältige Funktionen, die die Lebensqualität in der Stadt erheblich verbessern können. Obwohl seit langem bekannt, erlangen solche Ökosystemleistungen gerade im Kontext des globalen Klimawandels und weiterer soziokultureller Wohlfahrtswirkungen („Mental Health“) weltweit zunehmend an Bedeutung und Beachtung.

Auch speziell für Rasenflächen in ihrer vielseitigen Nutzung ist das erkannt und war, wie bereits auf der International Turfgrass Research Conference (ITRC) 2022 in Kopenhagen, auch dieses Jahr wieder bei der 15. ITRC im Juli 2025 in Japan auf der Agenda (Abbildung 1).

Zielgerichtete Maßnahmen

Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass gepflegte, intakte Grünflächen mit entsprechender Wasser- und Nährstoffversorgung diese Ökosystemleistungen deutlich ausgeprägter erbringen und vermitteln können, als ungepflegte, wenig vitale und in ihrer natürlichen Funktion eingeschränkte Pflanzen (BRILLMAN, L., 2022).

Die in Verbindung mit einer moderaten, nachhaltigen Pflege stehenden negativen Effekte (CO₂- und N₂O-Emissionen) wurden bei Betrachtung der Endbilanz sogar überkompensiert.

Durch Verwendung von innovativen Technologien wie z.B. E-Motoren, alternative Energien, Blue/Green Ammonia, recycelte Rohstoffe, N-Inhibitoren, oder speziellen Langzeitformulierungen (SRF) bei Düngern und nicht zuletzt digitales Monitoring und KI können zudem bei der

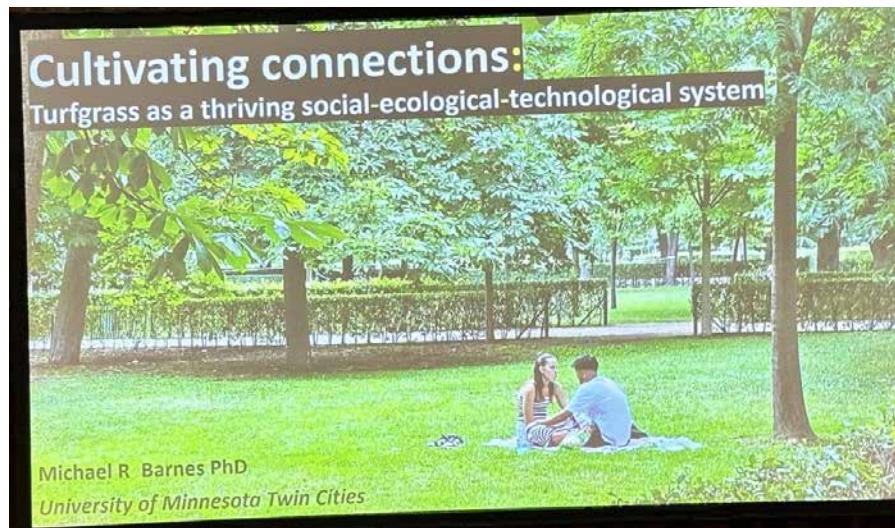


Abb. 1: Rasen als dynamisches sozial-ökologisch-technologisches System im Sinne des menschlichen Wohlbefindens als Thema bei der 15. ITRC in Japan.
(Foto: F. Lord)



Abb. 2: Ökosystemleistungen von Rasen und urbanen Grünflächen (Abbildungen: F. Lord und E. Kaiser).

- Temperaturausgleich (Reduzierung Hitzeinseleffekt)
- Erosionsschutz (Starkregen/ Wind)
- Wasserhaushalt (Infiltration- Filterung –Grundwasser)
- Luftqualität
 - Sauerstoffproduktion
 - CO₂-Fixierung
 - Filterung Feinstaub-Schadstoffe
- Lärmreduzierung
- Ästhetik – Begegnungsraum -Mentale Gesundheit

Übersicht 1: Regulierende Leistungen von urbanen Grünflächen.

Grünflächenpflege in der Bilanz Treibhausgase deutlich reduziert werden.

Nur gesundwüchsige, vitale und intakte Pflanzungen sind also in der Lage, die Wohlfahrtswirkungen optimal zu vermitteln und den städtischen Lebensraum qualitativ zu verbessern. Ohne angepasste Pflanz- und Pflegekonzepte sind jedoch gerade Städte für die Pflanzen oft suboptimale Standorte. Für die Gräser in Sportrasenflächen z.B. in Stadien und auf Golfgreens mit sandreichen, sorptionsschwachen Rasentragsschichten stellen diese nicht gerade natürliche und komfortable Habitate dar, da sie meist unter extremem Tiefschnittregime und hoher Belastungsintensität gemanagt werden. Insbesondere im Kontext der Folgen des Klimawandels ist ein ‚Advanced Greenkeeping‘ hier unerlässlich, um mit allen mittlerweile umfangreich zur Verfügung stehenden Maßnahmen und Tools vorbeugende Konzepte zu implementieren, sodass die Reaktionen der Gräser zielgerichtet gesteuert werden. KI und Monitoring können hier effektiv unterstützen, gerade im Hinblick auf den so entscheidenden präventiven Charakter solcher Pflege-Strategien.

Stress-Situationen erkennen

Abiotische und biotische Stressfaktoren können die Pflanzenvitalität stark beeinträchtigen und die nachhaltige Funktionalität gefährden (Übersicht 3).

Stressreaktionen sind oft degenerierende Prozesse, die bereits früh und zunächst kaum wahrnehmbar beginnen. Sind die Symptome erst einmal deutlich ausgeprägt und ersichtlich, ist es für erfolgreiche Maßnahmen oft zu spät oder mit großem Aufwand verbunden. Deshalb ist regelmäßige Kontrolle für gezielte, vorbeugende Maßnahmen entscheidend. Allerdings sind viele Kommunen zunehmend mit knappen Haushaltsmitteln und Fachkräftemangel konfrontiert, sodass dringend notwendige Pflegemaßnahmen oft zu spät oder nur punktuell erfolgen können. Fernerkundung (Remote Sensing) der Grünflächen, mit Erfassung spezieller Daten, wie es beispielsweise im Golf- und Sportrasenbereich zur effektiven und nachhaltigen Bewässerungssteuerung bereits eingesetzt wird, kann auch für öffentliche Grünflächen hier eine gute Option sein.

Anforderungen:

- Geeignete Standort- und Pflanzenauswahl
- Hohe Vitalität
- Guter Gesundheitsstatus
- Gutes Regenerationsvermögen
- Optimale Wachstumsbedingungen
- Flankierende Pflegemaßnahmen
- Monitoring/ Erfassung relevanter Parameter

Übersicht 2: Pflanzenqualität als Basis für Erfolg.

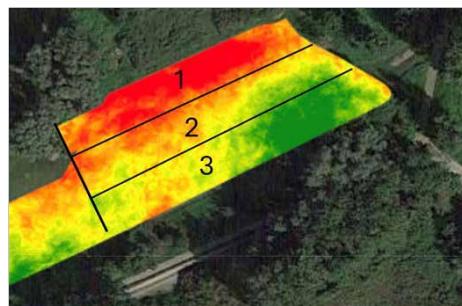
Biotische Stressfaktoren

- Krankheiten
- Schädlinge
- Mensch (Übernutzung)

Abiotische Stressfaktoren

- Hitze
- Trockenheit
- Lichtmangel
- Nährstoffdefizite
- Bodenverdichtung
- Frost

Übersicht 3: Stress beeinflusst Leistungseigenschaften der Pflanzen.



Legende

- Box 1: Kontrolle
Box 2: Silizium
Box 3: Silizium und Kalium

NDVI-Messungen
rot = starke Trockenstress-Reaktionen
gelb = mittlere Trockenstress-Reaktionen
grün = keine Trockenstress Reaktionen

Abb. 3: Einfluss von Silizium und Kalium auf die Trockenstresstoleranz von Gräsern.

Pflanzen sind standortgebunden und können den Stressfaktoren nicht entfliehen. Stress ist ein Belastungszustand mit vielfältigen pflanzlichen Reaktionen und Symptomen. Eine Schadwirkung hängt in der Regel von der Stärke (Dosis) und Dauer des einwirkenden Stressors ab. Pflanzen sind per se mit komplexen Abwehrmechanismen ausgestattet, die es jedoch zu fördern und zu unterstützen gilt, um die Toleranz beispielsweise gegen extreme Trocken- und Hitze stress zu erhöhen. Spezielle Nährstoffe wie z.B. Kalium, Magnesium, Eisen, aber auch das Element Silizium sind hier zu nennen, auch wenn es kein essentieller Nährstoff ist. Vor allem die sogenannten Biostimulanzen auf Basis von Meerestalgextrakten, Humin- und Fulvosäuren sowie nützlichen Mikroorganismen können die Stressphysiologie der Pflanzen positiv konditionieren.

In der Regel sind vorbeugende Applikationen erforderlich; kurative Behandlungen mit Biostimulanzen sind je nach Stärke der Symptomausprägung oftmals wenig erfolgreich. Besondere Aufmerksamkeit kommt deshalb dem kontinuierlichen Beobachten und Messen stressrelevanter Parameter zu.

Vitalitätsparameter messen

Das digitale Monitoring kann über Spektralanalyse (NDVI/EVI) die pflanzlichen Stressreaktionen, die i.d.R. mit einer Farbveränderung in den Blättern korrelieren, messen und rechtzeitig Aussagen über den Vitalitätsstatus geben.

Als NDVI wird der **Normalised Difference Vegetation Index** bezeichnet, der über eine Verrechnung der Differenz zwischen

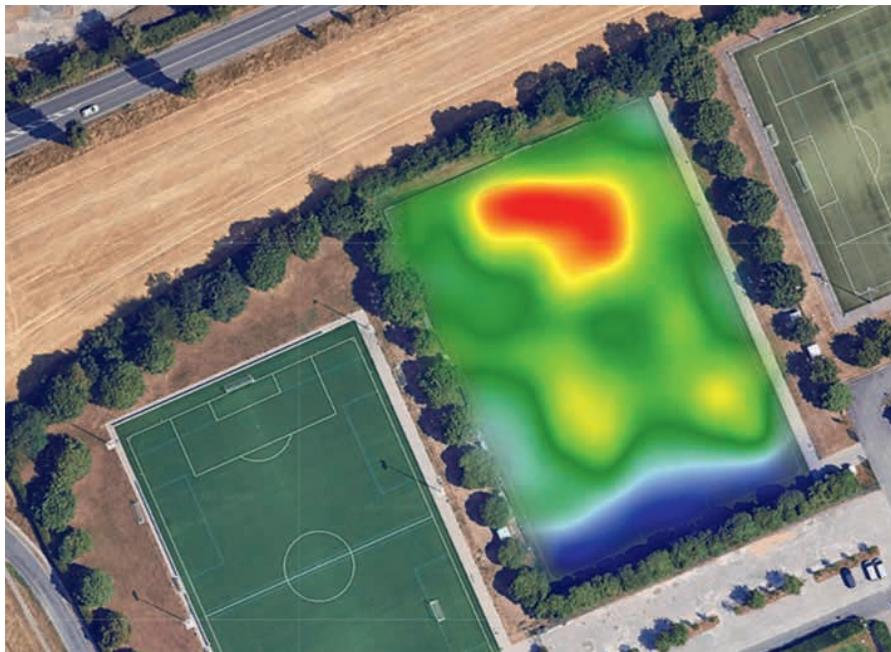


Abb. 4: Messung und Auswertung einer Vitalitäts-Analyse auf dem Sportplatz mittels NDVI.

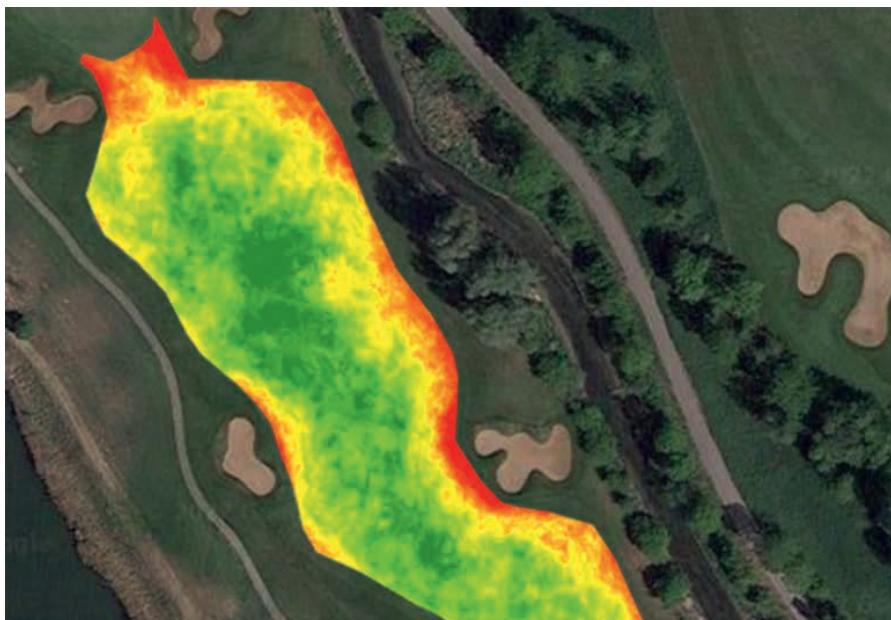


Abb. 5: NDVI-Aufnahme auf dem Golfplatz (Fairway) mit deutlichen Anzeichen für Trockenstress (rote Bereiche = niedrige NDVI-Werte) und vitale Flächen (grün = hoher NDVI-Wert).

Reflexion von bestimmten Wellenlängen im Nahinfrarotbereich (NIR) und Rotbereich ein farbkodiertes Bild der Rasenflächen, Bäume und Gehölze erstellt, wobei rot = niedriger NDVI-Wert, orange-gelb = mittlerer NDVI-Wert und grün einen hohen NDVI-Wert bedeutet (Abbildung 3).

Blattgrün (Chlorophyl) bzw. Fotosyntheseaktivität sind valide pflanzliche Vitalitätsparameter. Blattgrün absorbiert Licht im blauen und roten Bereich und reflektiert es im Nahinfrarotbereich; grüne, vitale Rasen- und Grünflächen sind daher von hohen Reflexionswerten im NIR-

Bereich gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu weisen die durch abiotischen oder biotischen Stress betroffenen Pflanzen oft Blätter mit Zellschädigungen, Läsionen, Welke und geringere Grüngehalte auf, was sich wiederum in niedrigen Reflexionswerten zeigt.

Die Formel des NDVI lautet: $NDVI = (NIR - Rot) / (NIR + Rot)$.

Die Werteskala geht von -1 bis 1 wobei die NDVI-Werte nahe der 1 (0,7-0,9) optimal sind und auf dichte, intakte und vitale Grünflächen deutet. Die Ferner-

fassung der Werte kann über verschiedene Systeme wie spezielle Anbaugeräte, Luftbilder (Drohnen) oder auch Satelliten erfolgen. Als Orientierung bietet die NDVI-Analyse gute und nützliche Aussagen über den ‚Grünzustand‘ und damit den allgemeinen Vitalitätsstatus von Vegetationsflächen, Rasen und Einzelbäumen. Die Interpretation und Zuordnung zu einer konkreten Stressursache/Stressfaktor kann der NDVI allein nicht erfüllen. Hier ist dann ggf. die Korrelation mit anderen Messdaten, die Verwendung von KI-Algorithmen und nicht zuletzt die Erfahrung des Greenkeepers bzw. Grünflächenverantwortlichen, also quasi die Natürliche Intelligenz (NI) und Fachkenntnis, mit einzubeziehen.

Komplexe Auswertungs-Varianten

Monitoring-Technologien haben sich in den letzten Jahren rasant entwickelt, sodass mittlerweile unterschiedliche in der Praxis einsetzbare Systeme zur Verfügung stehen. Entscheidend wird sein, wie vielfältig ein System verschiedene Daten bereitstellen und in konkrete Maßnahmen oder Services münden lassen kann. So können beispielsweise mit einem Satelliten-gestützten System und KI-basierter Bildauswertung, entwickelt in einem kooperativen Forschungsprojekt der TU Darmstadt, bereits mehrere Anwendungen bei der Stadtbaumkontrolle realisiert werden:

- Unterstützung bei Erfassung und Kartierung von Bäumen (auch Einzelbaumerfassung);
- Vitalitäts- und Verkehrssicherheitskontrolle;
- Kontrolle und Dokumentation von Maßnahmen/Behandlungen (z.B. Düngung);
- Erfassung und Berechnung von Ökosystemleistungen.

Fazit

Intakte und vitale Grünflächen erfüllen wichtige Ökosystemleistungen. Abiotische und biotische Stressfaktoren können die Vitalität und Funktionalität von Bäumen und Rasenflächen gefährden. Gezielte Applikationen von Nähr- und Vitalstoffen (Biostimulanzen) können pflanzeneigene Schutzmechanismen

aktivieren und fördern. Im Rahmen einer nachhaltigen Pflegestrategie liefert Digitales Monitoring wertvolle Daten, um vorbeugende Maßnahmen zur Erhöhung der Stresstoleranz zu planen und zu kontrollieren.

Literatur

BRILLMAN, L., 2022: The Turfgrass Challenge – Documenting the value of a crop that doesn't feed the world. Handout 14. ITRC. https://itrc2022.org/fileadmin/user_upload/ITRC2022/Brillman_2022_ITRS_Turfgrass_Challenge_Crop_that_does_not_feed_world.pdf.

Autoren:

Dr. Fritz Lord
COMPO EXPERT, Münster
fritz.lord@compo-expert.com

Msc. Erik Kaiser
Karuna Technology, Frankfurt
e.kaiser@karuna.technology