

Methodenvergleich: Erfassung des Blattflächenindex



Annalena Rang, Christoph Rohde, Hauke Brakhage, Laurens Doenecke
Land System Science 3: Project-based Study in Geoecology – 09.07.2024

MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG

Einleitung

Der Blattflächenindex ist ein fundamentales Pflanzenmerkmal (Baret et al., 2010). Er ist definiert als einseitige Blattfläche pro Bestandsfläche (Breda, 2003). Die direkte Erfassung des Blattflächenindex ist aufwendig und destruktiv. Indirekte Methoden ermöglichen ein nicht destruktives Vorgehen, sind jedoch vulnerabler gegenüber Störungen. Mit Hilfe eines Feldversuchs sollen die Methoden verglichen und auf Abhängigkeiten zu anderen Parametern wie Trockengewicht, Feuchtgewicht und Bedeckungsgrad untersucht werden.

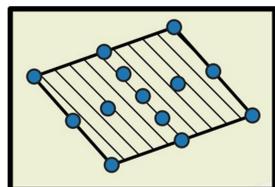


Brachwitz WEST (130 -125 m ü. NN)

- Agrarfläche, Roggen
- geringmächtiger Regosol auf Rhyolith / teilweise glaziale Sedimente und Löss, sandiger Lehm
- Versuchsfeld fällt nordwestlich mit ca. 7% Steigung ab
- Mitteldeutsches Trockengebiet
- Mittlerer Jahresniederschlag: 469 mm
- Mittlere Jahrestemperatur: 10,79 °C

Brachwitz OST (130 -127 m ü. NN)

- Agrarfläche, Roggen
- geringmächtiger Ah/C-Boden, glaziale Sedimente und Löss, lehmiger Sand
- Versuchsfeld fällt nach südöstlich mit ca. 3% Steigung ab
- Mitteldeutsches Trockengebiet
- Mittlerer Jahresniederschlag: 469 mm
- Mittlere Jahrestemperatur: 10,79 °C



3 Versuchsstandorte (Elementary Sampling Units – ESU), je 13 Messstellen (Secondary Sampling Unit – SSU)

Messmethodik – Leaf Area Index

Messvorgehen – Feld

- Messungen wöchentlich zur gleichen Tageszeit (09:00 und 11:30 Uhr) von 23.04.-18.06.2024
- Nicht-destruktives Messen des Verhältnisses zwischen Blattfläche und Bodenoberfläche durch LI-2200C Plant Canopy Analyzer (90°-Sichtkappe) mithilfe der „Abschwächung der diffusen Himmelsstrahlung bei fünf Zenitwinkeln gleichzeitig“
 - Erfassung der Gesamtstrahlung oberhalb des Blätterdachs (Bei klarem Himmel Abschattung der Messung)
 - 4-fache Messung der Strahlung unterhalb der Blätter
- Zusätzliche Erfassung des Bedeckungsgrades: 5 Rahmen, 3 Schätzwerte



Messvorgehen – Labor + Trocken- & Feuchtmasse

- Entnahme der gesamten oberirdischen Masse von 3 Individuen pro SSU
- Abtrennen & Sortierung der Blätter in grün (> 50% grün) und gelb (< 50% grün)
- Messung der Blattoberfläche für jedes Individuum durch einzelnes Auflegen der grünen Blätter auf das LA3100C AREA METER
- Einwiegen der Bestandteile jedes Individuums
- Trocknung im Trockenschrank mit anschließender Einwaage der Bestandteile jedes Individuums



Statistische Analyse

Alle statistischen Analysen wurden mit Python 3.12.0 durchgeführt.

1. **Normalverteilungstest: Shapiro-Wilk-Test**
2. **Varianz-Homogenitätstest: Bartlett-Test** für normalverteilte Daten, sonst **Levene-Test**
3. **Unterschiedsanalyse: ANOVA** bei normalverteilten & homogenen Varianzen, sonst **Kruskal-Wallis-Test** → (jeweils 3 Probenahmen pro ESU)
4. **Post-hoc-Tests: Tukey-HSD Test** nach ANOVA & **Dunn-Test** mit **Bonferroni-Korrektur** nach Kruskal-Wallis-Test

ERGEBNISSE

LAI-Feld:

• **Brachwitz WEST** hat im Mittel die **höchsten LAI-Werte** der Standorte. Höchstwerte zeigt die zweite Probenahme.

• **Etzdorf** liegt insgesamt ein wenig **niedriger als Brachwitz WEST**; das Verhalten ist ähnlich.

• **Brachwitz OST** hat im Mittel die **niedrigsten LAI-Werte** und sinkt nach der ersten Probenahme und steigt anschließend wieder.

Vergleich LAI-Messergebnisse: Feld – Labor

Die Korrelation zwischen den Felddaten und den Labordaten der LAI-Messung ist unerwartet schwach (Brachwitz WEST: $r^2=0,249$, Brachwitz OST: $r^2=0,502$, Etzdorf: $r^2=0,312$). Die Streuung der Werte ist relativ hoch und die Korrelation variiert zusätzlich stark über verschiedene Probenahmen am selben Standort.

- BrachWest3 und BrachOst3 wurde auf Grund der gleichzeitigen Probenahme am 04.06.2024 statistisch verglichen.
- Signifikante Unterschiede zwischen den Feldern, sowohl im LAI-Feld ($p < 0,01$), als auch im LAI-Labor ($p < 0,05$).

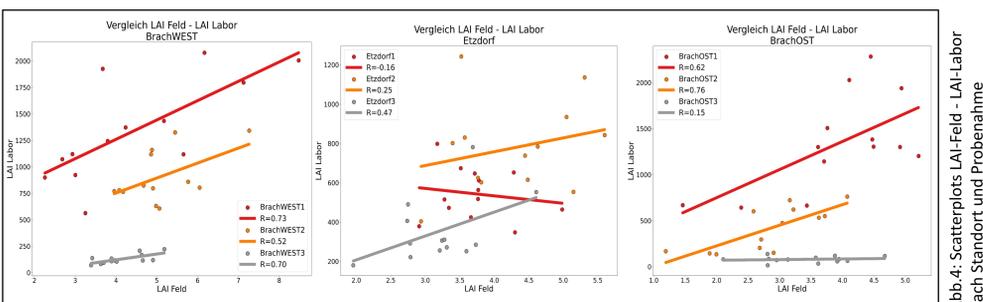
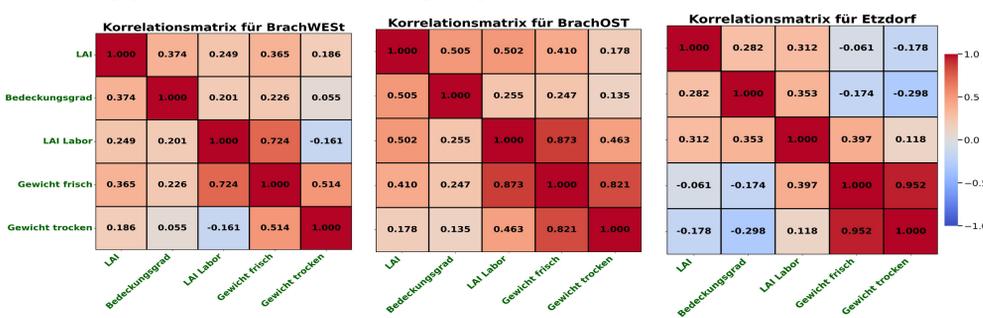


Abb. 4: Scatterplots LAI-Feld - LAI-Labor nach Standort und Probenahme

Abhängigkeit zu weiteren Parametern:

Abgesehen von den erwartbar hohen Korrelationen wie zum Beispiel zwischen Frischgewicht und Trockengewicht sind die übrigen Abhängigkeiten, welche logisch erscheinen würden in den Daten nicht deutlich zu finden. So ist beispielsweise der r^2 -Wert der Korrelation zwischen dem Bedeckungsgrad und der LAI-Feldmessung lediglich zwischen 0,282 und 0,505.



Diskussion

Im Gegensatz zu Sandmann et al. (2013) konnte keine hohe Korrelation zwischen direkter und indirekter LAI-Messung beobachtet werden. Sandmann et al. (2013) stellen für die direkte Messung eine höhere Präzision fest und benennen die Sonneneinstrahlung als stärksten Störfaktor bei indirekter Messung, vor allem bei geringem Bedeckungsgrad. Außerdem führen räumliche Varianzen innerhalb der Bestände zu einer Unterschätzung des LAI (Bréda, 2003). Bréda (2003) stellte fest, dass die Diskrepanz hauptsächlich auf das Phänomen des Zusammenklumpens von Blättern zurückzuführen ist und die räumliche Variabilität der Bestände mit berücksichtigt werden muss. Baret et al. (2010) geben an, dass der LAI direkt durch die destruktive Probenahme gemessen werden kann und als Referenzmethode anerkannt ist. Dies erfordert jedoch intensive Messungen, um die räumliche Variabilität abzubilden.

Fehlerbetrachtung:

- Durchführung der Datenerhebung durch unterschiedliche Personen
- Sehr geringe Stichprobe (fünf Pflanzen pro Woche im Feld und drei Pflanzen im Labor) wenig statistische Aussagekraft
- LAI Messung Fehleranfälligkeit z. B. durch wechselnde Sonneneinstrahlung (oder Verunreinigung des Scanners)
- LAI-Laborgerät neigt zu Fehleranfälligkeit aufgrund ungenauen Ablesens der Zahlen (dauerhaftes Messen des Gerätes, auch ohne Blätter)
- für die Datenerfassung werden alle Blätter und Stängel als photosynthetisch aktive Bestandteile betrachtet, im Labor gemessen wurden jedoch nur die Blätter

Fazit

Der Methodenvergleich zeigt eine geringe Korrelation zwischen den im Feld und im Labor gemessenen Daten. Trotzdem konnten durch beide Methoden signifikante Unterschiede zwischen BrachWest3 und BrachOst3 dargestellt werden. Die direkte Methode zur Bestimmung des Blattflächenindex ist zuverlässig und relativ präzise, dafür aber destruktiv (beschränkt Stichprobengröße), aufwendig und erfordert mehr Zeit. Die indirekte Methode zur Bestimmung des Blattflächenindex ist schneller und nicht destruktiv, dafür aber ungenauer und abhängig von äußeren Faktoren (Sonneneinstrahlung, Bedeckungsgrad).

Quellen:

Nathalie J. J. Bréda, Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies, *Journal of Experimental Botany*, Volume 54, Issue 392, 1 November 2003, Pages 2403–2417, <https://doi.org/10.1093/jxb/erg263>

Baret, F., de Solan, B., Lopez-Lozano, R., Ma, K., Weiss, M., 2010. GAI estimates of row crops from downward looking digital photos taken perpendicular to rows at 57.5 degrees zenithangle: theoretical considerations based on 3D architecture models and application to wheat crops. *Agric. For. Meteorol.* 150, 1393–1401.

Sandmann, Martin; Graefe, Jan; Feller, Carmen (2013). Optical methods for the non-destructive estimation of leaf area index in kohlrabi and lettuce. *Scientia Horticulturae*, 156(1), 113–120. doi:10.1016/j.scienta.2013.04.003

<https://services.bgr.de/wms/boden/physgru1000/?version=1.3.0%26service=WMS%26request=GetSchemaExtension;Stand:19.06.2024>

<https://www.ivmgeo.sachsen-anhalt.de/de/gdp-dtk25.html;19.06.2024>

<https://www.hossi-im-netz.de/wordpress/wetter-rekordwerte-2/langzeitwetter;19.06.2024>

Fabig, Ilka, 2007: Die Niederschlags- und Starkregenentwicklung der letzten 100 Jahre im Mitteldeutschen Trockengebiet als Indikatoren möglicher Klimaänderungen. Univ. Halle, 186 S., DOI: 10.23689/ridge-328

Gründling, Ralf; Petersohn, Petra; Schmögner, Sylvia; Merbach, Ines; Vogel, Hans-Jörg; Franko, Uwe (2022): Meteorological data of experimental field station in Bad Lauchstädt, Germany [dataset bundled publication]. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.949892>

https://www.geodatenportal.sachsenanhalt.de/arcgis/services/LAGB/LAGB_Bodendaten_B1_OpenData/MapServer/WmsServer;Stand:19.06.2024 → VBK50 (Feldkapazität, Bodenart Oberboden), Gesamtbodenart Deckschicht, Bodenlandschaften, Substratentstehung, Bodenart Standardklassenzeichen, Bodenklasse