

1 Hintergrund

- Globale Erwärmung führt zu häufigeren und extremeren Wetterereignissen und damit zunehmender Ernährungsunsicherheit [1][2]
- Agroforstwirtschaft als Strategie zur Abschwächung hoher Temperaturen und Verdunstungsraten für Kulturen zwischen den Baumstreifen [3]
- Die temporäre Beschattung durch Baumreihen kann Ökosystemleistungen fördern → Stabilisation von Ernteerträgen und Verbesserung der Produktionssicherheit [2]
- handelsübliche Sensoren sind sehr teuer
- Erhöhte Kosten in Agroforstsystemen wegen der Komplexität der Systeme → Bedarf an vielen verschiedenen Messpunkten.



Abb. 2: Aufbau des Messsystems im Agroforst mit selbstgebauten und kommerziellen Sensoren

2 Fragestellung

Analyse von mikroklimatischen Veränderungen mit selbstgebauten Sensoren und Referenzsensoren

„Wie genau erfassen selbstgebaute Sensoren die täglichen Schwankungen des Mikroklimas im Vergleich zu Standard-Referenzsensoren?“

3 Material & Methoden

- **Feldversuch:** 9 Wochen: 03. Mai – 09. Juli 2024
- **Standort:** In einem vier Jahre alten Alley-Cropping-System am Gladbacherhof (Mittelhessen)
- Für hohe räumliche Auflösung: 9 Messpunkte mit Messungen auf 10 cm und 100 cm Höhe
- 3 Transekte: Messpunkte in der Baumreihe und in 2,5m Abstand zu beiden Seiten der Bäume (Abb. 1)
- Referenzpunkt: Feldmitte; selbstgebaute Sensoren und kommerzielle Referenzsensoren (Abb. 1&2)

Mikroklimatische Messungen mit selbstgebauten und kommerziellen Sensoren:

- Die **Lufttemperatur** (Trockenkugelttemperatur): Thermoelementen vom Typ T gemessen (Abb. 3).
 - Die **Feuchtekugelttemperatur**: ist kontinuierlich durch einen Selbstbewässerungsdocht feucht gehalten werden (Abb. 3).
 - **Strahlung**: grüne LEDs in einem geschützten UPV-Kabelkanal verdrahtet und acht parallel geschaltete LEDs konnten so die Strahlung von 100 cm messen (Abb. 4)
- Lufttemperatur mit Standardthermometer kalibriert
→ LEDs mit extern gemessener photosynthetisch aktiver Strahlung kalibriert (Abb. 6)



Abb. 5: Kalibrierungsphase der LED-Sensoren



Abb. 6: Erster Schritt der Kalibrierung anhand einer Regressionsanalyse der selbstgebauten LEDs (7) und (8) mit den kommerziellen Strahlungssensoren (LED_PAR)

Quellen:

- [1]: Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10.
- [2]: Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(1–2), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.009>
- [3]: Jacobs, S. R., Webber, H., Niether, W., Grahmann, K., Lüttschwager, D., Schwartz, C., Breuer, L., & Bellingrath-Kimura, S. D. (2022). Modification of the microclimate and water balance through the integration of trees into temperate cropping systems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 323, 109065. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109065>

Abbildungen:

- Abb. 1: Prof. Dr. John Clifton-Brown, 2024
- Abb. 2, 3, 4, 5, 6: Patricia Leipold, 2024

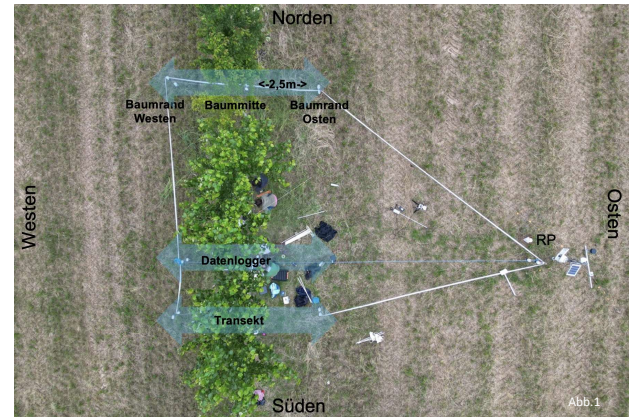


Abb. 1: Versuchsaufbau des Feldversuches in Vogelperspektive



Abb. 3: Thermoelemente zur Temperaturmessung, trocken und mit Selbstbewässerungsdocht
Abb. 4: LED-Sensoren zur Strahlungsmessung und Strahlungsschild der Temperatursensoren

4 Ergebnisse & Diskussion

- selbstgebauten Sensoren erwiesen sich als zuverlässig für die Strahlungsmessungen → die Montagesysteme müssen allerdings noch optimiert werden
- Die Thermoelemente zeigten hohe Präzision bei Temperaturänderungen von 0,1°C, aber eine Abweichung von 1–2°C zu kommerziellen Sensoren → deutet auf Probleme in der Genauigkeit der Messungen hin.
- Könnte durch Temperaturstau innerhalb der selbstgebauten Strahlungsschilde hervorgerufen worden sein.
- Die Länge der Thermoelementkabel (< 15 m) hatte keinen Einfluss auf das Messergebnis.
- Verbesserte Konstruktion sowie weitere Prüfung und Kalibrierung sind erforderlich, um Messungen zu optimieren

Schlussfolgerung:

- Eine langfristige und zugleich kostengünstigste mikroklimatische Überwachung von Agroforstsystemen ist nötig, um die Auswirkungen extremer Klimabedingungen auf Erträge und Ökosysteme in Deutschland sowie weltweit zu bewerten.
- Die hier vorgestellten Sensoren bieten ein großes Potential, diese Messungen erschwinglicher zu machen, und die Vielzahl an Messpositionen, die in einem Agroforstsystem anfallen können, zu bedienen.