

Biologische Einführungsübungen SS 2003

Lehrziel

Im Vordergrund steht ein erstes Kennenlernen einfacherer Methoden der Freilandökologie. Spezielle Methoden, wie z. B. EDV-gestützte Klimaerfassung, werden kurz vorgestellt. Das Beziehungsgefüge Klima-Boden-Pflanze soll durch experimentelle Befunde herausgearbeitet werden. Durch praktische Messungen sollen in den Bereichen **Mikroklima**, **Wasserhaushalt** der Pflanzen und **Boden** Daten gewonnen und interpretiert werden.

Mikroklima

Unter **Klima** versteht man die Witterungserscheinungen der Atmosphäre während eines größeren Zeitraumes. Das Klima beeinflusst als wichtigster abiotischer Faktor die Vegetationsentwicklung und -verteilung, den Boden und die Zusammensetzung der Tierwelt. Die **Pflanzendecke** ihrerseits beeinflusst vor allem durch eine starke Vergrößerung der Oberfläche (Einfluss auf Strahlungsbilanz, Evapotranspiration und Konvektion) das Klima. Es wird zwischen Makroklima (Großklima), Mesoklima (Gelände- bzw. Lokalklima) und Mikroklima (Kleinklima eines Bestandes oder einer Pflanze) unterschieden.

Die **Einstrahlung der Sonne** dient nicht nur als Energiequelle für alle (fast alle) Lebewesen, sondern auch für den gesamten Energiehaushalt der Pflanzendecke ($W \cdot m^{-2}$) und beeinflusst wichtige ökologische Parameter wie **Luft-** und **Bodentemperatur**, **Niederschlag**, **Luftfeuchtigkeit**, potentielle und aktuelle **Evaporation**, **Windgeschwindigkeit** und **-richtung**.

Die **kurzwellige Strahlung der Sonne** und die **langwellige Wärmestrahlung von Boden, Pflanze und Atmosphäre** (die sich aus der Umwandlung absorbierter Sonnenstrahlung ergibt) sind miteinander vernetzt. Strahlungszufuhr und -entzug im Ökosystem kommen in der **Strahlungsbilanz Q_S** zum Ausdruck:

$$Q_S = S_K + S_L \quad S_K = S_D + S_H - S_R \quad S_L = S_G - S_A$$

- Q_S = Strahlungsbilanz
- S_K = kurzwellige (ca. 300 - 3 000 nm) Strahlungsbilanz
- S_L = langwellige (ca. 3 000 - 100 000 nm) Strahlungsbilanz
- S_D = direkte Sonneneinstrahlung
- S_H = diffuse Himmelsstrahlung
- S_R = reflektierte kurzwellige Strahlung
- S_A = langwellige Wärmestrahlung der Körper (Ausstrahlung)
- S_G = langwellige Gegenstrahlung der Atmosphäre

Die Strahlungsbilanz wird im Ökosystem wirksam als:

- Evapotranspiration bzw. Kondensation (latenter Wärmestrom)
- Wärme konvektion (fühlbarer Wärmestrom) - vertikal gerichteter Wärmetransport
- Advektiver Wärmefluss - horizontal gerichteter Wärmetransport
- Bodenwärme
- Wärmespeicherung in der Pflanzendecke
- Energieumsatz von Stoffwechselprozessen wie Photosynthese und Atmung

Während des Freilandpraktikums sollen von folgenden Parametern Tagesgänge vergleichend auf der Wiese und im Wald gemessen werden:

- **Bewölkung**: Wird geschätzt (vollbedeckt = 100%, wolkenlos = 0%).
- **Windgeschwindigkeit**: Wird nach Beaufort (von 0 = Windstille bis 12 = Orkan) geschätzt.
- **Standorteinstrahlung, Reflexion** und die daraus resultierende **kurzwellige Strahlungsbilanz**: Werden in $W \cdot m^{-2}$ mittels Photodiode gemessen bzw. berechnet.
- **Luft-** und **Bodentemperatur**: Messung mittels Platindraht-Widerstandsthermometer (pt100).
- **Relative Luftfeuchtigkeit**: Kapazitive Meßmethode und Aspirationspsychrometer nach Assmann.
- **Potentielle Evaporation**: Mittels Piché-Evaporimeter wird die Verdunstung (Wasserverbrauch) in ml bestimmt. Unter Einbeziehung der Expositionszeit t und der Verdunstungsfläche A ($13,48 \text{ cm}^2$) wird die Verdunstung pro Flächen- und Zeiteinheit in $g \cdot dm^{-2} \cdot h^{-1}$ berechnet.

Demonstration: **Klimamast mit automatischer Datenerfassung** (Data Logger).

Wasserhaushalt der Pflanzen

Ohne Wasser kein Leben. Die Pflanzen bestehen zum größten Teil aus Wasser, das durch Absorption aufgenommen und durch Transpiration abgegeben wird. Die Wasseraufnahme erfolgt wegen des Verdunstungsschutzes (Cuticula, Periderm, Borke) bei höheren Landpflanzen bis auf einige Ausnahmen (Epiphyten) über die Wurzeln und den Boden. Mit dem Bodenwasser werden gelöste Nährstoffe aufgenommen. Bei der Wasserabgabe wird zwischen **stomatärer** (via Spaltöffnungen), **kutikulärer** (über Epidermis und Cuticula, relativ niedrig) und **peridermaler** (über Periderm, Borke, relativ niedrig) Transpiration unterschieden. Die Arten können in **hydrostabile** (halten Wasserbilanz weitgehend ausgeglichen: Bäume, manche Gräser, Schattenpflanzen und Sukkulenten) und **hydrolabile** (viele krautige Pflanzen sonniger Standorte) unterteilt werden.

An verschiedenen Pflanzen sollen durch Messung Tagesgänge der **Transpiration** erstellt werden. Im Idealfall ergeben sich gleichlaufend zur Einstrahlungskurve an einem Klartag eingipfelige oder zweigipfelige Transpirationskurven („Eingipfler“, „Zweigipfler“). Zudem soll der **Öffnungszustand der Spaltöffnungen** bestimmt werden.

Zur Bestimmung der **Transpiration nach der Wägemethode** wird ein Blatt abgeschnitten, gewogen (Frischgewicht FG), eine genau bemessene Zeit (t) exponiert und anschließend wieder gewogen (Endgewicht EG). Die Berechnung der

$$\text{Transpiration in \% Frischgewicht} = \frac{\text{FG} - \text{EG}}{\text{FG} \cdot t} \cdot 100$$

ermöglicht eine rasche Abschätzung und gewährleistet gleichzeitig eine Kontrolle.

Zur Berechnung der Transpiration bezogen auf die Blattfläche ist zuvor die Ermittlung der Blattfläche A mittels Planimeter notwendig.

$$\text{Transpiration in g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{(\text{FG} - \text{EG in mg}) \cdot 6}{2A \text{ in cm}^2 \cdot t \text{ in min}}$$

Die so kalkulierten Transpirationswerte sollen mit der potentiellen Evaporation sowie den erfaßten kleinklimatischen Parametern verglichen werden.

Einen einfachen, raschen Hinweis auf den **Öffnungszustand der Spaltöffnungen** vermittelt die **Infiltrations-Methode** (PAX). Die verwendeten Flüssigkeiten Paraffin, Alkohol und Xylol dringen auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften verschieden rasch in das Blatt ein. An einem intakten Blatt wird auf der Blattunterseite das Eindringen folgendermaßen bewertet: 0 kein Eindringen, 1 punktuell nach 1 Minute, 2 punktuell sofort, 3 fleckig nach 1 Minute, 4 fleckig sofort, 5 flächig nach 1 Minute, 6 flächig sofort. Von den einzelnen Werten wird sodann die Infiltrationssumme gebildet.

Zur Bestimmung des Diffusionswiderstandes und der Transpiration werden heute auch porometrische Verfahren angewendet, die, im Gegensatz zur Wägemethode, nicht destruktiv sind. Die Messung der Evapotranspiration (Verdunstung des Bodens und Transpiration der Pflanzendecke) und der Konvektion kann über die Bowen-Ratio-Methode (über Temperatur- und Luftfeuchtgradienten) oder die Eddy-Correlation-Methode (über Windgeschwindigkeit, Temperatur und Luftfeuchtigkeit) erfolgen. Zum Verständnis des Wasserhaushaltes der Pflanze trägt auch die Bestimmung des Xylem-Wasserpotentials nach der Druckkammermethode bei. Diese Methoden seien erwähnt, sind aber in der Anwendung Spezialübungen vorbehalten.

Boden

Mit Hilfe eines Bodenbohrers werden **Bodenprofile** (siehe Bodenhorizonte) gezogen und in verschiedenen Tiefen der **pH-Wert** (potentielle Acidität mit KCL-Auszug) mittels Universalindikator und der **Totalwassergehalt** mittels 'Abtrennmethode' bestimmt. Die **Korngrößenverteilung** (in Gramm bzw. Prozent) in Spatentiefe wird durch Sieben ermittelt (Bodengerüst: Korngröße über 2 mm, Feinboden: Korngröße unter 2 mm).

Bodenhorizonte:

- O organischer Horizont auf dem Mineralboden aufliegend
- A humoser bzw. eluierter Mineralhorizont
- B Mineralhorizont im Unterboden, Verwitterung, Verlehmung bzw. Anreicherung
- C Ausgangsgestein
- Y künstlich geschaffene Aufschüttungen
- M als Hochflutablagerung sedimentiertes Material erodierter Böden z. B. in Auen

Literatur

- EIMERN J. & HÄCKEL H., 1984: Wetter- und Klimakunde. Ulmer, Stuttgart.
- HALL D. O. et al., 1993: Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. Chapman & Hall, London.
- LARCHER W., 1994: Ökophysiologie der Pflanzen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- ODUM E. P., 1983: Grundlagen der Ökologie. Thieme, Stuttgart.
- SCHAEFFER F. & SCHACHTSCHABEL P., 1976: Lehrbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart.
- STUEBING L. & FANGMEIER A., 1992: Pflanzenökologisches Praktikum. Ulmer, Stuttgart.