

Inhaltsverzeichnis

Teil I Einführung	1
1 Ökologie, Standort, Arbeitsfelder, Konzepte	3
1 Der Begriff Ökologie	4
2 Der Standort als kleinste ökologische Einheit	7
2.1 Die abiotischen Faktoren	10
2.2 Die biotischen Faktoren	11
2.3 Die Pflanze	11
3 Arbeitsfelder und Vorgehen experimenteller Ökologie	14
3.1 Die physiografische und biologische Erfassung des Standortes	15
3.2 Faktorenanalyse	17
3.3 Verifizierung	19
4 „Philosophie“ der experimentellen Pflanzenökologie	21
Literatur	26
Teil II Strahlung und Temperatur	27
2 Qualitäten, Quantitäten und Gesetzmäßigkeiten der Strahlung	29
1 Strahlungsgesetze	30
1.1 Schwarze Körper	31
1.2 Stefan-Boltzmann-Gesetz	33
2 Sonnenstrahlung	36
3 Langwellige thermische Strahlung	41
4 Messprinzipien, Einheiten	44
4.1 Photosynthetisch aktive Strahlung	44
4.2 Globalstrahlung	46
4.3 Gesamtstrahlung	47
Literatur	48
3 Wärme und Temperatur – Messung und Temperierung	49
1 Energie, Temperatur und spezifische Wärme	50
2 Wärmeübertragung	52

3	Methoden der Temperaturmessung	53
3.1	Flüssigkeitsthermometer	54
3.2	Infrarotthermometer	55
3.3	Widerstandsthermometer und Thermoelemente	55
3.3.1	Widerstandsthermometer	55
3.3.2	Thermoelemente	57
4	Beispiele von Thermoelementmessaanordnungen	60
4.1	Beispiel 1: Die Thermoelementanordnung im Xylemflussmesser nach Cermak und Kucera	61
4.2	Beispiel 2: Das isopiestiche Psychrometer nach Boyer und Knipling	63
5	Wärmeaustausch mittels Peltier-Elementen	64
	Literatur	66
Teil III Luft und Wind		67
4	Allgemeine Gasgesetze – Grundlagen ökophysiologischer Messung	69
1	Luft – ganz allgemein betrachtet	70
2	Satz des Avogadro	72
3	Boyle-Mariotte-Gesetz	73
4	Gay-Lussac-Gesetz	74
5	Allgemeines Gasgesetz	74
6	Ideale und reale Gase	76
7	Dalton-Partialdruckgesetz	77
8	Barometrische Höhenformel	77
9	Diffusionsgesetze	79
	Literatur	85
5	Atmosphäre und ihre Gase – Messung in Luft und Wasser	87
1	Gase und Pflanzenphysiologie, eine kurze Einführung	88
2	Löslichkeit von Gasen	89
3	CO ₂ -Messung in Luft	94
4	O ₂ -Messung in Luft	98
	Literatur	99
6	Bewegte Luft – Wind, Grenzschicht, Konvektion und deren Bestimmung	101
1	Wind	102
2	Luftgrenzschicht	102
3	Definition der Konvektion	104
4	Ökologische Bedeutung von Grenzschicht und Konvektion in Blättern	108
5	Methoden der Windmessung	111
	Literatur	113

Teil IV Wasser als physikalisch-chemische Substanz	115
7 Wasser in seinen drei Zustandsformen – Struktur und Chemie	117
1 Einige Bemerkungen zur Molekülstruktur von H ₂ O	118
2 Wasserstoffbrückenbindung	119
3 Struktur von festem und flüssigem Wasser	122
4 Oberflächenspannung, Kohäsion, Adhäsion und Kapillareffekt	125
5 Wasser als Lösungsmittel	129
Literatur	134
8 Energetik des Wassers – chemisches Potenzial und Wasserpotenzial mit seinen Teil-Komponenten	135
1 Wasserpotenzial – eine kurze Einleitung	135
2 Gibbssche freie Enthalpie	136
3 Chemisches Potenzial	138
4 Definition des Wasserpotenzials	140
5 Druckpotenzial	143
6 Osmotisches Potenzial	146
Literatur	157
9 Physik des Wasserdampfes – Luftfeuchte und Wasserdampfgradienten	159
1 Phasendiagramm des Wassers	160
2 Sättigungsdampfdruck von Wasser im ökologischen Temperaturbereich	166
3 Definitionen der Luftfeuchte	169
4 Angabe der Luftfeuchte bei unterschiedlichem Luftdruck	173
5 Definitionen des Luftfeuchtedefizits und des Wasserdampfgradienten	174
6 Luftfeuchte als thermodynamische Größe	177
7 Methoden der Luftfeuchtemessung	180
7.1 Messmethoden der relativen Luftfeuchte	181
7.2 Messmethoden der absoluten Luftfeuchte	181
7.3 Messmethoden zur qualitativen Schätzung des Luftfeuchtedefizits	186
Literatur	188
Teil V Gaswechsel der Blattoorgane	189
10 Physikalische Grundlagen von Transpiration, CO₂-Aufnahme, Gasleitfähigkeiten und deren Bestimmungen	191
1 Gaswechsel – ein kurze Einführung	192
2 Transpirationsrate und Blattleitfähigkeit für Wasserdampf	196

3	Stomatäre, kutikuläre und Grenzschichtleitfähigkeit für Wasserdampf	198
4	Transpirationsrate und Blattleitfähigkeit für Wasserdampf in den neuen Einheiten	201
5	Netto-CO ₂ -Austauschrate und Blattleitfähigkeit für CO ₂	204
6	Abgeleitete Parameter aus Gaswechsellmessungen	205
7	Widerstand und Leitfähigkeit des Mesophylls während des Blattgaswechsels	210
7.1	Mesophyllleitfähigkeit für CO ₂ (^{Mes} g _{CO₂)}	211
7.2	Implikationen für die Interpretation der Photosynthese ...	212
7.3	Die ökophysiologische Dimension von ^{Mes} g _{CO₂}	214
7.4	Mechanistische Grundlagen von ^{Mes} g _{CO₂}	216
7.5	Bestimmungsverfahren von ^{Mes} g _{CO₂}	216
7.6	Praktische Relevanz	217
8	Bezugsgrößen für Gaswechsellmessungen	217
9	Zahlenbeispiel	219
	Literatur	220
11	Methoden der Gaswechsellmessung – historische und aktuelle	221
1	Momentanmethode nach Stocker	222
2	Offene und geschlossene Gaswechsellmesssysteme	222
2.1	Porometer zur Wasserdampfdiffusion	223
2.2	Systeme zur gleichzeitigen Messung der Transpirationsrate und der Netto-CO ₂ -Austauschrate	227
3	Berechnung und Korrektur von Gaswechselldaten	244
	Literatur	251
12	Ergebnisbeispiele aus Gaswechseluntersuchungen	253
1	Abhängigkeit des Gaswechsels von den Klimafaktoren	254
2	CO ₂ -Abhängigkeit des Gaswechsels	262
	Literatur	270
13	Chlorophyllfluoreszenzanalyse	271
1	Chlorophyll-Lichtabsorption, Absorptionsspektren und konjugierte Systeme	272
2	Lichtabsorptions- und Energiedissipationsvorgänge im Chlorophyllmolekül	278
3	Struktur und Funktion des Photosyntheseapparates	282
4	Schnelle und langsame Fluoreszenzinduktionskinetik – Kautsky-Effekt	288
4.1	Analyse der Fluoreszenzkinetik	289
4.2	Fluoreszenzlöschung und Elektronentransport	290
5	Chlorophyllfluoreszenzmesssysteme	296
5.1	Systeme mit kontinuierlich eingestrahltm Anregungslicht	296
5.2	Modulierte Fluorometer	297
5.3	Chlorophyllfluoreszenzbildanalyssysteme	300

6	Analyse von Fluoreszenzmessungen	302
6.1	Analyse der schnellen Kinetik	303
6.1.1	$F_0, F_V/F_M$	303
6.1.2	OJIP-Test	306
6.2	Analyse der langsamen Kinetik	309
6.2.1	Rfd -Wert	309
6.2.2	Fluoreszenzlöschungs(Quenching)-Analyse	309
6.2.3	Photosynthetische Elektronentransportrate	315
7	Anwendungsbeispiele für Chlorophyllfluoreszenzanalysen	317
7.1	Herbizidresistenz	317
7.2	Hitzestress	318
7.3	Trockenstress	321
	Literatur	324
14	Sauerstoffmessung und Analyse stabiler Isotope	327
1	Messung des Sauerstoffgaswechsels von Blattstücken	328
1.1	Polarografische Sauerstoffmessung in der Gasphase	328
1.2	Verfahren	330
1.3	Einsatzmöglichkeiten	331
2	Analyse stabiler Isotope	332
2.1	Stabile Isotope – Definition und Eigenschaften	332
2.2	Erfassung und Analytik mit Massenspektrometrie	334
2.3	Bezüge zum Gasaustausch der Blattoorgane	338
2.4	Stabile Isotope als Tracer	347
2.5	Stabile Isotope – Bedeutung in der experimentellen Pflanzenökologie	354
	Literatur	354
Teil VI	Wasser in der Pflanze	357
15	Wasserzustand der Pflanze	359
1	Wasserbilanz	360
2	Wasseraufnahme	362
2.1	Indirekte Messmethoden	362
2.2	Direkte Messmethode	364
3	Wasserzustand	366
4	Wassergehalt und daraus abgeleitete Größen	367
5	Wasserzustandsgleichung	372
5.1	Definition am Beispiel einer Einzelzelle	372
5.2	Alternative Ansätze zur Beschreibung des Wasserzustandes	374
5.3	Elastizitätsmodul und Wasserspeicherkapazität	377
5.4	Erweiterung des Modells auf Gewebe und Organe	381
6	Matrixpotenzial	382
7	Gravitationspotenzial und das Gesamtwasserpotenzial	385
	Literatur	387

16 Methoden der Wasserzustandsmessung – Kompensationsmethoden, Psychrometrie und Zelldrucksonde	389
1 Kompensationsmethode und Grenzplasmolyse	390
2 Psychrometrie	393
2.1 Psychrometer nach Richards und Ogata	395
2.2 Psychrometer nach Spanner	400
2.3 Taupunkthygrometrische Methode	401
2.4 Isopiestisches Psychrometer nach Boyer und Knipling	408
3 Zelldrucksonde nach Zimmermann und Steudle	417
Literatur	424
17 Methoden der Wasserzustandsmessung – Druckkammer und Druck-Volumen-Analyse	425
1 Druckkammermethode nach Scholander	426
1.1 Prinzip	426
1.2 Aufbau der Druckkammer	426
1.3 Theorie der Druckkammermessung	427
1.4 Fehlermöglichkeiten und Probleme bei der Messung mit der Scholander-Druckkammer	431
2 Druck-Volumen-Analyse	437
2.1 Durchführung der Messung	438
2.2 Alternative Methoden der Versuchsdurchführung	439
2.3 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	444
3 Sperry-Apparatur	456
Literatur	460
18 Wasserfernttransport in der Pflanze – Grundlagen und Messverfahren	463
1 Ferntransport des Wassers in der Pflanze	464
2 <i>Heat-pulse</i> -Methode	464
3 Prinzip der Massenflussmessung	466
4 <i>Heat-balance</i> -Methode	467
5 Thermal dissipation probe	470
6 <i>Heat-field-deformation</i> -Methode	474
7 <i>Heat-ratio</i> -Methode	477
8 <i>Thermal dissipation probe</i> mit <i>external heating</i>	480
9 Bestimmung des Xylemmassenstroms – eine physikalisch „absolute“ Methode?	482
10 Welches der dargestellten Verfahren ist zu bevorzugen?	483
11 Ausgewählte Ergebnisse	483
12 Bedeutung in der experimentellen Pflanzenökologie	485
Literatur	489

Teil VII Energieumsatz	491
19 Strahlungs- und Energiebilanz von Blättern – Blatteigenschaften im Zentrum von Strahlungsflüssen	493
1 Optische Eigenschaften der Pflanzen	495
2 Das Blatt im Zentrum von Strahlungsflüssen	499
3 Energiebilanz von Blättern	503
3.1 Wärmeleitung	504
3.2 Wärmespeicherung Q_H	504
3.3 Wärmeaustausch (Konvektion) C	505
3.4 Energieumwandlungen Q_{Ph} , Q_M und Q_{Tr}	507
4 Das Blatt im Zentrum von Energieflüssen	510
5 Modell zur Energiebilanz	513
Literatur	516
Stichwortverzeichnis	517