

F. SAUBERER - F. RUTTNER

DIE
STRAHLUNGSVERHÄLTNISSE
DER
BINNENGEWÄSSER



AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT

BECKER & ERLER KOM.-GES.

EI 13

INSTITUT F. MET. U. KLIMAT.
TECHN. HOCHSCHULE HANNOVER

40/1175

E I 13

DIE
STRAHLUNGSVERHÄLTNISSE
DER BINNENGEWÄSSER

Von

Dr. Franz Sauberer und **Prof. Dr. Franz Ruttner**

Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik, Wien

Leiter der Biologischen Station Lunz
der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft

Mit 75 Figuren und 59 Tabellen im Text



1941

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT
BECKER & ERLER KOM.-GES., LEIPZIG

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	V
I. Vom Wesen der Wärmestrahlung	1
1. Allgemeines	1
2. Die wichtigsten Eigenschaften der Wärmestrahlung	3
a) Emission	3
b) Durchlässigkeit. Absorption	3
c) Extinktion	4
d) Reflexion, Beugung und Streuung	4
e) Polarisation	4
f) Schwarze, graue und selektive Strahler	5
3. Die wichtigsten Strahlungsgesetze	5
a) Das Plancksche Strahlungsgesetz	5
b) Das Stefan-Boltzmannsche Gesetz	6
c) Das Wiensche Verschiebungsgesetz	6
d) Das Kirchhoffsche Gesetz	6
II. Die Strahlungsverhältnisse über dem Wasser	7
1. Übersicht	7
2. Die Sonnenstrahlung	8
3. Die Himmelsstrahlung	17
4. Die dunkle Gegenstrahlung der Atmosphäre	21
5. Die zusätzliche Reflexstrahlung	23
6. Die Totalstrahlung	24
7. Die Lichtstrahlung	26
8. Die Ausstrahlung	27
9. Die Reflexion der Strahlung an Wasserflächen	30
a) Die Reflexion an der Wasseroberfläche	31
b) Die kurzwellige Rückstrahlung des Wassers	36
10. Die Strahlungsbilanz der Gewässer	38
11. Die Refraktion	42
III. Die Strahlungseigenschaften des Wassers	43
1. Brechung der eindringenden Strahlung	44
2. Die Extinktion der eindringenden Strahlung	46
3. Die Zerstreuung der Strahlung im Wasser	50
4. Die Absorption der Strahlung im Wasser	54
5. Die Extinktion im reinen Wasser	54
6. Der Einfluß der Temperatur auf die Strahlungsextinktion im Wasser	59
7. Die Polarisation der Strahlung im Wasser	60

IV. Das Verhalten der natürlichen Strahlung in den Gewässern	61
1. Die auf eine horizontale Fläche fallende Strahlung. Der vertikale Extinktionskoeffizient	61
a) Nicht monochromatische Strahlung	63
b) Nicht parallele Einstrahlung	67
c) Reduktion der Transmissionswerte auf einheitliche Einstrahlungsverhältnisse	73
d) Die Extinktion in natürlichen Gewässern	75
2. Die Verteilung der Unterwasserstrahlung im Raum	78
a) Allgemeines	78
b) Die Unterlichtmessung und ihre Bedeutung	81
3. Ältere Beobachtungen über das Licht in den Gewässern	89
a) Bestimmung der Sichttiefe	89
b) Versenkte Lichtquellen	98
c) Aufsuchen der „absoluten Lichtgrenze im Wasser“ mittels photochemischer Methoden	99
V. Die tatsächlichen Strahlungsverhältnisse in den Binnengewässern	100
1. Übersicht	100
2. Die Strahlungsdurchlässigkeit der Gewässer	101
a) Die absolute Durchlässigkeit für die Totalstrahlung	101
b) Spektrale Messungen der Durchlässigkeit	103
3. Einflüsse mineralischer Trübungen und Planktonschichtungen	116
4. Die Lichtdurchlässigkeit der Fließgewässer und kleinen Wasseransammlungen	120
5. Die absoluten Beträge der Strahlung in den Gewässern	122
VI. Die Bedeutung der Strahlungsverhältnisse für das Leben im Wasser	130
VII. Die Farbe der Binnengewässer	147
1. Die wahre Farbe des Wassers	149
a) Die Farbe des reinen Wassers	149
b) Die wahre Farbe der natürlichen Gewässer	154
2. Die Reflexion an der Wasseroberfläche	158
3. Die Reflexion am Grunde der Gewässer	159
4. Die spektrale Verteilung der auf das Wasser fallenden Strahlung	160
5. Physiologische Kontrastwirkungen	161
6. Fluoreszenz	161
7. Vegetationsfärbungen	162
8. Zusammenfassung über die Farbe der Gewässer	171
VIII. Meßmethoden	174
1. Zur Methodik der Strahlungsmessungen	174
a) Kalorimetrische Methoden	175
b) Photozellen	176
c) Photowiderstände	177
d) Photoelemente	177
e) Chemisch-photographische Methoden	180

2. Strahlungsmessung über dem Wasser	182
a) Messung der direkten Sonnenstrahlung	182
b) Meßinstrumente für Sonnen- und Himmelsstrahlung	183
c) Messungen einzelner Teile des Spektrums der Sonnen- und Himmelsstrahlung	185
d) Messung der Gegenstrahlung und der Temperaturstrahlung der Wasseroberfläche	189
e) Die kurzwellige Rückstrahlungsmessung	191
f) Reflexionsmessungen	191
g) Die Strahlungsbilanzmessung	192
3. Die Messung der eindringenden Strahlung	193
a) Grundsätzliches zu Strahlungsmessungen unter Wasser	193
1. Gute Exposition in der gewünschten Lage	194
2. Einstellung der gewünschten Wassertiefe	195
3. Der Schattenfehler	195
4. Kosinusetz	197
5. Über wasserdichten Einschluß und gute Isolation	197
b) Die Methodik der Messungen unter Wasser	198
1. Photochemische Methoden	198
2. Thermometrische Methoden	200
3. Thermoelektrische Messungen	201
4. Messungen mit Photozellen	202
5. Messungen mit Photowiderständen	204
6. Messungen mit Photoelementen	204
7. Die Bestimmung der Wasserfarbe	205
8. Durchsichtigkeitsmesser und Zerstreuungsmesser	210
Literaturverzeichnis	213
Namenverzeichnis	225
Gewässerverzeichnis	229
Sachverzeichnis	231