

## Die zahlenmäßige Bedeutung von Oberlicht und Vorderlicht für die Vegetation

Von Friedrich Morton, Hallstatt

(Aus der Botan. Station in Hallstatt, Nr. 52)

Seit dem Jahre 1927 werden von mir in der Botanischen Station Tageslichtmessungen mit Graukeilphotometern durchgeführt, um das ganz eigenartige Lichtklima von Hallstatt (im oberösterreichischen Salzkammergute) zu erfassen<sup>1)</sup>. Die lichtklimatischen Verhältnisse Hallstatts werden durch die hohe Bergumrahmung bedingt. Im Osten beschränkt der Sarstein mit 1973 m den Horizont. Im Südosten haben wir den Rubenkogel (1667 m) und Hageneck (1713 m), den Däumelkogel (1996 m), Krippenstein (2105 m). Im Süden erhebt sich der Rauhe Kogel zu 1784 m und der Vordere Hirlatz zu 1934 m. Im Westen steigt, unmittelbar hinter der Station die Hohe Sieg zu 1162 an und außerdem der Plassen zu 1954 m. Die tägliche Sonnenscheindauer erfährt auf diese Weise im Mittel eine Verkürzung um 4 Stunden 45 Minuten. Im Sommer verliert der Ort 6 Sonnenscheinstunden. Bei der Station bzw. für die Station geht die Sonne um 2,45 Uhr unter! Im

---

<sup>1)</sup> Vgl. die diesbezüglichen Arbeiten: Morton, Friedrich, Messungen der photochemischen Ortshelligkeit von Hallstatt mit Eders Graukeilphotometer (Meteor. Z. 1928, Nr. 12. Aus der Bot. Station in Hallstatt, Nr. 13); derselbe, Das Lichtklima von Hallstatt im oberösterreichischen Salzkammergut [Strahlentherapie 39 (1931) 385—390. Aus der Bot. Station in Hallstatt, Nr. 26]. Umfaßt auch einen Teil der Ergebnisse auf der Zweigstation Salzberg in 1000 m Höhe; derselbe, Das Lichtklima von Hallstatt-Markt, Hallstatt-Lahn und Hallstatt-Salzberg (Strahlentherapie. 1933 46. 724—730).

Tabelle 1. Tageslichtsummen mit hori-

Tag	März		April		Mai	
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.
1.	193,50	180,0	391,5	238,3	391,5	222,65
2.	222,65	207,0	295,25	157,—	136,2	54,71
3.	222,65	136,2	222,65	207,—	295,25	110,6
4.	127,3	47,53	449,95	295,25	419,—	295,25
5.	180,0	118,4	340,15	168,5	316,3	127,3
6.	168,5	58,62	168,5	77,7	364,—	222,65
7.	89,33	44,26	419,—	207,0	419,—	222,65
8.	83,51	47,53	168,5	58,62	102,8	47,53
9.	41,32	50,81	110,6	58,62	364,—	168,5
10.	222,65	58,62	391,5	193,5	364,—	193,5
11.	256,25	136,2	364,—	238,3	256,25	110,6
12.	222,65	157,0	146,6	89,33	316,3	127,3
13.	180,0	256,25	96,06	47,53	553,4	340,15
14.	274,2	207,0	146,6	58,62	553,4	316,3
15.	256,25	207,0	340,15	136,2	553,4	295,25
16.	295,25	238,3	391,5	146,6	136,2	38,38
17.	110,6	47,53	207,0	89,33	127,3	72,58
18.	77,7	38,38	110,6	50,81	391,5	180,—
19.	207,0	96,06	193,5	58,62	419,—	256,25
20.	256,25	207,0	157,—	58,62	419,—	316,3
21.	222,65	136,2	419,—	207,0	480,9	274,2
22.	47,53	67,46	391,5	238,3	316,3	207,—
23.	222,65	136,2	340,15	207,0	238,3	110,6
24.	340,15	207,0	295,25	168,5	256,25	102,8
25.	316,3	238,3	193,5	110,6	274,2	127,3
26.	391,5	274,2	391,5	256,25	419,—	222,65
27.	340,15	207,0	364,—	222,65	419,—	193,5
28.	340,15	222,65	419,—	340,15	364,—	222,65
29.	157,—	54,71	449,95	340,15	157,—	72,58
30.	391,5	207,0	419,—	193,5	146,6	54,71
31.	256,25	193,5	—	—	—	—

Winter geht die Sonne für die Station durch 20 Tage überhaupt nicht auf. Um den 2. Januar erscheint sie (am Nordrande des Dachsteinplateaus) teilweise und nur für Sekunden. Das erstmalige Erscheinen ist nicht in jedem Jahre an denselben Tag gebunden. Da nämlich der Horizontalabstand vom Plateaurande bis zur Station 2060 m beträgt bei einer absoluten Höhendifferenz von 914 m, ergibt sich ein Einfallswinkel von rund  $5' 35''$ . Diese Zahl entspricht fast genau der Zunahme der Sonnenhöhe anfangs Januar ( $5' 52''$ ). Eine Schneelage von 4 m auf dem Plateaurande kann daher das Wiedererscheinen der Sonne um einen Tag verzögern. Es handelt sich natürlich um ein kompliziertes Phänomen, bei dem die

## zontalem und vertikalem Photometer

Juni		Juli		August		September	
Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.
340,—	155	420	295	420	225	275	125
420,—	195	315	165	210	145	275	165
210,—	96	135	73	83	41	420	195
365,—	145	480	195	78	27	240	127
365,—	195	420	195	51	24	365	225
240,—	390	555	225	78	47	210	55
120,—	41	155	63	210	83	420	225
96,—	83	315	96	165	63	420	225
96,—	38	240	96	365	110	365	225
390,—	195	180	83	315	195	365	225
295	210	275	96	365	195	275	110
420	180	315	195	420	180	210	96
515	225	365	225	420	195	105	41
365	195	180	125	365	225	315	125
420	225	365	165	365	180	365	225
89	55	210	83	315	180	315	225
480	195	120	41	255	96	315	195
480	225	210	68	155	83	240	145
555	195	135	47	315	225	210	145
315	96	210	83	420	195	105	41
210	110	120	47	365	165	155	55
135	44	240	110	165	89	315	195
89	38	155	63	365	165	240	165
68	41	78	31	44	18	155	63
145	44	365	145	315	125	365	255
105	41	274	165	340	225	78	27
210	105	315	125	89	195	315	225
365	110	240	83	315	195	120	41
165	96	365	165	210	110	180	96
240	195	420	195	275	65	240	145
—	—	480	195	135	55	—	—

Beschaffenheit des Plateaurandes (Aufsteigen nach Süden usw.) eine große Rolle spielt.

Zur besseren Erfassung der Verhältnisse wurde oberhalb Hallstatt (im Westen) auf dem Salzberge bei 1000 m für ein Jahr eine Parallelstation errichtet und außerdem, ebenfalls für ein Jahr, eine Parallelstation unmittelbar am Nordfuß des Dachsteinstockes.

Hallstatt liegt am gleichnamigen See. Es lag nun nahe, auch den Einfluß des Sees kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde im Jahre 1932 für die Dauer der Vegetationsperiode vom 1. März bis 30. September eine Beobachtungsstation unmittelbar am See errichtet.

Sie umfaßte ein horizontal orientiertes Photometer und ein unmittelbar daneben befindliches, vertikal aufgestelltes Instrument, das genau nach Südost gerichtet war. Die Instrumente standen 2,6 m höher als der durchschnittliche Seespiegel, und hatten einen Horizontalabstand von 0,6 m vom Steilufer.

Ein Vergleich der beiden Instrumente bzw. des Vorderlichtes mit dem Oberlichte ergibt nun folgende Ergebnisse: Das Vorderlicht ist absolut und relativ konstanter als das Oberlicht. Das Vorderlicht schwankt maximal mit 34 % um den Mittelwert (148), während das Oberlicht 39 % (Mittelwert 276) aufweist.

Die Quotientenwerte ( $Q$ ) von  $\frac{\text{Vorderlicht } (V)}{\text{Oberlicht } (O)}$  zeigen einen systematischen Gang. Sie fallen vom Frühjahr zum Hochsommer von 0,68 zu 0,45 um ein Drittel und steigen im Herbst wieder an, in Abhängigkeit von der Höhe des Tagesbogens der Sonne. Der Kulminationspunkt der Sonne überschreitet  $45^\circ$  am 26. März und unterschreitet  $45^\circ$  am 16. September. Unterhalb  $45^\circ$  ist es die Vertikalfläche, die hinsichtlich der Strahlung durch die direkte Sonne sowie die hellsten sie umgebenden Himmelspartien bevorzugt wird. Oberhalb  $45^\circ$  ist es die Horizontalfläche. Wenn nur die direkte Sonne und die sie umgebenden hellsten Himmelspartien in Frage kämen, so wäre um die Mittagszeit bei  $45^\circ$  (Sonnenhöhe)  $Q = 1$ , bei  $h < 45^\circ$  wäre  $Q > 1$ , bei  $h > 45^\circ$   $Q < 1$ , unter der weiteren Voraussetzung, daß das vertikale Photometer nach Süden orientiert wäre. Das vertikale Photometer war aber nach Südost orientiert, um den Seereflex aufzufangen. Infolgedessen überstieg  $h$  bei senkrechtem Strahlenaufschlag nur während des Hochsommers  $45^\circ$ , und  $Q$  hätte fast stets Werte größer als 1 aufweisen müssen. Dies ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Es erhellt daraus vor allem die große Bedeutung der Strahlung des Gesamthimmels. Diese ist es, die den Wert des  $Q$  stets unter 1 herabdrückt. Theoretisch fällt doppelt soviel Strahlung auf die Horizontalfläche (von der Himmelshalbkugel) als auf die Vertikalfläche (von der Himmelsviertelkugel).

Des weiteren zeigt sich aber auch die geringe Bedeutung des Seereflexes, der am Standorte des Instrumentes als fast einzige von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung in Betracht kommt. Trotz der Seefläche hat aber  $Q$  nur einen mittleren Sommerwert von 0,51 (ähnlich Karlsruhe und Agra), und einen mittleren Frühjahrswert von 0,58, der sogar niedriger ist als an den beiden eben genannten Orten.

Allerdings waren die Instrumente in Karlsruhe und Agra nach Süden orientiert. Dies wird aber dadurch kompensiert, daß in Hallstatt die Oberlichtwerte durch den natürlichen Horizont stark beeinträchtigt erscheinen, was einer Bevorzugung von  $Q$  gleichkommt. Andererseits ist zu beachten, daß sich größere Bewölkungsziffern (die Beobachtungsperiode hatte eine ausnehmend schlechte Witterung) in Hallstatt für  $Q$  besonders ungünstig auswirken. Die Seereflexion spielt trotz allem eine geringe Rolle, teilweise bedingt durch die Lage der Station am Westufer. Südexposition hätte andere Werte ergeben.

Immerhin lassen sich verschiedene interessante Schlüsse ziehen. Wir sehen, daß durchschnittlich 148 Lichteinheiten (Vorderlicht) pro Tag den Pflanzen zur Verfügung stehen. Diese kommen in erster Linie  $\pm$  vertikal gestellten Organen, also beispielsweise den Stengeln krautiger Pflanzen zugute. Wir sehen ferner aus den Tab. 3 und 4, daß die Lichtmengen einerseits und ihr Verhältnis zum Oberlicht in weiten Grenzen schwanken.

Tabelle 2  
Monatliche Mittel

Monat	Oberlicht	Vorderlicht	Quotient = $\frac{V}{O}$
März 1932	225	149	0,68
April	293	164	0,54
Mai	333	177	0,51
Juni	277	139	0,52
Juli	279	127	0,45
August	258	136	0,56
September	266	147	0,53
Mittel	276	148	0,54

Bei stärkerer Strahlung wächst der Anteil des Vorderlichtes. Wenn wir aus den Maximalwerten von  $O$  und  $V$  die Quotienten berechnen, so fallen auch sie wesentlich höher aus als aus den Mittelwerten. Ebenso sind die Quotienten in Tab. 3 viel größer als in Tab. 4 und größer als in Tab. 2. An hellen Tagen ist das Vorderlicht gerade im Frühjahr und Herbst relativ groß, im Sommer aber das Oberlicht. Dies gilt für wolkenlose

Tabelle 3  
Monatliche Maxima

Monat	Oberlicht	Vorderlicht	Quotient = $\frac{V}{O}$
März 1932	392	274	1,42
April	450	340	0,93
Mai	553	340	0,76
Juni	555	390	0,86
Juli	555	295	0,70
August	420	225	0,71
September	420	255	0,71

und für bewölkte Tage. Im März und September steigen Quotienten und Helligkeiten gleichzeitig, im Juni, Juli und August steigen die Helligkeiten mit fallenden Quotienten, und April und Mai erscheinen als Übergangsmomente.

Darin ist eine spezielle Eigentümlichkeit des Hallstätter Lichtklimas zu erblicken und ist durch den natürlichen Horizont bedingt. An Einsteigen

der Werte der Horizontalfläche sollte mit einer Abnahme von  $Q \left( = \frac{V}{O} \right)$  einhergehen. Jedoch entspricht dies nicht den Tatsachen. Die  $O$ -Werte steigen vom 4. April ab stark an und fallen vom 7. September an plötzlich stark ab. Die Ursache liegt darin, daß die Horizontalfläche dann aus dem breiten Echerntale, das sich als U-Tal weit nach Westen zieht, am Nachmittage bestrahlt wird. Die Station am Seeufer war so gewählt, daß sie gerade an der Mündung dieses Tales lag. Die im Bereiche des Echerntales und insbesondere in dessen nördlichem Teile gelegenen Örtlichkeiten genießen sowohl mehr diffuses Licht als auch (im Sommer) Nachmittags-sonne. In der Zeit vom 4. April bis 7. September nähern sich daher die Lichtverteilungsverhältnisse auf  $O$  und  $V$  den bei freiem Horizonte

Tabelle 4  
Monatliche Minima

Monat	Oberlicht	Vorderlicht	Quotient = $\frac{V}{O}$
März 1932	41,3	44,3	0,26
April	96,1	47,5	0,30
Mai	102,8	38,4	0,28
Juni	68	38	0,30
Juli	78	31	0,30
August	44	18	0,30
September	78	41	0,26

geltenden. Nicht nur an heiteren sondern auch an stark bewölkten Tagen ( $B_5$ — $B_7$ ) haben wir den der Wachstumsperiode im Frühjahr weniger ungünstigen Einfluß des natürlichen Horizontes auf das Vorderlicht.

Die monatlichen Maxima finden wir nicht bei wolkenlosem Himmel, sondern bei dauernd freier Sonne und einigen hellen Wolken. Dabei erhöht sich  $Q$ . Es kommt der Helligkeitszuwachs mehr dem Vorderlicht als dem Oberlicht zugute.

Die außerordentlich ungünstige Witterung während der Beobachtungsmomente im Jahre 1932 ergab eine große Zahl von Tagen, die ganz ohne Sonne blieben. Die Wolkendecken sind im März und April dichter und lichtabsorbierender als im September, es liegen daher die Oberlicht- und die Quotientenwerte tiefer als im September. Es handelt sich hier um jene verhältnismäßig seltenen Fälle einer Wolkendecke ohne Nebel und Niederschlag. Wolkendecken ( $B_{10}$ ) bei gleichzeitigem Regen oder Nebel sind viel häufiger. Im Sommer ist fast immer das letztere der Fall. Wir finden dann die niedrigsten  $O$ -Werte und  $Q$ -Werte im Sommer. Die absolut dunkelsten Tage, insbesondere des Vorderlichtes, fallen in den Hochsommer (Tab. 4). Solche Tage sind nicht selten. Eine Kompensation erfolgt durch die eigentlich seltenen Höchstwerte und auch nur kaum bis zur Höhe des April- und Septembermittels (Tab. 2). Allerdings dürfen diese Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Das Wetter im Juni und Juli 1932 war extrem schlecht. In Davos liegen die absoluten

Minima während der ganzen Jahresperiode im Sommer. Hier setzt der Schnee nicht so früh ein, und außerdem ist die winterliche Wolken- und Nebeldecke dicker.

Die niedrigsten Werte, die auch sehr niedrige Quotienten zeigen, so daß also das Vorderlicht sehr leidet, finden wir bei B<sub>10</sub> und gleichzeitigem Nebel und Regen. Nebel mit B<sub>10</sub> ohne Regen scheint manchmal nur das Vorderlicht zu erhöhen, insbesondere bei hoher Sonne. Bricht die Sonne allmählich durch, so steigen die Werte an trotz anhaltender leichter Nebel. So finden wir z. B. im Mai einen Tag, an dem die Werte

Tabelle 5  
 Quotienten =  $\frac{\text{Vorderlicht}}{\text{Oberlicht}}$  für die Monate März bis  
 September 1932

Tag	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.
1.	0,93	0,61	0,57	0,46	0,70	0,54	0,45
2.	0,93	0,53	0,40	0,46	0,52	0,69	0,60
3.	0,61	0,93	0,37	0,46	0,54	0,49	0,46
4.	0,37	0,66	0,70	0,40	0,41	0,35	0,53
5.	0,66	0,50	0,40	0,53	0,46	0,47	0,62
6.	0,35	0,46	0,61	1,63	0,41	0,60	0,26
7.	0,50	0,49	0,53	0,34	0,41	0,40	0,54
8.	0,57	0,35	0,46	0,86	0,30	0,38	0,54
9.	1,23	0,53	0,46	0,40	0,40	0,30	0,62
10.	0,26	0,49	0,53	0,50	0,46	0,62	0,62
11.	0,53	0,65	0,43	0,71	0,35	0,53	0,40
12.	0,70	0,61	0,40	0,43	0,62	0,43	0,46
13.	1,42	0,49	0,61	0,44	0,62	0,46	0,39
14.	0,76	0,40	0,57	0,53	0,69	0,62	0,40
15.	0,81	0,40	0,53	0,54	0,45	0,49	0,62
16.	0,81	0,37	0,28	0,62	0,40	0,57	0,71
17.	0,43	0,43	0,57	0,41	0,34	0,38	0,62
18.	0,49	0,46	0,46	0,47	0,32	0,54	0,60
19.	0,46	0,30	0,64	0,35	0,35	0,71	0,69
20.	0,81	0,37	0,76	0,30	0,40	0,46	0,39
21.	0,61	0,49	0,57	0,52	0,39	0,45	0,35
22.	1,42	0,61	0,65	0,33	0,46	0,57	0,62
23.	0,61	0,61	0,46	0,43	0,41	0,45	0,69
24.	0,61	0,57	0,40	0,60	0,40	0,41	0,41
25.	0,75	0,57	0,46	0,30	0,40	0,40	0,70
26.	0,70	0,65	0,53	0,39	0,60	0,66	0,35
27.	0,61	0,61	0,46	0,50	0,40	2,19 ?	0,71
28.	0,65	0,81	0,61	0,30	0,35	0,62	0,34
29.	0,35	0,76	0,46	0,58	0,45	0,52	0,53
30.	0,53	0,46	0,37	0,81	0,46	0,60	0,60
31.	0,76	—	0,46	—	0,41	0,41	—

von 105 auf 415 ansteigen usw. Vorderlicht und Oberlicht nehmen in der leichten Nebelhülle einander proportional zu,  $Q$  bleibt unverändert. Mannigfachste Wirkungen üben natürlich die oft sehr nahen Strichregen aus.

Der Wechsel der Reflexion im Zusammenhang mit fehlender oder vorhandener Wellenbewegung und der Wellenrichtung kann aus dem Beobachtungsmateriale nur andeutungsweise festgestellt werden.

Jedenfalls geht aus dem Beobachtungsmateriale der sieben Monate (Photometerstation am Seeufer und unweit davon gelegene meteorologische Beobachtungsstation mit Thermohygrographen usw.) die Bedeutung des Vorderlichtes für die Hangvegetation der am Westufer des Sees gelegenen Berge sowie die wechselnden und für Hallstatt spezifischen Größenverhältnisse deutlich hervor. Der Einfluß des Vorderlichtes auf die Vegetation wurde bisher nur bei Höhlenpflanzen und bestimmten ausgewählten Arten untersucht. Die vorliegende Arbeit sollte die physikalischen Grundlagen zur Erfassung der Bedeutung des Vorderlichtes für die Hangvegetation überhaupt an einem Seeufer schaffen.

Die Wartung der Seestation hatte in freundlicher Weise Herr Fischmeister Karl Höplinger übernommen, wofür auch hier in verbindlichster Weise gedankt sei.

Auch diesmal hatte Herr Prof. Dr. Dr. C. Dorno (Davos-Platz) die große Freundlichkeit, das Material durchzusehen und mir als erste Autorität auf dem Gebiete der Himmelsstrahlung seine reichen Erfahrungen zur Verfügung zu stellen. Es sei auch hier verbindlichst gedankt. Großen Dank schulde ich auch dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium in Davos-Platz, das mir eine Reihe von Instrumenten für vorliegende Untersuchung leihweise zur Verfügung stellte.

### Mammato-Bildung an Zirren

Von G. Schindler, Meteorolog. Station Podersam (Böhmen)

Unter diesem Titel berichtete Privatdozent G. Bauman vom Meteorologischen Institut der Universität Riga im Jahre 1927<sup>1)</sup> über eine „ganz ungewöhnliche Art von Ma-Cu“. Da ich am 17. März 1934 hier ebenfalls die seltene Form der Ma-Ci sah — ich möchte sie wie Herr Bauman auch lieber so bezeichnen, als sie Ma-Cu nennen, weil sie sich wesentlich von der zuletzt genannten Art unterscheiden —, so will ich im folgenden darüber berichten.

An dem genannten Tage zeigten sich gegen 10 Uhr vormittags bei leicht bewölktem Himmel (4<sup>o</sup> bei Ci und Ci-St) zuerst außerordentlich gut ausgeprägte „Polarbanden<sup>2)</sup>“, hernach gleichzeitig mit ihnen die

<sup>1)</sup> Meteor. Z., 44. Jhg., Heft 11. Siehe auch die Mitteilung R. Sürings in Meteor. Z., 42. Jhg., S. 370.

<sup>2)</sup> „Die Himmelswelt“, 34. Jhg., Heft 11/12: Osthoff, „Das Rätsel der Polarbanden“ und „Das Wetter“, 50. Jhg., Heft 9: G. Schindler, „Polarbanden, Ringerscheinungen, gute Sicht und nachfolgendes Wetter“.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt](#)

Jahr/Year:

Band/Volume: [052](#)

Autor(en)/Author(s): Morton Friedrich

Artikel/Article: [Die zahlenmäßige Bedeutung von Oberlicht und Vorderlicht für die Vegetation, \(Aus der Botan. Station in Hallstatt, Nr. 52\), Zeitschr. für angewandte Meteorologie 51, Heft 4: 127-134 1-8](#)