



Hellmann

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

G. Hellmann

Nr. 303

Abhandlungen Bd. VI

Himmelselligkeit, Himmelspolarisation
und Sonnenintensität in Davos 1911 bis 1918

von

C. Dorno

Mit 26 Tafeln und 68 Tabellen

Berlin 1919
Behrend & Co.

Register.

	Seite
Vorbemerkung	III—V
Inhaltsverzeichnis	VII—XII
Tabellenübersicht und Texttabellen	XII—XV
Figurenübersicht und Textfiguren	XV—XVI

Himmelshelligkeit und Himmelpolarisation.

Einleitung	3— 6
Instrumentarium und Methoden	6—19
Beleuchtungsstärke der Horizontalfläche	6— 7
Relative und absolute Flächenhelligkeit i_g, i_1, i des Himmels und die Polarisationsgröße $\frac{i_1}{i}$	7—11
Flächenhelligkeit i_g in unmittelbarer Sonnennähe	11—14
Neutrale Punkte. Lage der Polarisationssebene	14
Polarisationsgröße	14—15
Strahlungsintensität der Sonne und des Himmels im Blauviolett und Ultraviolett	15—16
Wärmestrahlung der Atmosphäre	16
Bodenreflex, Vorder- und Unterlicht	16—17
Albedo des Luftplankton	17—19
Beobachtungsprogramm und Beobachtungsmaterial	19—22
Sonnenvertikal.	
Außerhalb des Sonnenvertikals.	
Zenit.	
Rings um die Sonne.	
In verschiedenen Farben.	
In unmittelbarer Sonnennähe.	
Erdbodenalbedo.	
Albedo des Luftplankton, ultraviolette und Wärmestrahlung des Himmels, Sonnenintensität, Ozon- gehalt der Luft.	
Die Art der Verwendung des Beobachtungsmaterials	22—29
Helligkeitsverteilung und Polarisationsgröße	22—24
Jahresmittel der relativen Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals.	
Jahresmittel der Polarisationsgröße $\frac{i_1}{i}$ des Sonnenvertikals.	
Jahreszeitenmittel von relativer Helligkeit und Polarisationsgröße des Sonnenvertikals.	
Jahresmittel von relativer Helligkeit und Polarisationsgröße außerhalb des Sonnenvertikals.	
Absolute Helligkeit	24—29
Jahresmittel der absoluten Helligkeit i_g, i_1, i des Zenits.	
Jahresmittel und Jahreszeitenmittel der absoluten Helligkeit des Sonnenvertikals.	
Jahresmittel der absoluten Helligkeit außerhalb des Sonnenvertikals.	
Vergleich der direkt gemessenen und der aus der Helligkeit der einzelnen Himmelspunkte ab- geleiteten Beleuchtungsstärke der Horizontalfläche.	
Die Helligkeit in unmittelbarer Sonnennähe (photometrisch und photoelektrisch gemessen).	
Vergleich der Helligkeit der Sonne und des Himmels.	

Vergleich der blauviolettten Strahlung der Sonne und des Himmels.	
Vergleich der Strahlungsmenge der Sonne und der 10° und 3.5° um sie laufenden Himmelszone.	
Vergleich normaler und gestörter Zeiten.	
Monatsmittel der Helligkeit und der Polarisationsgröße des Zenits und des 90° von Sonne im Sonnenvertikal liegenden Punktes.	
Desgleichen während der Dämmerung.	
Die Lage der Polarisationssebene.	
Erdbodenalbedo, Luftplanktonalbedo, ultraviolette Himmelsstrahlung, Sonnenintensität, Ozonmessungen.	
Schlußbemerkung über „Ausgleichungen“.	
Die Beobachtungsergebnisse	29-231
Disposition	29-30
I. Normalwerte	30-148
1. Helligkeitsverteilung am Himmel nach Azimut und Höhe	30-45
A. Außerhalb der 10° um Sonne laufenden Zone	30-38
Im Sonnenvertikal i_g, i_1, i Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel und Tagesgang.	
Außerhalb des Sonnenvertikals i_g, i_1, i .	
Im Blauviolett innerhalb und außerhalb des Vertikals.	
B. In der 10° um Sonne laufenden Zone i_g	38-44
Einfluß von Sonnenhöhe, Wolken- und Jahreszeit.	
Photometrische Bestimmungen.	
Photoelektrische Bestimmungen.	
Verhältnis der Werte oberhalb : neben : unterhalb Sonne.	
i_1 und i .	
C. Am Gesamthimmel	44-45
Im Helligkeitsspektrum.	
Im Blauviolett.	
2. Die absolute Helligkeit in sekundären Einheiten	46-62
A. Des Himmels außerhalb der 10° um Sonne laufenden Zone	46-52
Zenit i_g, i_1, i Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel und Tagesgang.	
Sonnenvertikal i_g, i_1, i Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel.	
Innerhalb und außerhalb des Sonnenvertikals.	
B. Des Himmels in der 10° um Sonne laufenden Zone	52-54
Einfluß von Sonnenhöhe und Wolken.	
Flächenhelle der Sonne und der ihr nächsten Himmelspunkte.	
C. Der Sonne, des Gesamthimmels und einiger ausgewählter Himmelszonen	54-62
Vergleich der direkt gemessenen und der aus der Helligkeit der einzelnen Himmelspunkte abgeleiteten Beleuchtungsstärke der Horizontalfläche.	
Strahlungsmenge der Sonne und des Himmels und ihre Anteile an der Beleuchtung der Horizontalfläche.	
Größe der Fehler, welche bei Messungen der direkten Sonnenstrahlung durch ein mitstrahlendes anstoßendes Himmelsstück entstehen.	
3. Orientierung der Helligkeitswerte nach dem Koordinatensystem, welches die Sonne zum Pol hat	62-77
Ableitung und Charakterisierung der „Dunkellinie“, „Sonnenrégion“, „Gegenregion“	62-67
Konstruktion und Eigenschaften der Dunkellinie i_g .	
Lage, Gestalt, Länge, absolute Helligkeit und Helligkeitsgradient der Dunkellinie i_g in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe.	
Dunkellinie i_1 und i .	
Die Helligkeitswerte auf den Hauptkreisen und Parallelkreisen	68-77
Der Helligkeitsgradient auf den Hauptkreisen.	
Der Helligkeitsgradient auf den Parallelkreisen.	
Gesetz über die Helligkeit i_1 an den Schnittpunkten von Haupt- und Horizontalkreisen.	
Die auf Grund desselben konstruierte Kurve der mittleren Helligkeit i_1 der Horizontalkreise.	
Die Kurve der mittleren Helligkeit i und i_g der Horizontalkreise.	

Die Reichweite und Größe der Wirkung der durch Beugung, Brechung, Reflexion abgelenkten Sonnenstrahlen. Beziehung zwischen Parallelkreisen und Schichtdicken.	
Zusammenfassung	78— 83
Vergleiche mit den Befunden anderer Orte	83— 92
Wilh. Schramms Messungen der Helligkeitsverteilung am Himmel in Kiel.	
Heinr. Diercks Messungen der Helligkeit des Himmels in unmittelbarer Sonnennähe in Kiel.	
Chr. Wieners Messungen der Helligkeitsverteilung am Himmel in Karlsruhe.	
H. Wilds Messungen der Helligkeit von Sonne und Himmel in Petersburg.	
C. G. Abbots pyrheliometrische Messungen der Strahlungsintensität der Sonne und des Himmels.	
Die Registrierungen der Strahlungsintensität des Himmels mit dem Callendar-Pyrheliometer auf Mt. Weather.	
4. Die Polarisationsgröße $\frac{1}{i}$	93—127
A. Zenit	93— 96
Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel.	
Tagesgang.	
B. Sonnenvertikal.	96—106
Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel.	
Tagesgang.	
C. Gesamthimmel	106—117
a) Nach dem Sonnenkoordinatensystem.	
Jahresmittel.	
Jahreszeitenmittel.	
Bodenbedeckung.	
b) Nach Azimut und Höhe.	
D. Farbige Polarisation des Gesamthimmels	117—125
Beobachtungen mit Cornus Polarimeter.	
Beobachtungen mit Webers Polarimeter und Himmelslicht als Vergleichslicht.	
Beobachtungen mit Webers Polarimeter und künstlichem Licht als Vergleichslicht.	
Zusammenfassung.	
E. Vergleich zwischen Webers und Cornus Polarimeter	125—127
5. Die Lage der Polarisationsebene	127—148
A. Die Ermittlung der Neutrallinien	128—142
Berechnung des theoretischen Verlaufs der Neutrallinien.	
Vergleich des beobachteten und des theoretischen Verlaufs.	
Harmonie der gegenüberliegenden Quadranten.	
Wirkung des natürlichen Horizonts, Schneelage, scheinbaren Horizonts, meteorologischen Faktoren, optischen Störungen.	
Erscheinungen während der Dämmerung.	
Vergleich mit Beobachtungen aus Potsdam und Bremen.	
Berechnung des maximalen Drehungswinkels der Polarisationsebene und der bei Einstellung in die Ebene Visierlinie/Sonne eingehenden Fehler.	
Verlagerung der neutralen Punkte unter der Wirkung des natürlichen Horizonts.	
Zusammenfassung.	
B. Die Ermittlung der Polarisationsebene	142—148
Größe der Abweichungen von der Ebene Visierlinie/Sonne.	
Sinn der Abweichungen.	
Wirkung des natürlichen Horizonts.	
Die Polarisationsebene in nächster Sonnennähe.	
Zusammenfassung.	
Einige Versuche in farbiger Polarisation.	

	Seite
II. Die Einzelbeobachtungen der Periode 1911—1918	148—231
1. Die Helligkeit und Polarisationsgröße am wolkenfreien Himmel	148—181
A. Die Helligkeit und Polarisationsgröße des Zenitpunktes	148—165
Im optisch ungestörten Jahre 1915	148—155
Am Tage.	
Während der Dämmerung.	
Helligkeit in Weiß, Grün und Rot, Beziehung zum Purpurlicht.	
Inwieweit ist es berechtigt, den Helligkeitsäquivalenzwert aus dem Grünlicht und Rotlicht abzuleiten?	
Erklärung.	
Polarisationsgröße.	
In der optisch gestörten Periode 1912—1914	155—158
Beschreibung.	
Erklärung.	
Beziehung zwischen Helligkeit, Farben, Purpurlicht und Polarisationsgröße.	
In der optisch gestörten Periode Mitte 1916 bis Anfang 1917	159—162
Beschreibung.	
Erklärung.	
Beziehung zwischen Helligkeit, Farben, Purpurlicht und Polarisationsgröße.	
Vergleich der normalen Helligkeit und Polarisationsgröße des Zenits von Kiel und Davos und der Polarisationsgröße von Washington und Davos in gestörter Zeit	162—165
B. Die Helligkeit und Polarisationsgröße des Sonnenvertikals	165—176
Im optisch ungestörten Jahre 1915	165—169
Einfluß der meteorologischen Elemente und der Bodenbedeckung.	
Das Extrem der Permeabilität des Davoser Himmels.	
Die Polarisationsgröße des in 90° Sonnendistanz liegenden Punktes.	
In der optisch gestörten Periode 1912—1914	169—175
Helligkeitsverteilung.	
Bishopring.	
Absolute Helligkeit.	
Änderung der Helligkeit des gesamten Himmelslichtes und seiner spektralen Zusammen- setzung.	
Die Einzelkomponenten und die Polarisationsgröße.	
Erklärung.	
In der optisch gestörten Periode Mitte 1916 bis Anfang 1917	175—176
C. Die Helligkeit und Polarisationsgröße am Gesamthimmel	177—179
Im optisch ungestörten Jahre 1915	177
In der optisch gestörten Periode Mitte 1916 bis Anfang 1917	177
D. Die Helligkeit in unmittelbarer Sonnennähe	179—181
Im optisch ungestörten Jahre 1915	179
In der optisch gestörten Periode 1916—1917	179
2. Die Lage der neutralen Punkte am wolkenfreien Himmel	181—203
Einleitung	181—182
A. Beobachtungen während der Dämmerung	182—191
In optisch ungestörter Zeit (Herbst 1911 bis Frühjahr 1912 und 1915)	183
In der optisch gestörten Periode 1912/14	186
In der optisch gestörten Periode Mitte 1916 bis Anfang 1917	190
Im Herbst 1917 und 1918	191
B. Beobachtungen am Tage	191—193
C. Erklärungen	193—200
In ungestörter Zeit	193
In der Störungsperiode 1912/14	197
In der Störungsperiode Mitte 1916 bis Anfang 1917	198
D. Schlußbemerkungen zu den Störungserscheinungen aus der gesamten Berichtsperiode 1911—1918	200—203

	Seite
3. Der Einfluß der meteorologischen Elemente auf Helligkeit und Polarisation	203—213
A. Bei wolkenlosem Himmel und wechselnder Durchlässigkeit der Atmosphäre	203—204
B. Bei gleichmäßig bedecktem Himmel	204
C. Bei freier Sonne und teilweise bedecktem Himmel	205—211
Flächenhelle der Wolken	205
Polarisation der Wolken	207
Lage der Polarisationsebene	207
In der Nähe der Wolken.	
Auf den Wolken.	
Verschiebung der Neutrallinie und der neutralen Punkte	210
D. Beobachtung von Einzelphänomenen	211—212
Sonnenfinsternis, Regenbogen, Halo.	
E. Wetterprognose und Wetterstürze im Zusammenhange mit Änderungen der hohen Störungsschicht	212—213
4. Nebenbestimmungen	214—231
A. Erdbodenalbedo, Flächenhelle des natürlichen Horizonts, Vorderlicht	214—219
Erdbodenalbedo, Eigenfarbe und Lichtdurchlässigkeit des Schnees	214
Flächenhelle des natürlichen Horizonts	217
Vorderlicht	218
B. Albedo des Luftplanktons	219—221
C. Die ultraviolette Himmelsstrahlung	221—230
Beobachtungsmaterial und Art seiner Verwendung	221
Die ultraviolette Bestrahlung der Horizontalfäche durch Sonne (S), Himmel (d), Sonne und Himmel ($S + d$) und das Verhältnis $\frac{S}{d}$	223
Die ultraviolette Intensität der etwa 30° um den Zenitpunkt laufenden Himmelszone	225
D. Die Wärmestrahlung der Atmosphäre	230—231
Theoretischer Teil	231—264
Vergleich der Beobachtungsergebnisse mit Rayleighs und Soret's Theorie und Betrachtungen über die Extinktion	231—235
Die Lage der Dunkellinie der Komponente i_1 .	
Abweichungen von i_1 , welche auf Extinktion beruhen.	
Die unter denselben Einflüssen viel größeren Abweichungen bei i und i_g .	
Abweichungen als Folgen der für i_1 gefundenen Gesetzmäßigkeiten über die Helligkeit auf den Hauptkreisen, auf den Parallelkreisen.	
Die Extinktion	235—243
Orientierende Berechnungen der Extinktion von i_1 .	
Grundzüge für die Extinktion von i .	
Der Einfluß der Lage des anvisierten Punktes zum übrigen Himmel auf i .	
Andere für i_1 und i verschiedene Einflüsse.	
Die Extinktion von i_g .	
Die farbige Polarisation (in Grün und Rot).	
Verbleib des durch Extinktion verloren gehenden Lichtes.	
Anteil der durch Beugung, spiegelnde Reflexion und Brechung abgelenkten Sonnenstrahlen an der Erleuchtung des Gesamthimmels	243
Wirkung der meteorologischen Faktoren	246
Ursachen der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes	246
Ursachen, aus welchen das Verhältnis $\frac{\text{Polarisationsgröße}}{\text{Helligkeit}}$ nicht ein konstantes sein kann	249
Schlußfolgerung auf die Himmelpolarisation der Ebene	251
Gibt es für die polarisierende Wirkung der Luft ein Maximum, Minimum und Optimum der Schichtdicke?	251
Verhältnis der Einstrahlung zur Ausstrahlung und Verteilung der Einstrahlung auf direkte (Sonnen-) und indirekte (Himmels-) Strahlung	254
Verhältnis der Lichtmengen der Sonne, Sonnenregion, Gegenregion und Erdoberfläche	256
Anteile der Komponenten i_1 und i an der normal auffallenden Himmelsstrahlung	260
Vergleich der Beobachtungsergebnisse mit den von Franz Ahlgrimm aus Soret/Hurions Theorie abgeleiteten Folgerungen	261
Richtlinien für zukünftige Messungen	263

Sonnenintensität.		Seite
Instrumentarium und Methoden		267—273
Gesamtintensität der Sonnenstrahlung		267—269
Intensität der Sonnenstrahlung in einzelnen Spektralteilen		269—273
Resultate		273—290
A. Gesamtintensität der Sonnenstrahlung		273—278
a) In optisch ungestörter Zeit		274—277
b) In optisch gestörter Zeit		277—278
B. Intensität der Sonnenstrahlung in einzelnen Spektralteilen		278—288
a) Die Sonnenintensität im Grünblau, Blau, Blauviolett, Blauultraviolett		278—279
b) Die Sonnenintensität im Ultraviolett		280—282
c) Vergleich zwischen sichtbarem und ultraviolettem Spektrum. Verschiedener Einfluß der Sonnentätigkeit auf beide		282—283
d) Ursachen des jähen Abbruchs des Sonnenspektrums im Ultraviolett		283—288
Messungen des Ozongehaltes der Luft und Kritik der Meßmethode		283—286
Gesamtursachen		286—288
C. Einwände gegen das Verfahren zur Ermittlung des Transmissionskoeffizienten und der Solar- konstante		288—289
D. Untersuchungen über eine mögliche kurzperiodische Schwankung der Sonnenstrahlung		289—290
Nachtrag		290

Tabellenübersicht.

	Nr.
Vergleich der Polarisationsmaße $\frac{i_1}{i}$ und $\frac{i_1 - i}{i_1 + i}$ untereinander	1
30 Originalreihen Januar 1915 bis Februar 1916 der relativen Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals, bezogen auf Zenit = 1	2 ^{a-c}
Jahresmittel der relativen Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals, bezogen auf Zenit = 1 in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe	3 ^{a-c}
Relative Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals in den vier Jahreszeiten, bezogen auf Zenit = 1	4 ^{a-c}
Abweichungen der Jahreszeitenmittel der relativen Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals von den Jahresmitteln nach Prozenten	5 ^{a-c}
Jahresmittel und Jahreszeitenmittel der absoluten Zenithelligkeit i_g, i_1, i in sek. Einh. $\times 1000$ und der dazugehörigen Polarisationsgröße $\frac{i_1}{i}$	6
Jahresmittel der absoluten Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals in sek. Einh. $\times 1000$	7 ^{a-c}
Die absolute Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals in den vier Jahreszeiten, in sek. Einh. $\times 1000$	8 ^{a-c}
Abweichungen der Jahreszeitenmittel der absoluten Helligkeit i_g, i_1, i des Sonnenvertikals von den Jahresmitteln nach Differenzen	9 ^{a-c}
Desgleichen nach Prozenten	10 ^{a-c}
Jahresmittel der Helligkeitsverteilung i_g, i_1, i am Himmel außerhalb der bis zu 10^0 um die Sonne laufenden Zone bei Sonnenhöhen von 0^0 bis 60^0 (in Intervallen von 10^0 zu 10^0), bezogen auf den Zenitwert von $i_g = 1$	11 ^{a-c}
Desgleichen in sek. Einh. $\times 1000$	12 ^{a-c}
Verhältnis der maximalen Sonnenflächenhelligkeit zu der des unmittelbar benachbarten Himmels, erstere = 1 000 000 gesetzt. Photometrisch gemessen. 16 Originalreihen	13
Jahresmittel der Helligkeitsverteilung am ganzen Himmel in bezug auf die Flächenhelligkeit der Sonne, letztere = 1 000 000 gesetzt, bei Sonnenhöhen von 20^0 bis 60^0 (in Intervallen von 10^0 zu 10^0). Photometrisch gemessen	14
Desgleichen im Maß der sek. Einh.	15
Desgleichen in bezug auf den jeweilig dunkelsten Himmelpunkt = 1	16
Desgleichen in bezug auf Zenit = 1	17
Verhältnis der maximalen Sonnenflächenhelligkeit zu der des unmittelbar benachbarten Himmels, erstere = 1 000 000 gesetzt. Photoelektrisch mit der Kaliumzelle gemessen. 66 Originalreihen	18