Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1915)

Artikel: Schematische Darstellung des Verlaufes der Dämmerungsfarben
Autor: Gruner, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319266

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

P. Gruner.

Schematische Darstellung des Verlaufes der Dämmerungsfarben.

Die meteorologischen Erscheinungen nehmen im allgemeinen einen so ausserordentlich verschiedenartigen Verlauf, dass es ein wahnwitziges Unternehmen scheint, dieselben in ein bestimmtes Schema einpassen zu wollen. Und doch ist dies unbedingt nötig, wenn eine richtige, wissenschaftliche Untersuchung der betreffenden Erscheinung unternommen werden soll; denn es kann nur mit ganz klar bestimmten Begriffen erfolgreich gearbeitet werden und erst an Hand derselben wird eine weitere, genaue Erforschung der Abweichungen vom normalen Verlauf durchführbar.

Über die oft wunderbaren Farbenentwicklungen des Himmels während der Dämmerungen sind schon eine ganze Anzahl von mehr oder weniger allgemeinen Beschreibungen gegeben worden, auf die wir erst in einer späteren Arbeit eingehen werden. Mustergültig wird immer die Arbeit von W. von Bezold (Beobachtungen über die Dämmerung, Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie, Bd. 123—1864) bleiben; denn wenn auch seither in einer Reihe neuerer Arbeiten (u. a. von Riggenbach, Kiessling, Battelli, Möller, Miethe und Lehmann, Pernter-Exner) eingehende Schilderungen gegeben worden sind, so lehnen sich dieselben teilweise an die Bezold'sche Darstellung an, teilweise beziehen sie sich auf die ganz besonderen Verhältnisse, unter denen die betreffenden Beobachtungen gemacht wurden (auf dem Meer, in den Tropen u. s. f.), teilweise sind es Beobachtungen über abnorm gestörte Dämmerungen, so dass keine von ihnen als allgemein gültige Beschreibung betrachtet werden kann. Auch die vortreffliche Schilderung Heim's in seinem prächtigen Buch «Luftfarben» kann nicht in dem oben erwähnten Sinne benützt werden, da sie in allgemeinem, populär-wissenschaftlichem Ton gehalten ist. So scheint es denn durchaus gerechtfertigt, nach mehr denn 50 Jahren eine Umarbeitung der Bezold'schen Aus-

führungen zu versuchen und eine schematische Beschreibung des Dämmerungsverlaufes zu geben, die den neueren Forschungen gerecht wird, sich allen Verhältnissen anpassen lässt und doch mit möglichst scharfen, keine Missverständnisse zulassenden Begriffen arbeitet.

Im Folgenden wird zunächst die Festsetzung der zu verwendenden Begriffe mitgeteilt[1]; es hat dieselbe einen etwas pedantischen, oft ans Kleinliche streifenden Charakter, der aber nicht zu umgehen ist; seine Berechtigung findet er darin, dass es sich hier nur um einen Versuch handelt, einheitliche Bezeichnungen aufzustellen, über deren Brauchbarkeit die beteiligten Beobachter sich ihr eigenes Urteil bilden mögen. Eine Begründung der gewählten Namen und Bezeichnungen soll hier noch nicht gegeben werden, sie wird erst in der späteren Arbeit erfolgen, in welcher dann gleichzeitig eine kritische Beurteilung der bisher vorliegenden Beobachtungen erfolgen soll.

I. Die Lichtwirkungen.

Das optische Verhalten der Dämmerungsfarben ist zunächst nicht vom physikalischen Standpunkte aus zu beurteilen, sondern lediglich nach ihrer Einwirkung auf das Auge des Beobachters. Die aufzustellenden Begriffe sind also bedingt und persönlich zu fassen.

Die Lichtwirkung irgend eines Gebietes des Himmelsgewölbes kann nach 4 Richtungen hin dargestellt werden: 1. der Farbenton, 2. der Färbungsgrad, 3. die Lichtstärke, 4. die allgemeine Beschaffenheit.

1. Der Farbenton (kurzweg Farbe).

Der reine Farbenton gibt eine genau bestimmte Farbe an, die entweder durch Angabe eines bestimmten Wellenlängengebietes im Spektrum (bezw. durch eine bestimmte Mischung bestimmter solcher Gebiete) oder durch Vergleich mit einer Farbe eines bekannten, immer gleich gefärbten Naturgegenstandes (Rubinrot, Schwefelgelb u. s. f.) oder durch Hinweis

[1]) Der Leser, der sich rasch orientieren will, kann deshalb diese beiden ersten Kapitel überschlagen und sofort im dritten Kapitel die eigentliche Beschreibung des Dämmerungsverlaufes durchlesen.

auf eine bestimmte, künstlich hergestellte Farbenreihe bezeichnet wird.[1])

Der unreine Farbenton gibt einen reinen Farbenton an, der mehr oder weniger starke Beimengungen anderer, nicht genau bezeichneter Farbentöne aufweist.[1])

Der gemischte Farbenton oder Übergangsfarbenton kann je nach der Bezeichnungsweise als reiner oder unreiner Farbenton auftreten. Bei Angabe der auftretenden Töne soll die Reihenfolge immer so gewählt werden, dass die schwächsten Töne zuerst, die stärksten zuletzt angeführt werden; z. B.: In rotbraungelb ist gelb am stärksten, rot am schwächsten vertreten, bei gelbbraunrot umgekehrt.

Ein ausgesprochener Farbenton ist ein solcher, der unter einer Reihe anderer in besonders deutlicher Weise hervortritt.

Ein Stich in einen Farbenton gibt an, dass dieser letztere Farbenton in unverkennbarer aber doch nur sehr geringer Stärke den anderen beigemengt ist.

Auf eine Aufzählung sämtlicher zur Darstellung der Himmelsfärbungen geeigneter Farbentöne muss vorläufig verzichtet werden; in der Benennung der reinen Farbentöne wird also noch eine grosse Unsicherheit und Unbestimmtheit bestehen bleiben. Dagegen ist eine Einteilung der Farbentöne in fünf Gruppen, die natürlich durch mannigfache Übergänge verbunden sind, sehr zweckmässig und leicht durchführbar.

Die Färbung des Himmels ist in der Nacht schwarz, am Tag blau; dies gibt die beiden ersten Hauptgruppen, die in Bezug auf den Himmel nicht als besondere Färbungen anzusehen sind. Gegen den Horizont hin treten, besonders zur Dämmerungszeit, die mannigfachsten Färbungen auf, die mit Ausschluss des Grün eine weitere, kurzweg als «farbig» bezeichnete Gruppe bilden. Die Färbungen mit ausgesprochenem Grün und seinen

[1]) Reine Farbentöne können demnach sehr mannigfach zusammengesetzte Mischfarben sein; die Festsetzung der Reinheit eines Farbentones bleibt vollkommen willkürlich, sie drückt nur aus, dass neben den bezeichneten Farben keine anderen Beimengungen vorhanden sind; z. B.: reines weissliches Grünblau enthält nur Weiss, Grün und Blau, dagegen unreines weissliches Grünblau kann noch die verschiedensten gelben, roten, grauen u. s. w. Beimengungen enthalten.

Übergängen in die anderen Gruppen bilden eine neue Gruppe. Endlich kann durch Beimengung von Weiss jede Färbung verändert werden, wodurch die letzte Gruppe entsteht. So ergeben sich:

A. Farbenreiche Gruppen:

1. Blaue Töne: Reines Blau in allen Graden und und mit allen Uebergängen in schwarze Töne (z. B. stahlblau, graublau, schwarzblau), einschliesslich Stich in's Grüne oder in's Violette.

2. Farbige Töne: Reines Violett, Purpurn, Rot, Orange, Gelb, Golden, Braun in allen Graden und mit allen möglichen Uebergängen untereinander, auch mit Beimengungen von Grau (ein solcher, mit Grau vermengter, farbiger, unreiner Ton heisst dann schmutzig).

B. Farbarme Gruppen:

3. Grünliche Töne: Reines Grün in allen Graden und mit allen möglichen Uebergängen in die farbigen, blauen und schwarzen Töne.

4. Weissliche Töne: Reines Weiss, Grau, Silber in allen Graden und mit allen möglichen Uebergängen untereinander und in die blauen, farbigen und grünlichen Töne.

5. Schwarze Töne: Vollständiges Schwarz mit Uebergängen ins Grauschwarz.

2. **Der Färbungsgrad** (Nüance).

Ein und derselbe Farbenton kann in verschiedenen Stufen, mehr oder weniger gesättigt auftreten. Es wird im allgemeinen genügen, drei Stufen abzuschätzen, die durch Uebergänge verbunden sind:

1 = hell, 2 = mittler, 3 = dunkel.

Da in der deutschen Sprache das Wort «hell» auch für Angabe des Helligkeitsgrades (= Grad der Lichtstärke) verwendet wird, ist eine Verwirrung im Gebrauch dieses Ausdrucks gewöhnlich kaum zu vermeiden: es kann z. B. eine dunkelrote Fläche oft viel heller (d. h. lichtstärker) sein als eine hellrote Fläche! — In der Folge soll also «hell» und «dunkel» nur den Färbungsgrad, nicht den Grad der Lichtstärke bedeuten.

3. Die Lichtstärke (Intensität).

Die Lichtstärke, für welche wir hier das Wort Helligkeit nicht benutzen wollen, ist rein persönlich und bedingt anzugeben, einfach nach dem Eindruck, den das Auge des Beobachters von der betrachteten Fläche im gegebenen Zeitpunkt erhält. Sie kann also von photometrisch oder energetisch gemessenen Strahlungsstärken sehr stark abweichen.

Sie wird am besten in fünf Stärkegraden abgeschätzt:

1 = schwach, 2 = mittler, 3 = stark, 4 = sehr stark,
5 = über alle Massen stark.

4. Die allgemeine Beschaffenheit (Charakter).

Klarer oder durchsichtiger Farbenton = Färbung, die eine rein weisse Fläche zeigen würde, wenn sie durch eine gleichmässig im betreffenden Farbenton gefärbte, durchsichtige Glasplatte betrachtet würde.

Derber oder undurchsichtiger Farbenton = Färbung, die eine im betreffenden Farbenton bemalte Fläche zeigen würde.

Leuchtender Farbenton = Färbung von verhältnismässig ziemlicher Lichtstärke, die den Eindruck erweckt, von einer selbstleuchtenden Fläche auszugehen.

Glänzender Farbenton = Färbung, die den Eindruck erweckt, von einer mehr oder weniger spiegelnden Fläche zurückgeworfen zu sein. Hier werden mit Vorliebe metallische Farben angegeben: goldglänzend, kupferglänzend usw.

Glühender Farbenton = Färbung, die den Eindruck erweckt, von einem mehr oder weniger stark glühenden Körper ausgestrahlt zu werden.

Gleichmässige Beschaffenheit = Färbung, die entweder vollständig gleichmässig ist, oder in der doch einzelne Farbentöne, Färbungsgrade und Lichtstärkegrade nur ganz stetig und allmählich ineinander übergehen.

Ungleichmässige Beschaffenheit = Färbung mit unregelmässigen deutlich auseinandergehaltenen Farbenverteilungen, so dass irgendwelche Zeichnungen entstehen; z. B. flockige, streifige, maschenförmige, netzartige usw. Beschaffenheit (Struktur).

II. Die räumliche Verteilung.

Die Angabe der Lage irgend eines Gebietes des Himmels oder auf der Erdoberfläche erfolgt in den gewohnten astronomischen bezw. geographischen Bezeichnungen.

Einige Begriffe[1]) müssen dabei nicht verwechselt werden:

Scheinbarer Horizont (schb. Hor.) = Kreislinie, in welcher die Horizontalebene des Beobachters die Himmelskugel schneidet.

Wahrer oder astronomischer Horizont (astr. Hor.) = Kreislinie, in welcher eine durch den Erdmittelpunkt gelegte, der Horizontalebene des Beobachters parallele Ebene die Himmelskugel schneidet.

Natürlicher Horizont (nat. Hor.) = Linie, längs welcher irdische Gegenstände die Himmelshalbkugel für den Beobachter begrenzen.

Wo Verwechslungen nicht zu befürchten sind, kann von Horizont kurzweg gesprochen werden. Bei der verhältnismässig geringen Genauigkeit, die für Ortsangaben der Dämmerungsfarben erforderlich ist, fällt in der Regel die Unterscheidung des astronomischen und des scheinbaren Horizontes nicht in Betracht. Immerhin muss beachtet werden, dass Höhenmessungen (z. B. von Bergspitzen, Wolken) die Höhenwinkel über dem scheinbaren Hor. angeben, wobei noch die atmosphärische Strahlenbrechung inbegriffen ist (und also die Messungen zu gross ausfallen), während astronomische Höhenangaben (z. B. der Sonne) sich auf den wahren Horizont beziehen, wobei gewöhnlich die atmosphärische Strahlenbrechung nicht inbegriffen ist (und also ein Anvisieren des betreffenden Punktes einen grösseren Höhenwinkel ergeben würde).

Zur Schilderung bestimmter Verteilungen am Himmelsgewölbe unterscheide man: Punkte, Stellen, Zonen oder Gebiete.

1. Punkte geben genau bezeichnete Punkte jenes Gewölbes an.

   Auf dem natürlichen Horizont liegen folgende, wichtige Punkte:

---

[1]) Wir fügen den einzelnen Begriffen in Klammer passende Abkürzungen bei.

a) Süd-, Nord-, West-, Ostpunkt; dieselben sind astronomisch genau bestimmt. Abkürzungen: SP, NP, WP, EP (nicht O!).

b) Sonnenpunkt (⊙P) = Schnittpunkt des Sonnenvertikals mit dem natürlichen Horizont, der Sonne[1]) zunächst liegend.

c) Gegenpunkt (GP) = Schnittpunkt des Sonnenvertikals mit dem natürlichen Horizont, von der Sonne abliegend.

d) Zwischenpunkte (ZwP) = Punkte, die genau in der Mitte zwischen Sonnenpunkt und Gegenpunkt liegen. Der nördliche Zwischenpunkt liegt dem Nordpunkt, der südliche dem Südpunkt am nächsten.

Der grosse Nutzen der Einführung dieser sonst ungewohnten Punktbezeichnungen b) bis d) liegt in der Vermeidung der bei so vielen Beobachtern ungenauen Bezeichnungen: sehr oft wird nämlich die Stelle des Sonnenunterganges kurzweg als Westen, die des Sonnenaufganges als Osten angegeben, obgleich diese Stellen sich im Laufe der Jahreszeiten ganz bedeutend verschieben. Auch wird hier eine einheitliche Darstellung für die Morgen- und Abenddämmerungen möglich, was sonst nicht der Fall wäre. Nur auf unsere Bezeichnung «Gegenpunkt» muss besonders geachtet werden, da dieselbe meist in einem andern Sinne verwendet wird, nämlich als Punkt des Himmelsgewölbes, der dem Sonnenmittelpunkt genau gegenüberliegt; hier ist es der Punkt des natürlichen Horizontes, der unserem «Sonnenpunkt» gegenüberliegt. Um Verwechslungen zu vermeiden, könnte unser Gegenpunkt genauer als «Gegenpunkt auf dem Horizont», dagegen der andere als «Sonnengegenpunkt» bezeichnet werden.

2. Stellen geben die nähere oder weitere Umgebung eines Punktes an.

Südstelle = Süden (S) kurzweg = Umgebung des Südpunktes; entsprechend: Nord-, West-, Oststelle, bezw. Norden (N), Westen (W), Osten (E).

Sonnenstelle (⊙St) = Umgebung des Sonnenpunktes (hat nur einen Sinn, wenn die Sonne nahe oberhalb oder unterhalb des Horizontes ist).

[1]) Für Sonne wird die astronomische Abkürzung ⊙ verwendet.

Gegenstelle (G St) = Umgebung des Gegenpunktes.

Zwischenstellen (ZwSt) = Umgebung der Zwischenpunkte: nördlich und südlich.

3. Zonen oder Gebiete geben beliebige, mehr oder weniger scharf abgegrenzte Teile des Himmelsgewölbes an.
   a) Streifen = Gebiete, die in einer Richtung bedeutend mehr ausgebildet sind als in der dazu senkrechten.
      1. Horizontal-Streifen (Hor.Str.), mit horizontaler Hauptrichtung.
         α) Segmentförmige Hor. Str., kurzweg Segment (Seg.); sie liegen unten dem natürl. Hor. auf, bezw. sind sie dem wahren Hor. parallel abgegrenzt, nach oben sind sie durch eine konvexe Kreisbogenlinie begrenzt.
         β) Bogenförmige Hor. Str., kurzweg Bogenstreifen (Bg.Str.), aber nicht Bogen (!); oberes Stück eines Segmentes, dessen unterer Teil durch ein überlagertes Segment bedeckt ist.
         γ) Saumförmige Hor. Str., kurzweg Saum; Bogenstreifen, der jedenfalls nach oben ganz unscharf begrenzt ist.
         δ) Umfassender Hor. Str.; er umfasst in seiner Horizontalrichtung ringförmig das ganze Himmelsgewölbe.
      2. Vertikal-Streifen (Vert. Str.), mit vertikaler Hauptrichtung.
   b) Strahlen (Strl.) = Gebiete, die durch zwei von einem Punkte ausgehende, mehr oder weniger stark gegeneinander geneigte Geraden begrenzt sind, meist streifenförmig, manchmal auch sehr breit.

      Die Strahlen erscheinen dem Beobachter gekrümmt, da ihre Axen Grosskreisen entlang laufen.

      Strahlenfächer = Gesamtheit mehrerer derartiger, vom gleichen Punkt nach verschiedenen Richtungen auseinandergehenden Strahlen.
   c) Schein (Schn.) = Gebiet, das keine Richtung merklich bevorzugt. Gestalt und Schärfe der Begrenzung ist äusserst mannigfaltig.

1. Schimmer (Schi.) = Schein von schwachen, nicht ausgesprochenen Farbentönen.
2. Licht (L.) = Schein von deutlichen, ausgesprochenen Farbentönen.
3. Flecken (Fl.) = Schein von verhältnismässig kleiner Ausdehnung.
4. Ring (Rg.) = Schein von ringförmiger Gestalt; ist er unscharf begrenzt, so kann er auch als Saum bezeichnet werden.
6. Scheibe (Schb.) = Schein von recht deutlicher Begrenzung.

Ein Schein kann zu bestimmten Zeiten die Gestalt eines Streifens annehmen, wird aber immer noch (aus Stetigkeitsrücksichten) als «Schein» bezeichnet; je nach Umständen kann dann von segmentförmigem, bogenförmigem und streifenförmigem Schein gesprochen werden.

Scharfe Begrenzungen sind durch die betreffenden Begrenzungslinien zu kennzeichnen.

Bogen (Bg.) = Bogenlinie, die einen segment- oder bogenförmigen Hor. Str., bezw. Schein, begrenzt (ist somit nie als Zone, immer nur als Linie aufzufassen!). Der Schnittpunkt eines Bogens mit dem natürlichen Horizont ist sein Fuss.

Mit Hülfe dieser Begriffe ist eine genaue, rein räumliche Einteilung der Dämmerungsfarben möglich, bei welcher jede Benützung der zeitlichen Reihenfolge vermieden wird, so dass die Bezeichnungen in vollständig unveränderter Weise für die Morgen- und die Abenddämmerung verwendbar sind.

Das sichtbare Himmelsgewölbe kann in 5 Stellen eingeteilt werden: die Sonnenstelle, die Gegenstelle, die beiden Zwischenstellen und die Zenitstelle.

Die drei letzteren geben zu keiner besonderen Einteilung Anlass. Die zu betrachtenden Stellen sind immer vom Horizont an aufwärts zu untersuchen.

Die weitere Einteilung geschieht in erster Linie nach der Gestalt, ob Schein oder Streifen, und nach dem Farbenton; es ist aber nicht eine bloss geometrische Einteilung, sondern es ist

sehr wahrscheinlich, dass jedes der einzel bezeichneten Gebiete seine Färbung und Gestalt besonderen, physikalischen Bedingungen verdankt.

Auch hier folgen die Bezeichnungen zunächst ohne nähere Begründung der gewählten Einteilung und des gewählten Namens.

A. Die Sonnenstelle.

1. Die farbigen Scheine.

a) Die Aureole (Aur.) = Schein, der die Sonne kreisförmig umgibt, mit verhältnismässig kleinem, veränderlichem Durchmesser, sehr lichtstark und hell, von undurchsichtigen weisslichen oder farbigen, niemals von blauen oder rein grünen Farbentönen.

b) Der Bishop'sche Ring (Bi.Rg.) = eine Art Aureole mit wesentlich vergrössertem Durchmesser und mit mehr oder weniger breitem, farbigem Saum ringförmig umgeben. Bei Annäherung an den Horizont sinkt die Sonne exzentrisch und die Abmessungen der Scheibe nehmen zu.

c) Das Hauptpurpurlicht, kurzweg Purpurlicht (P.L.) = Schein bezw. Licht von rasch veränderlicher, mannigfaltiger, unscharf begrenzter Gestalt und Ausdehnung, exzentrisch zur Sonne, von rasch veränderlicher Lichtstärke, im allgemeinen eher undurchsichtig, manchmal von ungleichmässiger Beschaffenheit, mit farbigen Tönen verschiedensten Grades, die immer einen ausgesprochenen Stich ins Purpurne, Violette oder Rote aufweisen, nie von blauen oder grünlichen Tönen.

Es bildet bei etwa 2°—3° Sonnentiefe einen unscheinbaren Flecken oder Schimmer in einer Höhe von 10°—40° über dem Horizont, erreicht bei etwa 4° Sonnentiefe seine grösste Ausdehnung und Lichtstärke und erscheint bei etwa 6° Sonnentiefe als äusserst schmaler Saum unmittelbar über dem unteren Dämmerungssegment.

d) Das Nachpurpurlicht (NchPL) = eine dem Hauptpurpurlicht wesentlich ähnliche Erscheinung, von ähnlicher, noch unschärfer begrenzter Gestalt, von meist

geringerer Ausdehnung, schwächerer Lichtstärke und dunklerem Färbungsgrad.

Es tritt bei tieferem Sonnenstande (Sonne etwa zwischen 7° und 11°) an ungefähr derselben Stelle wie das Hauptpurpurlicht auf und nimmt einen ähnlichen, aber weniger deutlich ausgeprägten Verlauf.

2. Die Horizontal-Streifen.

a) Der horizontale Dunst-Streifen (hor. Dunst-Str.) = ein dem Horizont aufgelagerter, meist umfassender, unbestimmt begrenzter Streifen von sehr verschiedenartiger Höhe, von undurchsichtigen, ausgesprochen weisslichen, grauen bis schwarzen Tönen mit Stich ins Farbige.

Hängt ausschliesslich von der Reinheit der Luft ab, kann also ganz fehlen.

b) Die unteren farbigen Horizontal-Streifen (u. fb. Hor. Str.) kurzweg unteres oder farbiges Segment (u. Seg. oder fb. Seg.) bilden eine Reihe von dem horizontalen Dunst-Streifen aufgelagerten, bezw. von ihm überdeckten, angenähert parallelen, zur Sonnenstelle ungefähr symmetrischen Streifen, mit veränderlicher Höhe und seitlicher Ausdehnung, mit veränderlicher, oft leuchtender Lichtstärke und Färbungsgrad, mehr oder weniger undurchsichtig, ausgesprochen farbig (etwa auch mit Stich ins Grünliche oder Weissliche), mit veränderlicher Farbenverteilung, manchmal von ungleichmässiger Beschaffenheit.

Sie erreichen etwa eine Höhe 6°—10° und treten auf, während die Sonne einen Stand von 10°—15° über dem Horizont bis 8°—12° unter dem Horizont einnimmt.

Nur bei den tieferen Sonnenständen ist ihre Gestalt deutlich segmentförmig und ihre Grenze nach oben einigermassen scharf; diese Grenze heisst dann unterer Dämmerungsbogen (u. D. Bg.).

c) Die oberen farbarmen Horizontal-Streifen (ob. fba. Hor. Str.), kurzweg oberes oder farbarmes

Segment (ob. Seg. oder fba. Seg.) sind der Anordnung nach ähnlich den unteren Hor. Str., aber stets denselben aufgelagert, meist von geringer Mächtigkeit, von durchschnittlich geringer Lichtstärke, stets undurchsichtig, nicht farbig, sondern grünlich oder weisslich, manchmal mit Stich ins Blaue, hie und da auch ins Rote oder Braune.

Treten nur bei tiefem Sonnenstande (Sonne etwa 5^0—12^0 unter dem Horizont) auf und sind oft kaum vom klaren Schein zu unterscheiden.

Eine allfällige scharfe Begrenzung nach oben wird als oberer Dämmerungsbogen (ob. D. Bg.) bezeichnet.

3. Die farbarmen Scheine.

a) Der klare Schein (kl. Schn) = Schein, der die Sonne mehr oder weniger exzentrisch umgibt, von äusserst veränderlicher, sehr unscharf begrenzter Gestalt (die streifenförmig werden kann) und von veränderlicher, verhältnismässig grosser Ausdehnung, meist lichtstark, von ganz durchsichtiger, klarer Farbe in weisslichen oder grünlichen Tönen, nie ausgesprochen farbig, aber oft mit ausgesprochenem Stich ins Blaue, hie und da von etwas ungleichmässiger Beschaffenheit.

Sehr unbestimmte Erscheinung, deren Abgrenzung gegen die benachbarten Gebiete oft kaum möglich ist. Eine ausnahmsweise nach oben scharfe Begrenzung könnte als oberster Dämmerungsbogen bezeichnet werden. — Möglicherweise lassen sich, wie beim Purpurlicht, zwei getrennte, aufeinanderfolgende klare Scheine unterscheiden.

b) Der Dämmerungs-Schein (D. Schn) = segmentförmiger Schein, nach oben gegen den dunkeln Nachthimmel mit tiefer sinkender Sonne immer schärfer abgegrenzt, nach unten durch den klaren Schein bezw. durch da obere farsbarme Segment undeutlich begrenzt, lichtschwach, von weisslichen Farbentönen, oft mit starkem Stich ins Blaue, tritt nur bei tiefem

Sonnenstande auf (Sonne zwischen 6° und 18° unter dem Horizont).

Seine obere Grenze ist der Erdschattenbogen (Erd Scht. Bg.), sobald derselbe den Zenit überschritten hat und sich gegen die Sonnenstelle herunter zu senken beginnt (Morgens umgekehrt.).

c) Der nächtliche Schein (Ncht. Schn) = Schein von undeutlich begrenzter, segmentförmiger bis streifenförmiger Gestalt, dem Dämmerungschein aufgelagert, sehr lichtschwach, eher undurchsichtig, weisslich.

Er ist nur bei sehr grosser Sonnentiefe, unter besonders günstigen Umständen zu sehen, manchmal die ganze Nacht hindurch.

Wenn eine obere Grenze festgestellt werden kann, so ist sie als Nachtbogen (Ncht. Bg.) zu bezeichnen.

d) Das Zodiakallicht (Zod. L.) bildet wohl eine weitere Ausbildung des nächtlichen Scheines und bildet wahrscheinlich den letzten Ausläufer des nächtlichen Scheines, auf den aber hier nicht eingegangen werden kann.

B. Die Gegenstelle.

1. Der horizontale Dunst-Streifen, s. p. 274.
2. Die segmentförmigen, dunkeln Horizontal-Streifen.

a) Der obere Erdschatten, kurzweg Erdschatten (ob. Erd Scht.) = Gebiet von meist deutlicher Segmentform, angenähert symmetrisch zum Gegenpunkt, dem hor. Dunst-Streifen aufgelagert, bezw. von ihm teilweise überdeckt, wächst in die Höhe und seitlich bei sinkender Sonne viel rascher, als die Sonne selber sinkt, ist von undurchsichtigen, ausgesprochen grauen bis blauschwarzen Tönen, gelegentlich mit Stich ins Grünliche oder Violette.

Er tritt nur auf[1]), wenn die Sonne unter dem astronom. Horizont ist (wodurch er von dem hor. Dunst-Streifen zu unterscheiden ist) und ist in der Regel

[1]) Ein Beobachter auf einer Bergespitze, dessen natürlicher Horizont tiefer liegt als der astr. Hor. wird natürlich den Erdschatten früher wahrnehmen können.

bei Sonnentiefen unter 5° nicht mehr vom darüberliegenden Himmel zu unterscheiden.

Seine obere Grenze ist der Erdschattenbogen (Erd Scht. Bg.), der ausnahmsweise bis zum Durchgang durch den Zenit verfolgt werden kann und der sich auf der Seite der Sonnenstelle als Begrenzung des Dämmerungsscheines zeigt.

b) Der untere Erdschatten (u. Erd Scht.) = ähnliche Erscheinung wie der obere Erdschatten, viel undeutlicher ausgeprägt, undeutlich begrenzt, von ähnlicher Farbe, tritt bei wesentlich tieferem Sonnenstande auf (Sonne etwa 6°—8° unter dem Horizont).

Sollte er nach oben deutlich begrenzt sein, so ist diese Grenze als unterer Erdschattenbogen (u. Erd Scht. Bg.) zu bezeichnen.

3. Die bogenförmigen, farbigen Horizontal-Streifen.

a) Die obere Gegendämmerung (ob. G. D.) = dem Erdschatten unmittelbar aufliegende, bogenförmige oder saumförmige Horizontal-Streifen von veränderlicher Breite und Ausdehnung, nach oben meist ganz verschwommen, von veränderlicher Lichtstärke und Färbungsgrad, undurchsichtig, farbig mit ausgesprochenem Ton ins Purpurne, Violette oder Rote, aber auch sehr oft von grünlichen bis weisslichen Bogenstreifen begleitet.

Sie tritt auf, während die Sonne einen Stand von etwa 5°—12° über dem Horizont bis etwa 4°—5° unter dem Horizont annimmt, ausnahmsweise auch bei tieferem Sonnenstand, wobei sie dann bis über den Zenit reichen kann. So lange der Erdschatten unter dem natürlichen Horizonte ist, ist die Gegendämmerung mehr oder weniger mit dem hor. Dunst-Streifen vermischt.

Eine allfällige obere Grenze würde als oberer Gegendämmerungsbogen (ob. G. D. Bg.) zu bezeichnen sein.

b) Die untere Gegendämmerung (u. G. D.) = ähnliche Erscheinung wie die obere Gegendämmerung, wesentlich undeutlicher, verschwommen, lichtschwächer, von

unreinen Farbentönen, säumt den unteren Erdschatten bei Sonnentiefen von etwa 3°—6°.

III. Schematischer zeitlicher Verlauf einer Abenddämmerung.

Da die Dämmerungserscheinungen durch das Heruntersinken bezw. Heraufsteigen der Sonne unter bezw. über den Horizont bedingt sind, ist vorerst für diese Erscheinung eine feste Bezeichnungsweise zu finden.

Wir bezeichnen als:

astronomischen Sonnenuntergang bezw. -aufgang (astr. ⊙U. bezw. ⊙A.) den Zeitpunkt, in welchem der Sonnenmittelpunkt den wahren Horizont schneidet; dieser Zeitpunkt wird durch Rechnung bestimmt;

wirklichen Sonnenuntergang bezw. -aufgang (wirkl. ⊙U. bezw. ⊙A.) den Zeitpunkt, in welchem der Sonnenmittelpunkt unter Berücksichtigung der atmosphärischen Strahlenbrechung (die im Horizont zu etwa 35′ angenommen wird) den wahren Horizont schneiden müsste; auch dieser Zeitpunkt wird durch Rechnung bestimmt;

scheinbaren Sonnenuntergang bezw. -aufgang (schb. ⊙U. bezw. ⊙A.) den Zeitpunkt, in welchem der oberste Sonnenrand gerade am natürlichen Horizont verschwindet, bezw. erscheint.

Wo Missverständnisse ausgeschlossen sind, wird kurzweg von Sonnenuntergang bezw. -aufgang gesprochen.

Der ganze Verlauf der Dämmerung lässt sich anlehnend an bekannte Bezeichnungen in 4 Hauptabteilungen mit Unterabteilungen zerlegen. Im folgenden wird nur der Verlauf der Abenddämmerung beschrieben; der Verlauf der Morgendämmerung ist im wesentlichen genau derselbe, nur in umgekehrter Reihenfolge.

Wir unterscheiden:

A. Die Tag-Dämmerung: Vor dem wirklichen Sonnenuntergang.

B. Die bürgerliche Dämmerung: Von Sonnenuntergang bis zum Ende des Hauptpurpurlichtes, also bis etwa 6° Sonnentiefe.

a) Die helle Dämmerung: Vor Beginn des Purpurlichtes.
b) Die Hauptpurpurdämmerung: Während der Dauer des Purpurlichts.

C. Die astronomische Dämmerung: Vom Ende des Purpurlichtes bis zum Untergang des Dämmerungscheines, also bis etwa 15°—18° Sonnentiefe.
a) Die Zwischendämmerung: Vor Beginn des Nachpurpurlichtes.
b) Die Nachpurpurdämmerung: Während der Dauer des Nch. P. L.
c) Die farbarme Dämmerung: Vom Ende des Nachpurpurlichtes bis zum Untergang des Dämmerungsscheines.

D. Die Nacht-Dämmerung: Nach Untergang des Dämmerungsscheines.

Die Beschreibung des Dämmerungsverlaufes sollte alle diese Abschnitte jedesmal für die fünf Stellen, in die wir das Himmelsgewölbe einteilten, behandeln; es wird aber genügen, immer nur die Vorgänge an der Sonnenstelle und an der Gegenstelle zu schildern, da die andern Stellen keine besonderen Erscheinungen aufweisen, oder dann in die Beschreibung jener beiden Hauptstellen einbezogen werden können.

Selbstverständlich gelten die nachfolgenden Schilderungen einer Abenddämmerung nur für einen vollkommen reinen Himmel (betreffend Einfluss der Bewölkungen s. p. 296, ferner auch schon p. 283, 289), unter normalen atmosphärischen Verhältnissen.

A. Die Tag-Dämmerung.

1. An der Sonnenstelle. Schon im Laufe des Tages, bei hochstehender Sonne, ist auf zweierlei Erscheinungen zu achten, die beim spätern Verlauf der Dämmerung schärfer hervortreten: die Färbungen des Himmels um die Sonne herum und die Färbungen längs des Horizontes.

Um die Sonne herum ist der Himmel stets stärker und heller leuchtend als in ihrer weiterer Umgebung; diese intensivere Beleuchtung nimmt sehr oft einen ausgesprochen weisslichen bis silberweiss oder blauweiss glänzenden Ton an, so dass

sich ein deutlicher, nahezu kreisförmiger Schein konzentrisch um die Sonne ausbreitet. Bildet sich dabei eine verhältnismässig kleine (merklich weniger als 10° Halbmesser aufweisende), aber gewöhnlich hellglänzende, undurchsichtige Scheibe, so wird dieselbe als Aureole bezeichnet, während der noch weithin sie umgebende, meist sehr durchsichtige und klare, blaue bis weissliche Schein als klarer Schein bezeichnet wird. Zwischen diesen beiden Erscheinungen treten die mannigfachsten Uebergänge auf: namentlich kann sich die Aureole ganz bedeutend erweitern und fast ausnahmslos einen braunroten, gelbroten oder doch graulichen, breiten, verwaschenen Saum annehmen; wir bezeichnen sie dann als Bishop'schen Ring, gehen aber auf diese Erscheinung, die ein Merkmal atmosphärisch-optischer Störung ist, nicht weiter ein.

Der Himmel längs des natürlichen Horizontes ist auch schon tagssüber nicht von der normalen himmelblauen Farbe (wie sie am schönsten im Sonnenvertikal etwa 90° von der Sonne entfernt aufzutreten pflegt), sondern stark mit weisslichen und graulichen, manchmal auch bräunlichen bis grünlichen Tönen durchsetzt. Diese unterste, den ganzen natürlichen Horizont[1]) umfassende und je nach der Reinheit der Luft mehr oder weniger hoch steigende Zone wird als horizontaler Dunststreifen bezeichnet und bildet eigentlich eine störende Erscheinung im Verlauf der Dämmerungsfärbungen. Wirkliche Färbungen treten erst auf, wenn die Sonne höchstens 10°—15° über dem wahren Horizonte steht (in der Regel sogar erst später) und damit beginnen die ersten Erscheinungen der Tag-Dämmerung.

Der Himmel über dem natürlichen Horizont beginnt unterhalb der Sonne in der Regel gelbliche Färbungen anzunehmen, die sich als untere farbige Horizontal-Streifen seitlich verschieden weit ausbreiten, nach oben keinerlei scharfe Grenze aufweisen und nach unten mit dem Dunststreifen mehr oder weniger vermischt, wenn nicht ganz überdeckt sind; ihre Färbung kann deshalb stark ins Graue oder Braune überspielen,

[1]) Dies gilt nur, wenn der natürliche Horizont ungefähr mit dem scheinbaren zusammenfällt; wird letzterer durch Berge, Bäume, Häuser und dergl. stark überragt, so verschwindet selbstverständlich der Dunststreifen hinter denselben.

unter Umständen ist sie nach oben grünlich, sogar manchmal ausgesprochen grün. Mit sinkender Sonne werden die farbigen Streifen im allgemeinen deutlicher, erheben sich meist höher über den Horizont, weisen lebhaftere ins orangegelb ja sogar ins orangerot gehende Töne, die unten immer wieder durch den beigemengten Dunststreifen getrübt werden. Seitlich erstrecken sich die Färbungen unter Umständen weit über beide Zwischenstellen hinaus, wobei namentlich die grünen Färbungen hervortreten und oft den ganzen Horizont umfassen.

Ueber der dem Horizont sich nähernden Sonne wird jetzt jedenfalls der weisslich- bis grünlichblaue klare Schein deutlich wahrnehmbar, auch wenn er bei höherem Sonnenstande noch nicht vorhanden war. Oft nimmt er zunächst in vertikaler Richtung mehr Raum ein als in horizontaler, nimmt bald elliptische, bald wieder angenähert kreisförmige Gestalt an, lässt aber stets die Sonne aus seinem Mittelpunkt heruntersinken, scheint also hinter ihr zurückzubleiben. War die Sonne von einem Bishop'schen Ring umgeben, so ist derselbe nunmehr schwer vom klaren Schein zu unterscheiden; er erweitert sich bei sinkender Sonne bedeutend, lässt ebenfalls die Sonne aus seinem Mittelpunkt gleichsam herunterfallen und verschwindet unmerklich, indem sein farbiggrauer Saum allmählich vollständig erblasst. Mit diesen ausgedehnten Scheinen ist die Aureole nicht zu verwechseln; auch sie wird mit sinkender Sonne deutlicher wahrnehmbar, verkleinert aber wohl eher ihren Durchmesser, überdeckt mit ihrem Glanz die farbigen Horizontal-Streifen und nimmt immer lebhaftere, farbige, gelbe bis orange Töne an, oft sogar mit Stich ins Purpurne oder auch wieder ins Grünliche.

Im Zeitpunkt des scheinbaren Sonnenunterganges ist demnach der Horizont über der Sonnenstelle mit den seitlich weithin ausgedehnten Horizontalstreifen, die bis zu einer Höhe von wohl höchstens 12° wahrnehmbar sein mögen, bedeckt. Ihre untere graubraunen, unter Umständen weisslichen, weiter nach oben rötlichen, orangefarbigen, gelben, grünlichen Töne gehen unmittelbar über dem Sonnenpunkte in die glänzenden Färbungen der noch halbkreisförmigen Aureole über, und über beiden breitet sich auf weitem Umkreis der verschiedenartig gestaltete

klare Schein mit seinen weisslichen, bläulichen, grünlichen, durchsichtigen Farbentönen aus.

2. An der Gegenstelle. Auch dort ist natürlich ein durch die Reinheit der Atmosphäre bedingter, mehr oder weniger deutlicher horizontaler Dunststreifen vorhanden, mit seinen grauen bezw. auch weisslichen, ja grünlichen Tönen. Bei einem Sonnenstand von weniger als 15°—10° über dem Horizont beginnen auch darüber die ersten Farbentöne sich geltend zu machen, zunächst in der Regel ausgesprochen grünlich, bald aber auch deutlich rötlich, wobei stets die Beimengung von Grau mehr oder weniger erkennbar ist. Bei Annäherung der Sonne an den Horizont werden diese Streifen meistens ausgesprochen violette bis purpurne, rote oder orangefarbene Töne annehmen und zwar mit wachsender Stärke und Ausdehnung. Freilich können dieselben je nach dem Standort in sehr verschiedener Weise von grünlichen, gelblichen ja weisslichen Streifen begleitet sein, vielleicht auch nach oben in eine klare weisslichblaue Zone übergehen. Diese vorwiegend purpurrötlich gefärbten Horizontal-Streifen bilden die obere Gegendämmerung, die, mehr oder weniger deutlich segmentförmig, in einer schwer zu bestimmenden Höhe (vielleicht bis 8°—10°) sich nach oben hin verliert.

B. Die bürgerliche Dämmerung.

a) Die helle Dämmerung.

1. An der Sonnenstelle. Mit dem Augenblicke des wirklichen Sonnenunterganges ist der Tag beendet, die Gesamthelligkeit des Tageslichtes nimmt wahrnehmbar ab, erst jetzt beginnt die eigentliche Dämmerung, die sich nach 3 Richtungen hin verfolgen lässt:

Zunächst sinkt die Aureole (sofern sie überhaupt vorhanden war) mit der Sonne abwärts und ihre Färbungen werden dunkler mit zunehmendem Stich ins Orange und Rote; die Horizontal-Streifen behalten ungefähr ihre Lage und Färbung, doch verlieren sie meist ihre rötlichen Töne und werden allmählig merklich weisslicher, bieten also oft einen fahlen, unscheinbaren Anblick, dabei zeigen sie manchmal eine ungleichmässige Beschaffenheit, flockig oder streifig, als ob dunkle, feine Wölklein

auf dem helleren Untergrunde sichtbar würden. Nach oben zu verlaufen sie undeutlich in den klaren Schein, der ein sehr verschiedenartiges Verhalten aufweisen kann, offenbar durch Standort und meteorologische Verhältnisse stark beeinflusst.

Entweder behält dieser Schein seine mehr oder weniger rundliche Gestalt, die meist noch an Grösse zunimmt, und kann in dieser Form über den Horizontal-Streifen eine Art sehr durchsichtiger Scheibe bilden, die sogar mit ihrem unteren Rand jene Streifen teilweise verdrängen kann; es bilden sich dann manchmal seitlich an dieser Scheibe zwei, von beiden Seiten bogenförmig ansteigende, dreieckähnliche Gebilde von meist unreinen grüngelblichen, vielleicht auch blaugrünen Farbentönen, die man schon als die ersten Anzeichen der oberen, farbarmen Horizontal-Streifen ansehen könnte. — Oder der Schein breitet sich stark in horizontaler Richtung aus, so dass er bald auf der ganzen Länge der farbigen Horizontal-Streifen einen deutlichen klaren Streifen zwischen jenen und dem blauen Himmel bildet. — Oder endlich es findet eine Art Vermengung dieser beiden Erscheinungsarten statt, wie denn überhaupt der klare Schein ein schwer abzugrenzendes Gebiet der Himmelsfärbungen bildet. — In allen Fällen kann es geschehen, dass er eine ähnliche ungleichmässige Beschaffenheit annimmt, wie die unteren Horizontal-Streifen.

Dieser Zustand, in welchem die Sonnenstelle unten mit farbigen Horizontal-Streifen und darüber von dem klaren Schein (der sich bis 30°—50° Höhe und bis etwa 50° azimutaler Ausdehnung erstrecken mag) bedeckt ist, kann unter Umständen verhältnismässig lange andauern, bis zum Schluss der bürgerlichen Dämmerung. Dabei kann allerdings der klare Schein Stiche ins Gelbliche oder Rötliche erhalten, die Horizontal-Streifen nehmen ausgesprochenere orange-rötliche Töne an und grenzen sich nach oben schärfer ab, wobei ihre Segmentform deutlicher hervortritt, manchmal schieben sich auch schon zwischen sie und den klaren Schein undurchsichtige, meist grünliche bogenförmige Streifen, die oberen Horizontal-Streifen, ein. Doch ist dies ein mehr oder weniger abnormer Fall, der wohl nur dann auftritt, wenn der Himmel teilweise bewölkt oder doch der Horizont unter dem Sonnenpunkt nicht ganz rein ist. In der Regel tritt schon bei Sonnentiefen von 2°—3° unter dem

Horizont (manchmal etwas früher oder später) das Hauptpurpurlicht auf, womit die helle Dämmerung ihren Abschluss findet.

2. An der Gegenstelle entwickelt sich die obere Gegendämmerung zusehends, während nun von unten der obere Erdschatten aufzusteigen beginnt. Normalerweise erhebt er sich im Augenblicke des wirklichen Sonnenunterganges über dem Gegenpunkt, erst als ganz schmales, kurzes, dann mehr und mehr sich seitlich ausbreitendes und in die Höhe wachsendes, graues Segment. Es ist, namentlich anfangs, nicht immer möglich, dieses aschgraue Erdschattensegment von dem ebenfalls grauen horizontalen Dunststreifen zu unterscheiden, sowie auch nach oben von den purpurnen Tönen der Gegendämmerung, in die es manchmal durch grauviolette Töne übergeht, zu trennen. Bei günstigen atmosphärischen Zuständen ist es aber doch nach oben recht scharf begrenzt durch einen flachen Bogen, den oberen Erdschattenbogen; sein Aufsteigen, das viel rascher erfolgt, als das gleichzeitige Sinken der Sonne unter dem Horizont, kann dann recht genau gemessen werden.

So bildet die obere Gegendämmerung einen mit sinkender Sonne an Lichtstärke und Färbungsgrad und meist auch an Breite zunehmenden, breiten Farbenbogen, in welchem die purpurnen Töne immer mehr überwiegen, und über den sich der aufsteigende Erdschatten langsam überzuschieben scheint.

b) Die Hauptpurpurdämmerung.

1. An der Sonnenstelle. Bei 2^0—3^0 Sonnentiefe (unter Umständen früher oder später) tritt das Hauptpurpurlicht in oft sehr verschiedenartiger Form, fast immer aber in irgend einem Zusammenhang mit dem klaren Schein auf. Bei normaler Ausbildung wird in der Regel die oberste Stelle des klaren Scheines in etwa 20^0—30^0 Höhe (ausnahmsweise zwischen 10^0 bis 40^0 Höhe) einen Stich in Grauviolette bis Purpurne erhalten, für den ungeübten Beobachter kaum merklich; in kurzer Zeit dehnt sich dieser «Purpurfleck» rasch nach unten und seitwärts aus, den klaren Schein überdeckend und an Lichtstärke zunehmend. Unter günstigen Umständen (die vielleicht gerade den normalen Verlauf ermöglichen) breitet sich die Purpurfärbung hauptsächlich längs des klaren Scheines aus, so dass nach eini-

ger Zeit der letztere (der unterdessen wohl einen gelblichen Ton angenommen hat und mehr oder weniger halbkreisförmig auf den Horizontal-Streifen sitzt) von einem breiten, verwaschenen, purpurnen Saum, dessen Enden in die Horizontal-Streifen einzutauchen scheinen, ringförmig umgeben ist. Kann die ringförmige Gestalt nicht nachgewiesen werden, so bedeckt eben das Purpurlicht nach und nach den ganzen klaren Schein mit seiner leuchtenden Farbe und nimmt im allgemeinen rundliche, oft ziemlich genau kreisförmige, manchmal auch etwas dreieckige (mit abgerundeten Ecken und horizontaler Basis) Gestalt an, wobei der untere Teil hinter die Horizontal-Streifen herunterzutauchen scheint. Oft ist es dabei deutlich von ihnen abgehoben, hie und da aber geht es unmerklich in ihre Farbentöne über, sich mit ihnen allmählich verschmelzend. Dabei bleibt das Purpurlicht gar nicht immer symmetrisch zum Sonnenpunkt.

Doch ist diese Entwicklung aus einem zuerst kleinen Purpurfleck nicht immer zu beobachten, sondern hin und wieder geht einfach der klare Schein ganz allmählich in gelbliche, gelbrote bis rotviolette Farbentöne über und verwandelt sich so in ein Purpurlicht, dessen weiterer Verlauf dem vorhin geschilderten ähnlich bleibt. Eine Uebergangserscheinung besteht auch darin, dass der klare Schein etwas von seiner Klarheit einbüsst, in undeutlichen Farbentönen als grauvioletter oder purpurner Schimmer erscheint und dann sich in das gewohnte Purpurlicht umbildet.

Der Farbenton des Purpurlichtes kann sehr verschiedenartig sein, manchmal weist es einen sehr starken Stich ins Gelbe, andere Male einen solchen ins Violette, ja sogar Graue auf, stets aber ist ausgesprochenes Rot oder Purpur dabei; in der Regel geht die Tönung aus dem ersten graulichen Purpurviolett zuerst in hellere, ins Gelbliche spielende Färbung über, später wird sie stärker, dunkler, mehr purpurn bis violett. — Die Beschaffenheit ist in der Regel recht gleichmässig, immerhin ist manchmal ein innerer Kern von verhältnismässig starker Färbung von einem matteren, verschwommenen Hintergrund zu unterscheiden; dabei kann das Purpurlicht oft ziemlich durchsichtig und klar sein, manchmal auch wieder merklich ungleichmässig, so dass

flockige, streifige, netz- oder maschenförmige usw. Gebilde darin erkennbar werden.

Die Ausdehnung und die Lichtstärke des Purpurlichtes wachsen in der Regel bis die Sonne gegen 4°, oft noch tiefer, unter den Horizont gesunken ist; die Pracht der Farbenerscheinung kann manchmal ganz überwältigend werden, die rote Färbung ergiesst sich auf die ganze Landschaft und taucht sie in einen magischen, rosafarbenen Schimmer; andere Male wieder bleibt das Purpurlicht ganz matt und unscheinbar. Die schönste Farbenpracht wird meist etwas später als das Maximum der Ausdehnung eintreten; letztere kann bis 50° in die Höhe und wohl bis 100° in horizontaler Richtung einnehmen (Ausnahmsfälle mit grössern Werten werden nachher besprochen p. 289). Die hellste Stelle liegt dann gewöhnlich viel tiefer als der Punkt, in dem der Purpurfleck auftrat. Nach Ueberschreiten des Maximums findet eine rasche Abnahme in beiden Beziehungen statt: die purpurne Scheibe gleitet scheinbar hinter den farbigen Horizontal-Streifen herunter, breitet sich dabei vielleicht seitlich noch mehr aus und bildet bald über ihnen einen zart leuchtenden, ausgesprochen rosafarbenen bis violettroten, undeutlich bogenförmigen Saum, der bald erblasst und heruntersinkt und bei einer Sonnentiefe von ungefähr 6° vollständig verschwunden ist.

Die unteren farbigen Horizontal-Streifen haben während dieser Zeit geringe Wandlungen durchgemacht. Bis zum Zeitpunkt der stärksten Entwicklung des Purpurlichtes verharren sie in ihren matten, schwach orangegelben, durch Grau oder Braun bis Braunrot verunreinigten Färbung; auch kann ein Sinken derselben kaum nachgewiesen werden, da sie trotz ihrer deutlich werdenden Segmentform noch keine sichere Begrenzung, keinen scharfen unteren Dämmerungsbogen, erkennen lassen. Sobald aber das Purpurlicht hinter die Horizontal-Streifen zu sinken beginnt, fängt ihre Färbung an, bedeutend lebhafter, verhältnismässig stärker und leuchtender zu werden, die roten Töne treten merklich auf, so dass über dem nunmehr braunroten Dunststreifen rote bis orangerote bis orangegelbe Streifen auftreten. Das Ueberwiegen des Roten und damit der leuchtende Charakter der zugleich dunkler werdenden

Färbung nimmt in der Regel bis zum Verschwinden des Purpurlichtes zu.

Sehr mannigfaltig verhält sich das Himmelsgebiet über den Horizontal-Streifen rechts und links vom Purpurlicht, gegen die Zwischenstellen hin. Aus dem spärlichen Beobachtungsmaterial lässt sich nicht beurteilen, ob dort noch durchsichtige, blaugrüne Teile des klaren Scheines übrig blieben, die anfangs keilförmig zwischen die farbigen Horizontal-Streifen und das convex nach unten abgerundete Purpurlicht eindringen, oder ob dort eher gelbgrüne, undurchsichtige Färbungen auftreten, die schon den oberen, farbarmen Horizontal-Streifen zuzurechnen sind. Ebenso ist das Verhalten des klaren Scheines im spätern Verlaufe dieses Zeitabschnittes nicht sicher zu beschreiben; jedenfalls aber zeigt im Zeitpunkt des Erlöschens des Purpurlichtes wieder ein Teil des Himmels jene klare, durchsichtige, weissliche (grünliche oder bläuliche) Beschaffenheit, die für den klaren Schein kennzeichnend ist.

Das Vorhandensein der dunkleren, leuchtenden, rötlichen, etwas schärfer begrenzten, segmentförmigen unteren Horizontal-Streifen (bis zu einer Höhe von etwa 3°—7°), über denen manchmal schon als undurchsichtiger, grünlichgelber Bogen die oberen Horizontal-Streifen sich zu legen beginnen, und des darüber ausgebreiteten klaren Scheines (bis zu 50° in horizontaler und in vertikaler Richtung) gibt das Gesamtbild des Himmels an der Sonnenstelle beim Schluss der bürgerlichen Dämmerung, wenn die Sonne wenigstens 6° unter dem Horizonte steht.

Wie am Schluss der Tag-Dämmerung, so tritt auch hier eine deutliche Helligkeitsabnahme ziemlich sprungweise ein, die z. Z. das Lesen nahezu verunmöglicht, und infolge deren die ganze Landschaft in ein melancholisches Düster getaucht ist, das durch die rotleuchtenden Streifen am Horizont nur um so eindrucksvoller wird.

Doch kann die Entwicklung der Hauptpurpurdämmerung einen ziemlich andersartigen Verlauf nehmen, der nachher besprochen werden soll (p. 289.). Derselbe hängt eng zusammen mit dem Verhalten

2. an der Gegenstelle. Dort ist bei einer Sonnentiefe von ca. 2° die Entwicklung des Erdschattens und der darüber gelagerten Gegendämmerung im allgemeinen noch im Ansteigen begriffen. Es ist zwar aus den sich widersprechenden Beobachtungsresultaten nicht festzustellen, ob die Höhe des farbigen Bogens der Gegendämmerung noch merklich wächst; jedenfalls verschwinden allfällige grüne Färbungen wohl ganz, die purpurroten bis orangefarbenen Töne nehmen unter günstigen Umständen (d. h. hier bei nicht sehr reiner Atmosphäre) stark zu und mögen Höhen von 12°—20°, sogar noch mehr, erreichen, einen wunderbar schönen Saum um den Erdschatten bildend. Der Erdschatten ist dabei schon merklich emporgestiegen und zeigt sich bald auch in seiner ganzen Pracht. Seine Färbung, die als aschgrau, graublau, blauschwarz, stahlblau, grünblau bezeichnet werden kann, ist manchmal wider Erwarten eher hell, doch meist nicht gleichmässig, indem sie in der Regel gegen den Horizont zu (vielleicht durch Vermengung mit dem Dunststreifen) grau bis graubraun erscheinen kann. Ferner ist zu bemerken, dass der Erdschatten nicht immer symmetrisch zum Gegenpunkt ausgebildet ist.

Mit zunehmender Entwicklung des Purpurlichtes beginnt die Gegendämmerung rasch abzuflauen und nach und nach, wie ein zart roter Nebelschleier, in unbestimmter Weise gegen den Zenit hin zu verschwinden; gleichzeitig wird aber auch die Grenze zwischen ihr und dem Erdschatten verwischt, der Erdschattenbogen verschwindet nahezu, und damit hört auch der Erdschatten auf, als solcher wahrnehmbar zu sein. Auch nach unten tritt eine Störung auf: bei etwa 3°—5° Sonnentiefe kann dort eine zunächst unbedeutende Aufhellung eintreten, die deutliche grauviolette bis violettpurpurne Töne annimmt, und die die Ausbildung einer neuen Gegendämmerung, der unteren Gegendämmerung, bedeutet. Unter derselben hebt sich dann unter günstigen Umständen aus dem Dunststreifen ein neues, allerdings sehr unscharf begrenztes, grauliches, dunkles Segment empor, das als unterer Erdschatten zu bezeichnen ist.

Unterdessen aber hat das Hauptpurpurlicht sein Maximum erreicht, bei etwa 4° Sonnentiefe, und fast genau im gleichen Zeitpunkt ist die obere Gegendämmerung so gut wie unmerklich

geworden, die Grenze des Erdschattens ist nicht mehr nachweisbar. Der Erdschattenbogen mag dabei Höhen von 10°, höchstens 15° (sehr oft nur 6°—8°) und eine azimutale Ausdehnung von angenähert 150° erreicht haben, also bis nahe an die Zwischenstellen gelangt sein; natürlich sind die Enden des Erdschattensegmentes stark verschwommen, so dass ihre Lage sehr unbestimmt ist.

Gegen Schluss des Purpurlichtes (bei ca. 6° Sonnentiefe) ist demnach an der Gegenstelle fast die ganze Hälfte der Himmelshalbkugel von einem gleichförmigen Graublau bis Schwarzblau bedeckt, irgendwelche farbige Töne sind nicht mehr vorhanden, ausser unten am Horizont, wo der undeutliche, grauliche untere Erdschatten von der ebenfalls sehr schwachen und undeutlich begrenzten, manchmal aber rasch hoch aufsteigenden, violettroten, dunkeln, unteren Gegendämmerung gesäumt wird.

Unter besonderen Umständen lässt sich nachweisen, dass ungefähr zu dieser Zeit der Erdschattenbogen gerade durch den Zenit geht, wobei seine Füsse gerade durch die Zwischenpunkte hindurchgleiten, als unscharfe, vertikale Streifen, die auf der Erdschattenseite graulich, auf der andern Seite farbig sind.

3. Dämmerungsstrahlen. Wie schon erwähnt, können die bisher geschilderten Verhältnisse unter gewissen Umständen sehr starke Abweichungen aufweisen. Das Purpurlicht kann oft (namentlich wenn Wolken unmittelbar am Horizont oder auch unter demselben sind) eine eigentümliche, strahlenförmige Gestalt annehmen: anstatt seiner rundlichen Form zeigt es sich dann als eine Art Strahlenfächer, dessen purpurleuchtende Strahlen gegen die unter dem Horizont befindliche Sonne zusammenzulaufen scheinen. Die Zwischenräume leuchten dann in einem mehr oder weniger dunkeln Grünblau, das natürlich auch strahlenförmig sich ausbreitet, so dass man auch von Auftreten grünblauer Strahlen im Purpurlicht sprechen kann.

Diese Strahlenbildung kann sehr verschieden stark ausgeprägt sein, sie tritt manchmal gleich zu Beginn des Purpurlichtes, meistens eher in seinem spätern Verlauf auf; sie hat zur Folge, dass durch Kontrastwirkung zwischen Rot und Grünblau die Rotfärbung des Himmels durch das Purpurlicht sich nun viel

weiter als sonst verfolgen lässt, so dass das strahlenförmige Purpurlicht ungewöhnlich grosse Dimensionen erreichen kann, sowie auch, dass die letzten Spuren dieser Strahlen meist noch später nachweisbar sind, als es der gewöhnliche Purpursaum ist. Zudem wird diese Strahlenbildung, die anfangs in der Regel über den farbigen Horizontal-Streifen (also in etwa 6°—8° Höhe) wie abgeschnitten scheint, mit sinkendem Purpurlicht auch in den Horizontal-Streifen selber sichtbar, indem dieselben nun auch von strahlenförmig zusammenlaufenden hellen und dunklen Gebieten (aber in der Farbe der Horizontal-Streifen) durchsetzt sind. Ja zuletzt, bei stark sinkenden Horizontal-Streifen, bleiben von denselben oft nur noch die hellen Strahlengebiete zurück, die wie leuchtende Auswüchse auf dunklem Hintergrund am Horizont sich abheben.

Der springende Punkt bei diesen Strahlen (sofern ihre Dimensionen sehr gross werden) liegt aber darin, dass sie über den zum Sonnenvertikal senkrechten Meridian hinausragen können und dann (infolge perspektivischer Wirkung) nochmals gekrümmt wieder zusammenlaufen und bei voller Ausbildung in einem Punkt an der Gegenstelle einzumünden scheinen, also in der Gegendämmerung endigen, die dadurch ihrerseits strahlenförmige Gestalt annimmt. Diese Erscheinung wird wohl nie in vollkommener Ausbildung über dem ganzen Himmelsgewölbe zu sehen sein; kaum wird je ein Purpurstrahl längs des ganzen Sonnenvertikals von der Sonnenstelle herauf, über den Zenit bis wieder herunter in die Gegendämmerung zu verfolgen sein (wohl aber ein «blauer» Strahl); bei den mehr seitlich liegenden Purpurstrahlen, die oft ziemlich flach über den Zwischenstellen hinwegziehen, ist dagegen diese Erscheinung nicht so ausserordentlich selten.

Achtet man dabei auf die zeitliche Entwicklung solcher, das ganze Himmelsgewölbe längs Grosskreisen durchsetzenden, purpurnen und grünblauen Strahlen, so ergibt sich folgendes: die obere Gegendämmerung tritt zeitlich immer merklich vor dem Hauptpurpurlicht auf. Die Strahlenbildung, sofern sie in der vorhin erwähnten, umfassenden Weise sich entwickelt, beginnt also in der Gegendämmerung; dort schon werden bei verhältnismässig geringen Sonnentiefen deutliche, rote Strahlen auftreten,

die sich bald weit ausbreiten und namentlich seitlich sogar über die Zwischenstellen hinausragen. Jetzt erst erscheint das Purpurlicht über der Sonnenstelle und zeigt auch sehr bald strahlenförmige Bildung, wobei es meist gar nicht schwer ist, die einander entsprechenden roten Strahlen der beiden gegenüberliegenden Lichter herauszufinden. In kurzer Zeit werden auch die Brücken, wenigstens zwischen einzelnen Strahlen, gelegt sein; der Himmel zeigt dann das Bild eines von grossartigen roten und blauen Bogen prächtig umwölbten Firmamentes. Mit zunehmender Stärke des Purpurlichtes blassen die Erscheinungen der Gegendämmerung ab, die Strahlen ziehen sich allmählich im Purpurlicht zusammen, reichen aber oft lange Zeit noch seitlich bis zu den Zwischenstellen, während sie gegen den Zenit hin meist merklich gekürzt erscheinen.

Vereinzelte Beobachter wollen direkt gesehen haben, wie die Strahlen der Gegendämmerung allmählich sich ausbreiten, gegen die Sonnenstelle hinlaufen und hier unmittelbar das Purpurlicht gebildet haben. Andere Beobachter konnten das Aufsteigen der Gegendämmerung, auch ohne Strahlenbildung, bis zum Zenit beobachten (und dann natürlich auch den Erdschattenbogen), nach andern bilden überhaupt Gegendämmerung und Purpurlicht eine Zeit lang eine einzige, zusammenhängende, umfassende Rotbeleuchtung um den Zenit herum, die auch in der Gegendämmerung ihren Anfang nimmt und im Purpurlicht ihr Ende findet. Wir können diese Beobachtungen, die für die Kenntnis der Natur des Purpurlichtes grundlegend sind, nur anführen, sie bedürfen noch sehr der Bestätigung. Dass ähnliches bei den atmosphärisch-optischen Störungen auftrat, sei auch nur beiläufig erwähnt, da unsere Schilderung nur normale Verhältnisse voraussetzt.

C. Die astronomische Dämmerung.

a) Die Zwischen-Dämmerung.

1. An der Sonnenstelle. Der Beginn der astronomischen Dämmerung ist durch das Erlöschen des Hauptpurpurlichtes sowie durch den ungefähr gleichzeitigen, aber fast nie direkt zu beobachtenden Durchgang des Erdschattenbogens durch den Zenit gekennzeichnet. Sie weist im allgemeinen noch 3—4 aus-

einanderzuhaltende Färbungsgebiete auf: die Horizontal-Streifen, die sich in untere und obere unterscheiden lassen, der klare Schein und der Dämmerungs-Schein.

Die unteren, farbigen Horizontal-Streifen dürfen jetzt am ehesten als unteres, farbiges Segment bezeichnet werden; ihre Grenze, der untere Dämmerungsbogen (in etwa 2^0-5^0 Höhe) ist ziemlich scharf geworden, und sein Sinken, das ungefähr mit der Sonne Schritt hält (vielleicht etwas rascher) lässt sich messend verfolgen. Abgesehen von den Störungen durch den Dunststreifen (der sie manchmal merklich überragt), sind die Horizontal-Streifen von stark leuchtender Färbung, dunkelrot bis feuerrot, nach oben etwa in orange, vielleicht sogar noch in gelb auslaufend.

Ueber ihnen, an der Stelle des eben verschwundenen Rosasaumes des Hauptpurpurlichtes zeigen sich in der Regel gelblichgrüne bis grünliche Färbungen von undurchsichtiger Beschaffenheit, die einen mit der Zeit an Breite zunehmenden Saum bilden, die oberen, farbarmen Horizontal-Streifen. Ohne scharfe Grenze (die sonst als oberer Dämmerungsbogen zu bezeichnen wäre) gehen diese Streifen in das immer wieder beobachtbare durchsichtig klare, weisslichblaue bis grüne Gebiet über, das nach wie vor als klarer Schein zu bezeichnen ist. Seine bald mehr kreisförmige, bald mehr bogenförmige Gestalt, sowie seine Ausdehnung sind stets sehr verschiedenartig, seine Lichtstärke ist wesentlich schwächer als zuvor.

Die ebenfalls kaum festzustellende obere Grenze dieses klaren Scheines (sie könnte als oberster Dämmerungsbogen bezeichnet werden) verliert sich in das anfangs noch fast die halbe Himmelshalbkugel umfassende, blau bis weisslichblau leuchtende Gebiet, das durch den allmählich wieder deutlicher werdenden Erdschattenbogen begrenzt ist und demnach ein gewaltiges Segment über der Sonnenstelle bildet, den Dämmerungsschein.

Jetzt senkt sich der Erdschattenbogen ausserordentlich rasch gegen die Sonnenstelle herab, verengert sich in azimutaler Richtung und lässt so den kleiner werdenden Dämmerungsschein immer deutlicher werden. Die unteren Horizontal-Streifen sinken in wesentlich langsamerem Schrittmass, die oberen Strei-

fen scheinen zunächst eher an Breite und Leuchtkraft zu gewinnen, das Verhalten des klaren Scheines ist überhaupt schwer zu beurteilen.

Dieser Zustand kann nun ohne merkliche Abweichung bis zum Ende der astronomischen Dämmerung andauern, d. h. bis alle diese Dämmerungsgebiete, eines nach dem andern, untergegangen und zuletzt auch der Dämmerungsschein den natürlichen Horizont erreicht hat. Zuweilen jedoch (aber lange nicht so häufig wie bei der Hauptpurpurdämmerung) tritt eine Unterbrechung dieses stetigen Verlaufes durch das Nachpurpurlicht ein.

2. An der Gegenstelle. Dieselbe bleibt endgültig im Dunkel des oberen Erdschattens, der sich ja bereits mit dem Erdschattenbogen gegen die Sonnenstelle zu heruntersenkt. Nur die untere Gegendämmerung, als undeutliche Grenze des aufsteigenden unteren Erdschattens, bringt einen matten Schimmer in das Dunkel hinein. Sie bildet einen lichtschwachen, farbigen (meist rötlichvioletten), oft recht hoch über den Horizont emporragenden Bogen, der etwa bei 7^0-8^0 Sonnentiefe erblasst Selbstverständlich wird dadurch auch der untere Erdschatten nicht mehr kenntlich, und überhaupt sind jetzt die Färbungen an der Gegenstelle ein für allemal erloschen.

b) Die Nachpurpur-Dämmerung.

Bei einer Sonnentiefe von etwa 7^0—8^0 wiederholt sich hin und wieder das Schauspiel des Purpurlichtes, wenn auch in etwas abweichender Weise und bedeutend lichtschwächer als beim Hauptpurpurlicht.

Der Dämmerungsschein mag noch eine Höhe von 20^0—40^0 über dem Horizont erreichen, so erscheint in einer Höhe, die in der Regel niedriger ist, als beim Hauptpurpurlicht, ein sehr undeutlicher Purpurfleck, der sich rasch ausbreitet, meist in horizontaler Richtung stärker als in vertikaler, und der bald das verschwommene, verhältnismässig dunkle, ziemlich lichtschwache, undurchsichtige, purpur- bis blauviolette Nachpurpurlicht bildet. Sein Maximum mag dasselbe erreichen, wenn die Sonne etwa 9^0 unter dem Horizont ist, die azimutale Ausdehnung kann bis 80^0, die Höhe vielleicht bis 40^0—50^0 anwach-

sen, nach unten wird es im allgemeinen kaum tiefer gehen als etwa 7° über dem Horizont.

Dieses Nachpurpurlicht ist oft starken Schwankungen an ein- und demselben Abend unterworfen, seine Gestalt kann auch wesentlich unsymmetrisch zum Sonnenpunkte werden, dagegen will man nie Strahlenbildung an ihm beobachtet haben, wie das beim Hauptpurpurlicht sonst so häufig auftritt. Ob es mit der unteren Gegendämmerung in ähnlichem Zusammenhange steht wie das Hauptpurpurlicht mit der oberen Gegendämmerung, könnte nach einigen, älteren Beobachtungen als nicht ganz unmöglich scheinen.

Das allmähliche Erlöschen des Nachpurpurlichtes ist bei seiner grossen Lichtschwäche wohl schwer zu ermitteln; die Angaben gehen auseinander, ob hier ein langsames Heruntersinken hinter den oberen Horizontal-Streifen stattfindet oder ob sich das Nachpurpurlicht (entgegen dem Verhalten des Hauptpurpurlichtes) wieder allmählich zusammenzieht und dann in Form eines Flecks (in geringerer Höhe als beim Entstehen) bei Sonnentiefen von 11°—12° entschwindet.

Die unteren, farbigen Horizontal-Streifen sind während der Entwicklung des Nachpurpurlichtes, manchmal schon bei seiner Entstehung wohl vollständig untergegangen, bei Sonnentiefen von 8° bis höchstens 13°; damit sind die letzten, wirklich «farbigen» Töne vom Himmel verschwunden; noch mögen die oberen, farbarmen Horizontal-Streifen in ihrem fahlen Schimmer einige Grade über den Horizont emporragen, durch Vermengung mit dem Dunststreifen ein graubraunes bis unreingrünliches Segment bildend, das durch den oberen Dämmerungsbogen nicht sehr deutlich begrenzt ist. Noch kann unter günstigen Umständen darüber der klare Schein, etwa in Gestalt eines durchsichtigen Bogenstreifens, sichtbar sein, meistens aber ist er kaum zu unterscheiden von dem Dämmerungsschein, der jetzt als deutliches, meist weisslichblaues Segment bei einer Sonnentiefe von 12° nur noch eine Höhe von 7°—12° erreichen mag.

c) Die farbarme Dämmerung.

Der eben beschriebene Zustand kennzeichnet bereits die farbarme Dämmerung, die mit Untergang der letzten rotgelben

Töne am Horizont tatsächlich begonnen hat und in Bezug auf Färbungserscheinungen nichts Neues mehr aufweist. Es wird überhaupt nun schwer, einzelne Gebiete zu unterscheiden, im allgemeinen wird man nur noch das Heruntersinken des Erdschattenbogens messend verfolgen können und mit ihm das allmähliche Verschwinden des Dämmerungsscheines. Dass derselbe nicht immer symmetrisch zum Sonnenpunkte ausgebreitet ist, ist eine neuerdings mehrfach beobachtete Erscheinung.

Ueber den Zeitpunkt des endgültigen Verschwindens des Dämmerungsscheines unter dem Horizont, also über das Ende der astronomischen Dämmerung, die theoretisch bei einer Sonnentiefe von —18° beendigt sein soll, sind die Angaben recht stark auseinandergehend. Es mag dies einerseits durch lokale Verhältnisse und meteorologische Einflüsse bedingt sein, andrerseits von der Ermüdung des Auges und seiner Empfindlichkeit für sehr schwache Lichteindrücke abhängig sein.

D. Die Nacht-Dämmerung.

Mit dem Untergang des Dämmerungsscheines ist, wie durch eine Reihe von Forschern, die unter sehr günstigen Umständen beobachtet haben, festgestellt wurde, die Dämmerung immer noch nicht beendet.

Es kann sich immer noch um die Sonnenstelle herum eine ganz matte, weisslich-blau schimmernde Zone zeigen, deren Lichtstärke zwar sehr gering aber doch von dem Blauschwarz des Nachthimmels deutlich zu unterscheiden ist. Dieser matte, nächtliche Schein, der meist erst dann merklich wird, wenn der Dämmerungschein untergegangen ist, nimmt auch eine mehr oder weniger segmentförmige Gestalt an, die je nach Umständen ziemlich halbkreisähnlich oder aber sehr flach, streifenförmig, werden kann, und die sehr unscharf gegen den eigentlichen Nachthimmel abgegrenzt ist. Diese Begrenzungslinie soll als Nachtbogen bezeichnet werden, seine Lage wird in der Regel ziemlich unsymmetrisch zum Sonnenpunkte.

Auch dieser nächtliche Schein senkt sich mit sinkender Sonne gegen den Horizont, kann aber noch bei beträchtlich tiefem Sonnenstande wahrgenommen werden; in unseren Breiten bleibt er im Sommer überhaupt über dem Horizont, ist um Mitter-

nacht als Mitternachtsbogen an der Nordstelle sichtbar und rückt gegen Morgen weiter ostwärts.

Dass dieser nächtliche Schein mehr oder weniger direkt mit dem Zodiakallicht in Zusammenhang steht, so dass auch dieses eigentlich einen Teil der Dämmerungserscheinungen bildet, mag hier zum Schluss beiläufig erwähnt werden.

IV. Die zurückgeworfenen Dämmerungsfarben (Alpenglühen).

Unter dem Einfluss der Abend- bezw. Morgenbeleuchtung nehmen alle Gegenstände gewisse Färbungen an, deren Mannigfaltigkeit natürlich ins Ungemessene steigt und deshalb keiner einheitlichen Beschreibung fähig ist. Aber, abgesehen von der Gegendämmerung, die eigentlich schon eine von der Atmosphäre selbst zurückgeworfene Dämmerungsfarbe ist, sind es zweierlei Gebilde, die in erster Linie für solche Färbungen in Betracht fallen: die Wolken und die schneebedeckten Abhänge des Hochgebirges.

Auch die Wolkenfärbungen weisen selbstverständlich eine kaum zu übersehende Mannigfaltigkeit auf; sie werden deshalb in der Regel nicht einer genaueren Untersuchung unterworfen, sondern gelten eher nur als störende Einflüsse, die sehr verschiedenartige Abweichungen von dem normalen Dämmerungsverlauf erzeugen. Soviel uns bekannt ist, besteht auch nur eine einzige, allgemeine Schilderung des Dämmerungsverlaufes am bewölkten Himmel, die allerdings die Hauptzüge recht befriedigend, wenn auch bei weitem nicht erschöpfend darstellt. Es ist dies eine Arbeit von J. J. Oppel: Das normale Abendrot und seine Modifikationen durch die Wolkengebilde des westlichen Horizontes. Jahresbericht des physikal Vereins zu Frankfurt a. M. p. 71—76. — 1867. — Es mag genügen, hier auf diese lesenswerte Arbeit hinzuweisen.

Ueber die Färbungen der Schneeflächen des Hochgebirges, das sog. Alpenglühen, liegt dagegen schon ein bedeutend grösseres, hauptsächlich schweizerisches Beobachtungsmaterial vor, so dass darüber ein allgemeines, allerdings nur in grossen Strichen gezeichnetes, schematisches Bild gegeben werden kann.

Eine eigenartige Schwierigkeit in der Schilderung dieses Alpenglühens liegt in den sich oft vollständig widersprechenden

Anwendungen ein und derselben Bezeichnung; diese Widersprüche haben wiederum ihre Ursache darin, dass die Beobachter meist ihre Blicke nur den Alpen zuwenden, sehr oft überhaupt gar keinen freien Blick gegen die Sonnenstelle haben und deshalb nicht im geringsten ahnen, was dort vor sich geht. Da zudem die meisten Beobachter nicht einmal den Zeitpunkt der verschiedenen Färbungsschwankungen aufzeichnen, ist es meist unmöglich, sich ein wirkliches Bild des Verlaufes der ganzen Erscheinung zu machen.[1])

Es ist deshalb wichtig, auch hier einheitliche Feststellungen zu treffen, wie sie sich am einfachsten an Hand der nachfolgenden Beschreibung eines normalen Alpenglühens an einem klaren Abend ergeben, unter der Voraussetzung, dass die Alpen sich ungefähr an der Gegenstelle befinden.

---

[1]) Anmerkung: Man sieht gelegentlich die Alpen prächtig glühen und dann etwa rasch erblassen und in nächtliches Grau sich hüllen; aber auf einmal breitet sich ein rötlicher Schimmer darauf aus, nimmt schnell zu, und der Beobachter bewundert staunend dieses herrliche, dunkle, «zweite Alpenglühen» oder «eigentliche Alpenglühen», das in magischer Pracht die höchsten Alpengipfel erfasst, langsam nach oben steigt und erlöscht. Wieder stehen die Alpen, zum zweiten Male, in ihrem «Leichengrau» melancholisch da und der Beobachter kann immer noch nicht seine Blicke von ihnen wegwenden. Und wirklich, nach 5—10 Minuten ergiesst sich noch einmal eine ganz matte, unbestimmte Färbung mit rosarotenfleischroten Tönen über die Alpen, die nur ganz langsam und unmerklich entschwindet, um die Schneeflächen in einem eigentümlich hellen Scheine zurückzulassen. — Entzückt spricht der Beobachter von diesem geheimnisvollen, dritten Alpenglühen, dessen seltener Anblick ihm vergönnt gewesen sei. — Hätte er aber einen Blick gegen Sonnenuntergang tun können, so hätte er gemerkt: 1., dass das Ende seines allerersten Alpenglühens nur durch eine am westlichen Horizont liegende dicke Wolkenbank verursacht wurde, hinter der sich die Sonne für einige Minuten versteckt hatte; 2., dass sein herrliches, zweites Alpenglühen nichts anderes war als das Ende des gewöhnlichen ersten Alpenglühens, das durch die direkte Sonnenbeleuchtung der Alpengipfel hervorgerufen wird; 3., dass sein drittes Alpenglühen nichts anderes war, als die unter normalen Umständen immer eintretende, zweite Rötung der Alpen, die als zweites Alpenglühen bezeichnet werden kann. Auch eine sorgfältige Aufzeichnung der Zeitpunkte, in denen diese drei beobachteten «Glühen» begannen und aufhörten, hätte ihm gestattet, durch Berechnung der Sonnenhöhen ohne weiteres einzusehen, dass er einen ganz gewöhnlichen, normalen Verlauf des Alpenglühens vor sich hatte.

Wenn die Sonne au einem wolkenlosen Himmel sich dem Horizonte nähert und sich etwa noch in 5° Höhe darüber befindet, zeigen die sonst bläulichweissen Schneeflächen einen deutlichen Stich ins Gelbliche, der allmählich ausgeprägter orange bis orangerot wird, während der sie überragende Himmel die bekannten Färbungen der Gegendämmerung annimmt. Die ausgesprochen rote Färbung nimmt bei Sonnenuntergang an Stärke und Sättigung noch erheblich zu, so dass etwa bei 1° Sonnentiefe die noch beleuchteten Alpengipfel in einem intensiven Rot erglänzen, als ob sie wirklich bis zur Rotglut erwärmt worden wären. Dies ist das eigentliche Alpenglühen (la coloration brillante), das oft als erstes Alpenglühen bezeichnet wird, und das wir lieber Hauptglühen benennen möchten, damit der Ausdruck ebenso gut für Morgendämmerungen, wie für Abenddämmerungen anwendbar sei.

Das Glutrot flüchtet sich nun ziemlich schnell gegen die äussersten Spitzen der Alpen, zuletzt leuchten nur noch die allerhöchsten Gipfel in mattem Dunkelrot, bis auch dieses den obersten Punkt der Gebirgskette verlassen hat. Die Sonne ist dabei schon merklich unter den Horizont gesunken (für die Berner-Alpen ungefähr 2°) und fast augenblicklich erscheint nun die Gesamtheit der Schneeflächen in einem eigentümlichen, gleichmässig farblosen Grauweiss, ohne ausgeprägte Schatten, das sehr bezeichnend leichengrau (teinte cadavéreuse) genannt wird. Es beginnt im Augenblick, da der Erdschatten die Alpen vollständig bedeckt.

Damit ist aber der Färbungsvorgang nicht beendet. Bei normalen Verhältnissen tritt immer eine mehr oder weniger lichtstarke, mehr oder weniger frühzeitige und mehr oder weniger lang andauernde neue Rötung der Schneeflächen auf, die als Nachfärbung bezeichnet werden dürfte. Bei genügender Lichtstärke erinnert auch sie an schwachglühende Körper, so dass von einem eigentlichen Nachglühen (résurrection) gesprochen werden kann, das der zeitlichen Reihenfolge nach als zweites Alpenglühen bezeichnet wird (welch' letztere Bezeichnung aber wieder für Morgendämmerungen irreführend ist). Diese Nachfärbung hat gewisse Eigentümlichkeiten: ihre Farbe ist in der Regel mehr gelbrot bis fleischrot oder rosenrot, ihr Ent-

stehen kann kaum von bestimmten Punkten aus verfolgt werden, sie übergiesst die gesamten Schneeflächen mit einem allgemeinen Schimmer, der keine deutlichen Schlagschatten wirft; noch viel weniger kann ihr Verschwinden etwa als ein langsames Heraufsteigen längs den Bergabhängen, wie dies beim Hauptglühen der Fall war, aufgefasst werden. Die Nachfärbung beginnt, etwa bei 3°—4° Sonnentiefe merklich zu werden und geht ungefähr mit der bürgerlichen Dämmerung (6° Sonnentiefe) zu Ende.

In Ausnahmefällen soll ein erneutes zweites Nachglühen, also ein eigentliches drittes Alpenglühen beobachtet worden sein, das bei Sonnentiefen von etwa 8° auftrat und bei ungefähr 11° wieder verschwand. Ueber die Frage endlich, ob das in später Nacht oft noch wahrnehmbare weisse Leuchten der Alpen, wobei sich dieselben auch bei mondlosem Himmel vom blauschwarzen Hintergrund deutlich abheben, ein Zurückwerfen des Lichtes des Dämmerungsscheines bezw. Nachtscheines sei oder eine eigentliche Phosphoreszenzerscheinung des Schnees, können wir hier nicht eintreten.

Anhang.

Anleitung zu Dämmerungsbeobachtungen.

Aus den bisherigen Erscheinungen erhellt, dass der normale Verlauf der Dämmerungsfärbungen eigentlich schon recht genau bekannt ist. Es wäre aber ein Irrtum, daraus den Schluss zu ziehen, dass weitere Beobachtungen nun überflüssig seien. Im Gegenteil, gerade die Kenntnis des normalen Verlaufs gibt den neueren Beobachtungen erst ihren vollen Wert. Abgesehen davon, dass einzelne Punkte noch nicht genügend aufgeklärt sind, wie z. B. das Verhalten des klaren Scheines, der Zusammenhang von Hauptpurpurlicht mit Gegendämmerung und Alpenglühen sowie der beiden Purpurlichter untereinander, der Einfluss feiner Cirrusschleier auf dieselben, die azimutalen Verschiebungen, das Verhalten der Nachtdämmerung usw. — abgesehen davon liegt der grosse Wert aller weiteren Beobachtungen einerseits darin, dass sie die Abweichungen vom Normalverlauf festzustellen gestatten, andrerseits, dass sie

eine statistische Uebersicht der Dämmerungserscheinungen ermöglichen.

Diese Abweichungen können durch rein subjektive Einflüsse, optische Täuschungen, Kontrastwirkungen, Ermüdungserscheinungen bedingt sein; nur ein Mitarbeiten vieler Beobachter wird es möglich machen, solche Einflüsse zu erkennen und auszuschalten. Die Abweichungen werden aber auch hauptsächlich vom Standort des Beobachters abhängen; sie sind bedingt durch die geographische Breite desselben, durch die Höhe über dem Meere, durch die nähere oder weitere Umgebung (Gebirgsgegend, Küstenland, Hochebenen, Täler), durch die Art und Weise wie der natürliche Horizont begrenzt ist, ja auch durch Gebirgs- und Landschaftsformationen weit ausserhalb desselben. Endlich üben natürlich in hohem Grade die meteorologischen Verhältnisse einen Einfluss auf den ganzen Dämmerungsverlauf aus und jedenfalls wird auch die Jahreszeit gewisse Abweichungen bedingen. Es ist nicht gleichgültig, die Ursachen dieser Abweichungen zu kennen; denn aus der Kenntnis derselben werden sich leicht Schlüsse auf die Ursachen der einzelnen Erscheinungen selber ziehen lassen, so dass eigentlich erst durch solche zahlreiche, unter den verschiedensten Bedingungen erfolgende Beobachtungen, ein tieferes Verständnis der physikalischen Natur der Dämmerungserscheinungen ermöglicht wird. Und da es sich dabei um Vorgänge handelt, die in höheren Gebieten unserer Atmosphäre stattfinden, so liegt hier ein für die ganze Meteorologie wichtiges Untersuchungsgebiet vor.

Auch die rein statistische Seite der Frage ist bedeutsam. Sie erfordert wiederum ein Mitarbeiten vieler Beobachter während länger dauernden Zeiträumen; aus dem gesamten Material lässt sich dann erst schliessen, ob gewisse allgemeine Gesetzmässigkeiten im Erscheinen der Dämmerungsfarben auftreten, ob dieselben eine Periodizität besitzen, ob besimmte atmosphärisch-optische Störungen auftreten oder nicht, usw.

Gerade diese statistischen Fragen machen es empfehlenswert, dass jeder Beobachter, auch derjenige, der nur über wenig Zeit verfügt und unter ungünstigen Umständen beobachten muss, sich es dennoch zur Pflicht macht, über jeden Abend eine bestimmte Notiz zu machen. Diese Notizen werden natur-

gemäss in vier Gattungen zerfallen. Oft wird der Beobachter verhindert sein, überhaupt auf den Abendhimmel einen Blick zu werfen: er notiert dann «Beobachtung unterblieben». Oefters wohl noch wird in unseren Breiten der Himmel derart bewölkt sein, dass an der Sonnenstelle bezw. an der Gegenstelle keinerlei merkliche Färbungen auftreten können; solche Abende gehören zur Gattung: «ungünstiger Abendhimmel». Wiederum mag es Zeiten geben, in denen zwar wohl eine Beobachtung möglich ist, aber doch unter gestörten Umständen, nur ganz flüchtig oder ziemlich verspätet oder von einem ungewohnten, ungünstig gelegenen Standort aus oder bei starker Bewölkung: solche Beobachtungen werden unter der Gattung «unvollständige Beobachtungen» zusammengefasst und immerhin so vollständig wie nur möglich beschrieben. Die vierte Gattung umfasst dann die Beobachtungen, die mit der gewünschten Sorgfalt durchgeführt wurden und die deshalb (auch wenn sie lange nicht den ganzen Dämmerungsverlauf umfassen) als «vollständige Beobachtung» bezeichnet werden dürfen.

Sollte eine solche fortlaufende Beobachtungsreihe nicht möglich sein (obgleich sie nochmals jedem Beobachter als besonders wertvoll ans Herz gelegt werden soll), so wird eben einfach der Beobachter jede ihm passende Gelegenheit ergreifen, um so genau wie möglich alles das zu schildern, was er gerade sehen kann, und so ein zwar sehr lückenhaftes, aber immer noch wertvolles Material liefern. Für Beobachter, die auf Reisen sind, wird wohl dies der einzig gangbare Weg sein.

Welcher Art aber auch die Beobachtung sein mag, so ist auf zwei Punkte ein ganz besonderes Gewicht zu legen: die Angaben über den Standort und die Zeitangaben.

Der Standort sollte immer so bezeichnet sein, dass aus den gemachten Angaben an Hand einer guten Karte die geographische Breite, die geographische Länge und die Höhe über Meer ermittelt werden kann. Wo es tunlich ist, wird man einen möglichst frei liegenden Punkt wählen, dessen natürlicher Horizont nicht allzusehr vom wahren Horizont abweicht, also nicht durch Baumgruppen, Häuser, Gebirge usw. stark beeinträchtigt ist, wenigstens nicht in der Richtung, in welcher man die Dämmerungserscheinungen beobachten will. Unter Umstän-

den wird man entweder nur die Erscheinungen an der Sonnenstelle, oder nur die an der Gegenstelle beobachten wollen; dann genügt es, wenn der Horizont nach der betreffenden Richtung hin frei ist. Beschränkt man sich auf Untersuchungen der Purpurlichter, so darf der natürliche Horizont mit seinen irdischen Hindernissen bis zu 5°—10° Höhe sich erheben. Erfolgt die Beobachtung von einem Zimmer aus, sogar hinter verschlossenen Fenstern, so ist dieselbe dadurch nicht wertlos, aber diese einschränkende Bedingung muss ausdrücklich angegeben werden. Werden fortlaufende Beobachtungen von einem Standort aus gemacht, so ist es wünschbar, eine möglichst genaue Schilderung des sich darbietenden natürlichen Horizontes (Höhe, Gestalt, Lage und etwa auch Entfernung der hemmenden Gegenstände) zu geben, woraus sich oft gewisse, rein örtliche Abweichungen des Normalverlaufes leicht erklären lassen. Werden verschiedene Standorte benutzt, so ist es wichtig anzugeben, wie weit der natürliche Horizont sich anders darstellt als vom Hauptstandorte aus.

Auf die Wichtigkeit der Zeitangaben kann nicht ausdrücklich genug hingewiesen werden. Beobachtungen, die nicht die einzelnen Zeitpunkte der notierten Erscheinungen enthalten, sind nahezu wertlos, da damit das für Vergleichungen wichtigste Moment, die zeitliche Entwicklung und die Abhängigkeit vom Sonnenstand, ausgeschaltet ist. Selbstverständlich gewinnen diese Zeitangaben in dem Masse an Wert, als sie wirklich genau und zuverlässig sind. Es ist dies ein Punkt, der natürlich oft grosse Schwierigkeiten macht. Kann der Beobachter nicht selber durch astronomische Messungen oder durch Vergleichungen mit eigenen ganz zuverlässigen Normaluhren (event. auch durch funkentelegraphische Zeitzeichen) seine Uhr kontrollieren, so sollte er doch so oft wie möglich (wenigstens zu den Zeiten, an denen er Beobachtungen machen kann) seine Uhrangaben mit einer ihm zugänglichen Normaluhr vergleichen, und daraus die Uhrkorrektion (Uhrablesung weniger mitteleuropäische Zeit) bestimmen. Als solche Normaluhr wird die Uhr der nächstliegenden Bahn- oder Telegraphenstation (im Innern der Station, nicht die aussen angebrachten, oft fehlerhaften Uhren) dienen können; am besten ist es, diese Vergleichung gerade in dem Zeitmoment

vorzunehmen, in welchem die betreffende Station von der Zentrale aus das telegraphische Zeitzeichen erhält. Hat man auf diese Weise die Uhrkorrektion an zwei nicht zu weit auseinanderliegenden Tagen bestimmt, so wird man mit genügender Sicherheit (sofern die Uhr des Beobachters einen nicht allzu unregelmässigen Gang besitzt) die Uhrkorrektion für die Zeitdauer der dazwischen beobachteten Dämmerungserscheinungen berechnen können. Diese Uhrkorrektion ist stets der Beschreibung der betreffenden Erscheinungen beizufügen, sie gibt den Unterschied der abgelesenen Uhrzeit und der wirklichen mitteleuropäischen Zeit an; sie ist positiv, wenn die Uhr vorgeht, negativ wenn sie nachgeht. — Wünschbar ist es, wenn auch die «Genauigkeit der Zeitangabe» jeder Beobachtungsreihe beigefügt wird. Dieselbe ist mit der Uhrkorrektion nicht zu verwechseln, sondern sie gibt an, innerhalb welcher Grenzen die vermittelst der Uhrkorrektion verbesserte Uhrablesung noch fehlerhaft sein kann; sie umfasst also sowohl die Unsicherheit, die in der Bestimmung der Uhrkorrektion, wie auch in der Ungenauigkeit der Zeitangabe der betreffenden Beobachtung liegt; womöglich sollte diese Genauigkeitsgrenze $\pm$ 30sec nicht überschreiten, oder doch nicht $\pm$ 1min; andernfalls wird die Zeitangabe so roh, dass nicht mehr viel damit angefangen werden kann.

Ueber die «vollständigen Beobachtungen» ist folgendes zu bemerken:

Dieselben können einen sehr verschiedenen Grad der Vollständigkeit erreichen. Zum allermindesten muss bei denselben das Datum, der Standort (unter Hinweis auf die genauere Schilderung desselben, die natürlich ein für allemal gegeben wird), die Uhrkorrektion[1]) und eine kurze Beschreibung der Bewölkungsverhältnisse der zu beobachtenden Himmelsgebiete (am besten um die Zeit des Sonnen-Unterganges bezw. -Aufganges herum), besonders am Horizont, gegeben sein[2]), spe-

---

[1]) Wenn möglich notiere man auch die «Genauigkeit der Zeitangabe.»

[2]) Wünschbar wird es sein, diese Beschreibung des Himmelszustandes möglichst zu erweitern; z. B. sollte auch der Bewölkungsgrad des ganzen Himmels in Zehnteln des bedeckten Himmelsgewölbes angegeben

ziell auch das Vorhandensein feiner Cirren. Der Verlauf des zu schildernden Dämmerungsabschnittes muss wenigstens alle 5 Minuten[3]) beobachtet und aufgezeichnet werden, bei rasch eintretendem Wechsel, wie er z. B. in der Hauptpurpurlichtdämmerung erfolgt, womöglich in viel kürzeren Zwischenräumen. Wichtig ist es, besondere Zeitpunkte möglichst genau zu ermitteln, so das Auftreten des Purpurflecks, das Maximum des Hauptpurpurlichtes, das Erlöschen desselben, ebenso das Erlöschen des Alpenglühens und der Beginn des Nachglühens, das Untergehen der Dämmerungsbogen usw.

In erster Linie wird der Beobachter die Erscheinungen der bürgerlichen Dämmerung an der Sonnenstelle verfolgen, also etwa vom Moment des scheinbaren Sonnenunterganges an während ungefähr einer halben Stunde. Dabei wird er sein Hauptaugenmerk auf die Entwicklung des Hauptpurpurlichtes, seine Lichtstärke, sein Farbenton[4]), seine Ausdehnung, seine Beschaffenheit richten, womöglich auch die übrigen Färbungserscheinungen (klarer Schein, Aureole, Horizontal-Streifen) mitbeobachten. Da das Nachpurpurlicht nicht regelmässig auftritt, ist es sehr wünschbar, die Beobachtungsdauer so lange auszudehnen (d. h. etwa bis 10 Minuten nach Erlöschen des Hauptpurpurlichtes), bis man sicher erkennt, dass kein Nachpurpurlicht sich zeigen will; bezw. wenn es innerhalb dieser Zeitdauer erschienen ist, sollte sein Verlauf nun bis zum Ende verfolgt und beschrieben werden.

---

werden (0 = wolkenlos, 10 = ganz bedeckt), dann die wichtigsten Bewegungsrichtungen der einzelnen Wolkengebilde, die Richtung des Windes am Beobachtungsstandort und seine Stärke (geschätzt nach der halben Beaufort-Skala: 0 = windstill, 6 = Orkan), das Himmelsblau im Zenit (1 = weisslichblau, 2 = blau, 3 = tiefblau), die Durchsichtigkeit der Luft gegen den Horizont hin (1 = dunstig, 2 = klar, 3 = äusserst klar), ebenso die Sichtbarkeit der Alpen. Von meteorologischen Elementen ist nur der Barometerstand und die relative Feuchtigkeit von Bedeutung.

[3]) Man gebe durch a (ante) oder p (post) an, ob es sich um Vor- oder Nachmittagszeiten handelt, z. B. $7^{p}\ 12^{m}$ = 7 Uhr 12 Minuten abends; $4^{a}\ 53^{m}$ = 4 Uhr 53 Minuten morgens.

[4]) Man verwende für die Lichtstärken die Skala p. 268, für die Farbentöne kann man gewisse Farbenskalen vereinbaren; solche sind beim Verfasser zu beziehen.

Ein anderer Beobachter wird die bürgerliche Dämmerung an der Gegenstelle untersuchen, namentlich dann, wenn ausser dem aufsteigenden Erdschatten und der Gegendämmerung das Alpenglühen bis und mit dem Nachglühen wahrzunehmen ist. Es ist dann wünschbar, die Beobachtung schon vor dem Sonnenuntergang zu beginnen — viel länger als eine halbe Stunde wird sie (in unsern Breiten) nicht anzudauern haben.

Selbstverständlich wird man immer eine gleichzeitige Beobachtung der Sonnenstelle und der Gegenstelle anzustreben suchen; die vorhin erwähnte Zweiteilung ist nur ein Notbehelf.

Für statistische Feststellungen wird der Verlauf der bürgerlichen Dämmerung immer in erster Linie wichtig sein, speziell das Auftreten bezw. Nicht-Auftreten der beiden Purpurlichter. Aber auch das Studium der Tag-Dämmerung, der astronomischen Dämmerung ja sogar der Nacht-Dämmerung darf nicht vernachlässigt werden, und sollte von Beobachtern, die einen geeigneten Standort haben und über die nötige Zeit verfügen, so regelmässig wie möglich verfolgt werden. — Jeder Beobachter wird sich eben das Gebiet auswählen, das seinen Interessen und den Bedingungen, unter denen er beobachten kann, am besten entspricht.

Hier mag auch besonders auf die Morgendämmerungen hingewiesen werden, die aus naheliegenden Gründen meist viel weniger beachtet werden, als die Abenddämmerungen. Aber gerade deshalb liegt hier ein Gebiet vor, das den Beobachter wegen seiner Neuheit noch viel mehr reizen dürfte und das deshalb auch ganz besonders empfohlen werden mag (man beginne womöglich schon eine Stunde vor dem wirklichen Sonnenaufgang).

Der Beobachter, der im Sinne dieser Anleitungen an das Studium der Dämmerungserscheinungen herantritt, wird bald auf unerwartete Schwierigkeiten stossen. Einesteils wird er Mühe haben, die in Wirklichkeit auftretenden Färbungen in das von uns gegebene Schema hineinzupassen; darüber darf er sich nicht verwundern, da eben die Natur stets mannigfaltiger ist als schematische Einteilungen, zudem bedingen die Bewölkungs-

verhältnisse zahlreiche Abänderungen; dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Wolkenfärbungen selber, so farbenprächtig und interessant sie auch sein mögen, immer nur Störungserscheinungen sind und deshalb im allgemeinen nicht besonders notiert werden (ausser im Fall, dass ein Beobachter gerade diese Erscheinungen zu seinem Spezialstudium machen möchte); nur die Färbungen sehr feiner Federwolken (Cirren), die für den ganzen Dämmerungsverlauf bedeutsam sein können, sowie auch das ausnahmsweise bis in die Nacht auftretende Leuchten einzelner Wolken (leuchtende Nachtwolken) sollte stets genau beachtet werden. Andererseits wird der Beobachter bald merken, wie die Lichteindrücke ein und desselben Himmelsgebietes in ganz kurzen Zeiträumen sehr stark schwanken können, je nach der Ermüdung des Auges, je nach der Beleuchtung der nächsten Umgebung, je nach der Art und Weise, in welcher der Beobachter sein Auge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beobachtungen gebraucht hat. Man suche sich von diesen subjektiven Störungen möglichst frei zu halten, indem man namentlich anfangs sein Auge durch die untergehende Sonne nicht blenden lässt und überhaupt die zu beobachtenden Färbungen nicht lange fixiert, sondern rasch aber bestimmt beobachtet (was natürlich nicht immer möglich ist). Die Beobachtungen werden am einfachsten fortlaufend, möglichst kurz und einfach, immer mit der betreffenden Zeitangabe, aufgezeichnet. Erst nachher wird man dann diese Aufzeichnungen in passender Weise übersichtlich zusammenstellen.[1]) Sonst lasse man sein Auge zwischen zwei Beobachtungen womöglich auf dunklere Partien blicken und ausruhen.

Bekanntlich erscheinen alle diese Färbungen viel deutlicher und farbenprächtiger, wenn man sie verkehrt ansieht, bei nach unten geneigtem Kopf; überhaupt wird schon eine seitliche Neigung des Kopfes scheinbare Aenderungen in den Lichteindrücken hervorrufen; auch kann man durch sanftes Schütteln des Kopfes eine gewisse Ermüdung des Auges wieder beheben; auf alles das muss geachtet werden, wenn man an ein- und demselben Abend vergleichbare Resultate erzielen will.

---

[1]) Geeignete Formulare für solche Zusammenstellungen stehen den Beobachtern beim Verfasser zur Verfügung.

Während demnach Angaben über Lichtstärke und Farbenton einen sehr unsichern und subjektiven Charakter haben, wird man in Bezug auf die Ausdehnung der einzelnen Dämmerungsgebiete durch Messungen mit einfachen Instrumenten bessere Resultate zu erzielen suchen. Es kann sich dabei nur um Messung von Höhenwinkeln und Azimutwinkeln handeln, wodurch die Lage gewisser Punkte (obere, untere und seitliche Begrenzung der Purpurlichter, Lage des Maximums der Purpurlichter, höchste Stelle des obern und untern Dämmerungsbogens, namentlich auch höchste Stelle des Erdschattenbogens, sowie Höhe und seitliche Ausdehnung der Gegendämmerung, des Dämmerungsscheines und Nachtscheines, Gestalt und Lage der Aureole und des klaren Scheines usw.) bestimmt wird. Bei der mangelhaften Schärfe der in Betracht fallenden Erscheinungen kommt es dabei nicht auf grosse Gewandtheit an (sie wird selten über $^1/_2{}^0$ gehen), so dass nicht etwa feine, astronomische Instrumente mit Fernrohren, sondern ganz einfache Visiervorrichtungen an vertikal bezw. horizontal geteilten Kreisen zu verwenden sind.[1]) Mit einiger Uebung wird es leicht sein, in den Zwischenräumen von je 5 Minuten (in denen die

[1]) Hellmann gibt dafür folgende Ratschläge: Zu Messungen eignet sich am besten ein möglichst einfacher Quadrant mit Visierlineal, wie man sich denselben leicht herstellen lassen kann. Zur besseren Unterscheidung der Farben, welche im Vertikal der Sonne in horizontalen, bezw. nach oben gekrümmten Schichten übereinandergelagert sind, habe ich mich eines eigentümlichen Mittels bedient, auf das ich ganz zufällig aufmerksam wurde. Es besteht darin, den Kopf so zu neigen, dass die Verbindungslinie des Auges senkrecht zum Horizonte steht. Es ist mir bei solcher Augenstellung stets leichter, die Grenze zwischen zwei benachbarten horizontalen Farbenschichten, welche allmählich in einander überzugehen scheinen, zu fixieren, als bei normalem Sehen. Auch habe ich einen, wohl von Astronomen erdachten Behelf, das durch stetiges Hinsehen nach einer Stelle am Himmel mit schwachen Lichtobjekten ermüdete Auge durch sanftes Bewegen des Kopfes ausruhen zu lassen und zu stärken, bisweilen mit Erfolg angewendet. Im übrigen bediente ich mich eines einfachen Lichtschirmes zur Abblendung einzelner Farben (Zeitschr. der österr. Ges. für Meteorologie, Bd 19, p. 64; 1884).

Sehr empfehlenswert ist der Pressler'sche Ingenieur-Messknecht (im Verlag von Moritz Perles, Wien, für Fr. 4.— zu beziehen), der zuerst von A. Riggenbach in Basel für solche Messungen verwendet wurde. Er ist aus Karton aufgebaut, ohne weiteres zusammenlegbar

allgemeinen Beobachtungen gemacht werden) eine Anzahl solcher Messungen einzuschalten, ohne dass das Auge zu sehr ermüdet wird. Man achte aber darauf, dass der zu messende Punkt nicht lange zum voraus fixiert werden darf, sondern dass jede solche Messung möglichst rasch und bestimmt ausgeführt werde. Die genaue Angabe des zugehörigen Zeitpunktes ist natürlich bei Messungen besonders wichtig.

Selbstverständlich kann der einzelne Beobachter noch nach den verschiedensten Seiten hin seine Dämmerungsstudien erweitern, so z. B. durch Zeichnungen, durch farbige Darstellungen, durch Photographie, speziell Farbenphotographie, ferner durch Beobachtungen mit verschiedenen monochromatisch gefärbten Gläsern, durch spektroskopische (ev. spektrographische) Beobachtungen, durch photometrische, aktinometrische, photoelektrische und radiometrische Messungen; endlich durch Messungen der Polarisation, sowie durch Bestimmung der Lage der sogen. neutralen Punkte von Babinet und Arago; ja auch luftelektrische Messungen könnten eventuell wertvolle Zusammenhänge mit den Dämmerungserscheinungen zeigen. — Da es sich bei alledem um Spezialuntersuchungen handelt, so begnügen wir uns mit der beiläufigen Erwähnung derselben.

Zum Schluss lassen wir noch zwei Tabellen folgen, die uns in freundlicher Weise von Dr. S. Mauderli, Dozent der Astronomie an der Universität in Bern, überlassen wurden, und die dem Beobachter zur allgemeinen Orientierung behilflich sein können (p. 310—312).

1. Die Angaben des Zeitpunktes des wirklichen Sonnen-Auf- bezw. Unterganges beziehen sich auf die mittlere Ortszeit und sind demnach stets auf mitteleuropäische Zeit umzurechnen. Zu dem Zweck muss der Beobachter die geographische Länge seines Standortes (östlich von Greenwich) kennen, und zwar in Stunden und Minuten ausgedrückt ($1^0 = 4$ Min.,

---

(20,5 × 11 × 1 cm) und kann also wie eine einfache Brieftasche getragen werden; seine Gradteilung geht auf $^1/_2{}^0$.

Für gewisse Messungen ist auch der verbesserte Jakobsstab; Kassners Taschenwinkelmesser zu empfehlen. Er befindet sich in Etui von 32,5 × 7 × 3 cm, hat 230 gr Gewicht, ist bei Dennert & Pape in Altona (Mk. 15.—) zu beziehen.

1′ = 4 Sek.). Die Zeitkorrektion ist = 1^h — geographische Länge; diese Zeitkorrektion ist der mittleren Ortszeit beizufügen, um die entsprechende mitteleuropäische Zeit zu erhalten.[1]) Z. B. für die Sternwarte Bern ist die geographische Länge = 7° 26′,5 = 29 Min. 46 Sek., also die Zeitkorrektion: + 30 Min. 14 Sek.

2. Die Angaben über ⊙Höhe und ⊙Azimut (für 47° nördl. Breite berechnet) gestatten für die drei extremsten Fälle (längster Tag, Tag- und Nachtgleiche, kürzester Tag) ungefähr die Lage der Sonne unter dem Horizont aus der Uhrablesung zu ermitteln, und umgekehrt sich Rechenschaft zu geben, wie viel Zeit seit dem Augenblick des Sonnen-Unterganges abgelaufen ist, bis die Sonne eine bestimmte Tiefe unter dem wahren Horizont erreicht hat.

Zeit und Azimut sind dabei nur relativ angegeben, vom Moment an, wo der Sonnenmittelpunkt den wahren Horizont schneidet. Die Angaben für die Sonnenhöhe —35′ sind eingeschaltet, weil dieselbe unter Berücksichtigung der astronomischen Strahlenbrechung, den Augenblick des wirklichen Sonnenunterganges (bezw. -aufganges) angeben.

---

[1]) Die wahre Ortszeit, die dem wirklichen Sonnenlauf entspricht und die durch eine richtig gehende Sonnenuhr gemessen wird (12 Uhr, wenn der Sonnenmittelpunkt durch den Meridian des Beobachters geht) ergibt sich aus der mittleren Ortszeit durch Subtraktion der Zeitgleichung, deren Wert in den astronomischen Jahrbüchern angegeben ist. — Beiläufig sei erwähnt, dass in unseren Breiten (47° nördl.) eine Distanz von 1853 m im Meridian einen Unterschied in der Breite von 1′ und eine Distanz von ca. 317 m im Parallelkreis einen Zeitunterschied von 1 Sek. ausmacht.

I. Tabelle der wirklichen Sonnen-Auf- und -Untergangszeiten von 5 zu 5 Tagen.

Datum		$\varphi = 46^0$		$\varphi = 47^0$		$\varphi = 48^0$	
1916		Mittlere Ortszeit des wirklichen Sonnen-					
		Aufgangs	Untergangs	Aufgangs	Untergangs	Aufgangs	Untergangs
Januar	1	7h 44m	4h 22m	7h 48m	4h 18m	7h 53m	4h 13m
	6	7 44	4 28	7 48	4 24	7 53	4 19
	11	7 43	4 33	7 47	4 29	7 51	4 25
	16	7 40	4 40	7 44	4 36	7 48	4 32
	21	7 36	4 46	7 40	4 42	7 44	4 38
	26	7 32	4 52	7 35	4 49	7 38	4 46
	31	7 27	4 59	7 30	4 56	7 33	4 53
Februar	5	7 21	5 07	7 24	5 04	7 26	5 02
	10	7 14	5 14	7 16	5 12	7 19	5 09
	15	7 06	5 22	7 08	5 20	7 10	5 18
	20	6 59	5 29	7 00	5 28	7 02	5 26
	25	6 50	5 36	6 52	5 34	6 53	5 33
März	1	6 40	5 44	6 42	5 42	6 43	5 41
	6	6 32	5 50	6 33	5 49	6 34	5 48
	11	6 23	5 57	6 24	5 56	6 24	5 56
	16	6 13	6 05	6 14	6 04	6 14	6 04
	21	6 03	6 11	6 04	6 10	6 05	6 09
	26	5 54	6 18	5 54	6 18	5 53	6 19
	31	5 44	6 24	5 44	6 24	5 43	6 25
April	5	5 35	6 31	5 34	6 32	5 33	6 33
	10	5 25	6 37	5 24	6 38	5 23	6 40
	15	5 16	6 44	5 14	6 46	5 13	6 47
	20	5 07	6 51	5 06	6 52	5 04	6 54
	25	4 58	6 58	4 56	7 00	4 54	7 02
	30	4 50	7 04	4 48	7 06	4 45	7 09
Mai	5	4 43	7 10	4 40	7 13	4 38	7 16
	10	4 36	7 16	4 33	7 19	4 30	7 22
	15	4 30	7 22	4 27	7 25	4 24	7 28
	20	4 24	7 28	4 20	7 32	4 17	7 35
	25	4 20	7 34	4 16	7 38	4 13	7 41
	30	4 15	7 39	4 12	7 42	4 08	7 46
Juni	4	4 13	7 43	4 10	7 46	4 06	7 50
	9	4 12	7 46	4 08	7 50	4 04	7 54
	14	4 10	7 50	4 06	7 54	4 02	7 58
	19	4 11	7 51	4 06	7 54	4 02	7 58
	24	4 12	7 52	4 08	7 56	4 03	8 01
	29	4 14	7 52	4 10	7 56	4 06	8 00
Juli	4	4 17	7 51	4 13	7 55	4 09	7 59
	9	4 20	7 50	4 16	7 54	4 13	7 57
	14	4 24	7 48	4 21	7 51	4 18	7 54

Datum		$\varphi = 46^0$		$\varphi = 47^0$		$\varphi = 48^0$	
1916		Mittlere Ortszeit des wirklichen Sonnen-					
		Aufgangs	Untergangs	Aufgangs	Untergangs	Aufgangs	Untergangs
Juli	19	4h 29m	7h 43m	4h 26m	7h 46m	4h 23m	7h 49m
	24	4 35	7 37	4 32	7 40	4 28	7 44
	29	4 40	7 32	4 37	7 35	4 34	7 38
August	3	4 47	7 25	4 43	7 28	4 41	7 31
	8	4 53	7 19	4 50	7 22	4 48	7 24
	13	4 58	7 12	4 56	7 14	4 53	7 17
	18	5 05	7 03	5 03	7 06	5 00	7 08
	23	5 11	6 55	5 10	6 56	5 08	6 58
	28	5 17	6 45	5 16	6 46	5 14	6 48
Sept.	2	5 24	6 36	5 22	6 37	5 21	6 38
	7	5 30	6 26	5 29	6 27	5 28	6 28
	12	5 35	6 17	5 34	6 18	5 34	6 18
	17	5 42	6 08	5 42	6 08	5 42	6 08
	22	5 49	5 57	5 48	5 58	5 48	5 58
	27	5 54	5 48	5 54	5 48	5 55	5 47
Okt.	2	6 01	5 37	6 02	5 36	6 02	5 36
	7	6 08	5 28	6 09	5 27	6 10	5 26
	12	6 15	5 19	6 16	5 18	6 17	5 17
	17	6 20	5 10	6 22	5 08	6 24	5 06
	22	6 29	5 01	6 30	5 00	6 31	4 58
	27	6 35	4 53	6 37	4 51	6 39	4 49
Nov.	1	6 43	4 45	6 45	4 43	6 47	4 41
	6	6 50	4 38	6 52	4 36	6 55	4 33
	11	6 56	4 32	6 59	4 29	7 02	4 26
	16	7 04	4 26	7 07	4 23	7 10	4 20
	21	7 10	4 22	7 14	4 18	7 17	4 15
	26	7 16	4 18	7 20	4 14	7 24	4 10
Dez.	1	7 23	4 15	7 26	4 11	7 31	4 07
	6	7 28	4 14	7 32	4 10	7 37	4 05
	11	7 33	4 13	7 38	4 08	7 42	4 04
	16	7 37	4 15	7 42	4 10	7 47	4 05
	21	7 40	4 16	7 44	4 12	7 49	4 07
	26	7 43	4 19	7 48	4 14	7 52	4 10
	31	7 44	4 22	7 48	4 17	7 53	4 13

II. Tabelle des Sonnenlaufes, für $\varphi = 47^0$.

$\delta = +23^1/_2{}^0$, Sommer-Sonnenwende.

Zeit	0h 0m	0h 3m	0h 15m	0h 30m	0h 46m	1h 3m	1h 21m	2h 16m	4h 9m
⊙ Höhe	0°	—35′	—2°	—4°	—6°	—8°	—10°	—15°	—19° 30′
⊙ Azimut	0°,0	0°,8	2°,7	5°,6	8°,6	12°,0	15°,7	27°,4	54°,2

$\delta = 0^0$, Tag- und Nachtgleiche.

Zeit	0h 0m	0h 3m	0h 12m	0h 24m	0h 35m	0h 47m	0h 59m	1h 29m	2h 0m
⊙ Höhe	0°	—35′	—2°	—4°	—6°	—8°	—10°	—15°	—20°
⊙ Azimut	0°,0	0°,5	2°,0	4°,0	6°,4	8°,7	11°,0	16°,7	35°,6

$\delta = -23^1/_2{}^0$, Winter-Sonnenwende.

Zeit	0h 0m	0h 4m	0h 14m	0h 28m	0h 41m	0h 54m	1h 7m	1h 39m	2h 10m
⊙ Höhe	0°	—35′	—2°	—4°	—6°	—8°	—10°	—15°	—20°
⊙ Azimut	0°,0	0°,8	2°,6	5°,1	7°,4	9°,7	11°,9	17°,3	22°,4