© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ueber das Blau in der Natur

von

Dr. **H. Steinmetz.**

Von allen Farben, welche wegen ihres häufigen Auftretens unsere Aufmerksamkeit besonders erregen, nimmt nach dem Grün der Vegetation unstreitig das Blau die erste Rolle ein. Ueber uns wölbt sich der blaue Himmel, Seen und Meere schimmern in mehr oder weniger reinem Blau, ein blauer Duft verschönt das ferne Gebirge und aus der Tiefe der Gletscherspalten strahlt uns wieder ein herrliches Blau entgegen. Im Gegensatz zum Grün gehört also das Blau in der Natur vorwiegend der anorganischen Schöpfung an, der Luft und dem Wasser. Es darf nicht wunder nehmen, wenn man schon seit langem nach der Ursache des Himmelsblaues geforscht hat und schon Männer wie Lionardo da Vinci darüber Betrachtungen angestellt haben. Eher mag es den Laien in Erstaunen setzen, dass eine Frage von so allgemeiner Wichtigkeit selbst heute noch kaum übereinstimmend erklärt wird. Es mag ihm dies aber zugleich ein Hinweis sein auf die Schwierigkeit des Problemes, zu dessen weiterem Bekanntwerden folgende Zeilen einen kleinen Beitrag liefern sollen.

Wenden wir uns zuerst zur Farbe des Himmels.

Da die Quelle unseres Lichtes, die Sonne, Strahlen von jeder Wellenlänge und damit jeder Farbe enthält, die uns in ihrer Gesamtheit als weiss erscheinen, so kann eine Farbe, auch die des Himmels, nur dann zustande kommen, wenn von den vielen Strahlen eine Auswahl getroffen wird, d. h. gewisse Strahlengattungen vernichtet und andere erhalten werden. Eine solche Auslese kann nun auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden: auf dem der Reflexion und dem der Absorption.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Beim ersteren ist der mechanische Zustand des betreffenden Körpers Ausschlag gebend für die Farbe, während diese im anderen Falle von der chemischen Natur des gefärbten Körpers abhängt. Obwohl Farbenerzeugung nach dem ersten Prinzip seltener auftritt, soll ihm doch hier aus Zweckmässigkeitsgründen zuerst unsere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Wie sehr vom Verteilungszustande eines Körpers dessen Farbe abhängig ist, dürfte hinlänglich bekannt sein; es sei nur daran erinnert, dass, je feiner gepulvert eine Substanz ist, desto heller auch ihre Farbe erscheint, diese somit also von der Beschaffenheit der reflektierenden Oberfläche beeinflusst wird. Für unsere Zwecke sind aber hauptsächlich jene auffälligen und ganz einheitlichen Erscheinungen von Wichtigkeit, welche beim Suspendieren von sehr kleinen Teilchen in ungefärbten Medien irgend welcher Art auftreten Solche Gebilde lassen sich leicht erhalten; man giesst z. B. einige Tropfen einer alkoholischen Harzlösung unter Umrühren in Wasser. Das Harz, welches zwar in Alkohol, nicht aber in Wasser löslich ist, scheidet sich aus diesem in Form von ausserordentlich kleinen Tröpfchen aus, welche sich als feine Trübung im Wasser schwebend erhalten. Bei geeigneter Behandlung kann man viele andere Stoffe, Fett, Schwefel u. s. w. in ähnliche Emulsionen bringen. Auch in Gasen — der Luft z. B. — kann man Niederschläge von ebensolcher Feinheit erzeugen, wie es Tyndall bei der Herstellung seiner aktinischen Wolken getan hat, oder es beim allbekannten Cigarrenrauch der Fall ist. Alle diese feinen Trübungen zeigen übereinstimmend und ohne Abhängigkeit von der chemischen Natur des feinverteilten Stoffes folgendes Verhalten: Betrachtet man sie gegen einen dunklen Hintergrund, so erscheinen sie blau, gegen einen hellen dagegen gelblich bis rötlich. Sendet man durch die Emulsion einen Lichtstrahl und betrachtet ihn seitlich mit einem Nikol'schen Prisma, so erweist er sich als senkrecht zu seiner Fortpflanzungsrichtung polarisiert. Dabei ist ferner noch zu beachten, dass bei grösserwerden der emulgierten Teilchen das Blau allmählich in weiss übergeht, ohne dass vorher noch eine andere Farbe auftritt.

Es ist das Verdienst Goethes zum ersten Male die feinen Trübungen in farblosen Medien zur Erklärung des Himmelsblaues herangezogen zu haben, indem er dessen Enstehung als eine jenen analoge von schwebenden Teilchen erzeugt betrachtete.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Freilich eine eigentliche Erklärung konnte er nicht geben; er führte das Himmelsblau eben nur auf eines seiner „Urphaenome“ zurück, dem zufolge aus dem Dunklen, das von einem beleuchteten trüben Medium förmlich aufgehellt wurde, Blau entstehen muss, während das Helle von einem solchen in Gelb bis Rot abgeschwächt wird. Das wesentliche für unser Problem ist also, dass Goethe die Luft als trübes Medium auffasste, die gegenüber dem schwarzen Weltenraum und der hellen Sonne eben das Blau des Himmels und das Rot der Dämmerung hervorrufen musste.

Vermochte Goethe nun auch keine vollständige Erklärung des Himmelslichtes zu geben, so blieb doch seine Anschauung, den Grund für das Blau in einer feinen Trübung der Luft zu suchen, bis zum heutigen Tage bestehen. Der erste, welcher die Erscheinungen der trüben Medien nach den Grundsätzen der Wellentheorie des Lichtes erklärte, war Lord Rayleigh. Experimentelle Prüfung und Bestätigung erfuhren sie hauptsächlich durch die Arbeiten Tyndalls. Nach Rayleigh erklärt sich die Bildung des blauen Farbentones in fein getrübten Medien wie folgt: da von den Lichtwellen verschiedener Farben die blauen am kleinsten sind, so müssen diese schon von sehr kleinen Teilchen reflektiert werden, während die grösseren Wellen des grünen, gelben und roten Lichtes über jene Teilchen, ohne gestört zu werden, hinweglaufen, ebenso wie die grosse Brandungswelle über einen Stein ohne Brechung überflutet, an welchem kleine Kräuselwellen reflektiert werden. Betrachten wir also eine Harzemulsion gegen eine dunkle Fläche, (während sie seitlich beleuchtet ist) so gelangen in unserer Auge nur diejenigen Strahlen, welche von den kleinen Teilchen reflektiert werden, und das sind eben infolge ihrer kleinen Wellenlänge nur die blauen. Befindet sich dagegen das Auge in der Richtung des durch die Flüssigkeit gehenden Lichtes, so muss ihm dasselbe in einem rötlichen Farbenton erscheinen, weil es beim Passieren der Emulsion seiner blauen Strahlen (infolge der Reflexion) beraubt wurde. So kann also die Reflexion eines Teiles des weissen Lichtes Anlass geben zur Erzeugung einer Farbe. Die Anwendung des Rayleigh'schen Prinzipes auf die Farbe des Himmels ist ohne weiteres klar; die feine Trübung der Luft reflektiert gegen den dunklen Weltenraum gesehen nur die blauen Strahlen des Sonnenlichtes, und erscheint am Morgen und Abend, wo die grössten Luftschichten durchstrahlt werden, in rötlichen Farbentönen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Welchen Körperchen die Luft ihre feine Trübung eigentlich verdankt, ist nicht ganz leicht zu sagen; gewöhnlich aber werden von den Anhängern dieser Theorie Wasserteilchen dafür verantwortlich gemacht.

Doch warum sollte sich die blaue Farbe des Himmels nicht viel einfacher nach dem häufiger vorkommenden Fall der Absorptionsfarben erklären lassen? Ein blaues Glas ist blau, weil eine chemisch so zusammengesetzte Substanz wie diese Glassorte eben die Eigenschaft hat, die gelben und roten Strahlen des weissen Lichtes zu vernichten und vorzüglich nur die blauen bestehen zu lassen. Dieselbe Eigenschaft braucht man nur von der Luft nachzuweisen und man hat dann das Himmelsblau auf einem viel einfacheren Wege erklärt als mit dem immerhin ziemlich komplizierten Rayleigh'schen Prinzip. Um dem Einwande, dass dann vor allem das direkt strahlende Sonnenlicht blau erscheinen müsste, zu begegnen, braucht man sich nur der relativen Intentitätsverschiedenheiten der direkten Sonnenstrahlen und des von der Luft reflektierten Lichtes erinnern. Die Lichtquelle ist nämlich in dem einen Falle so ungleich stärker, als im anderen, dass wir beim direkten Sonnenlicht die Absorption überhaupt nicht mehr wahrzunehmen vermögen, dagegen wohl bei dem relativ schwachem Himmelslichte, in dessen Hintergrunde der lichtlose Raum liegt.

Es fragt sich nun, welches von beiden Prinzipien sich mit den Eigenschaften der Atmosphäre am besten vereinigen lässt, das der Absorption oder der Reflexion. Dass das letztere überhaupt so lange Zeit dem ersteren von vorne herein vorgezogen wurde und fast für das einzig in Betracht kommende gehalten wurde, ist wohl in dem Umstand begründet, dass das ganze blaue Himmelslicht reflektiertes Licht ist. Ferner erhielt das Rayleigh'sche Prinzip auch dadurch eine mächtige Stütze, dass man entdeckte, das Himmelslicht sei ganz in der nämlichen Weise polarisiert, wie es die feinen Trübungen zeigen, also senkrecht zur Richtung der beleuchtenden Strahlen, in unserem Fall senkrecht zu den Sonnenstrahlen. Diese Art von Polarisation entsteht *immer* bei der Reflexion an sehr kleinen Teilchen; zeigte sie sich also an dem *blauen* Himmelslicht, und das schien der Fall zu sein, so war damit der unwiderlegliche Beweis erbracht, dass das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

blaue Licht in der Reflexion an kleinen Körperchen seinen Ursprung habe. Allein bei eingehenden Untersuchungen stellte sich heraus: Polarisation und blaue Farbe des Himmels sind zwei von einander ganz unabhängige Erscheinungen, die zufällig neben einander auftreten und daher mit einander in Beziehung gebracht wurden. Nach den Versuchen von Spring kann man das leicht beweisen, wenn man den Himmel durch eine Lösung von Ferrisulfocyanat betrachtet. (Eisenchlorid mit einigen Tropfen Rhodanammon oder Kalium). Die rotgelbe Färbung der Lösung ist der blauen Himmelsfarbe genau komplementär und löscht sie infolge dessen ganz aus. Dagegen hat die Lösung nicht den mindesten Einfluss auf die Polarisation, die nicht einmal in ihren quantitativen Verhältnissen gestört wird. Anderseits kann man auch den umgekehrten Versuch machen und das polarisierte Licht mit einem Nikol auslöschen; es wird dann der übrig bleibende Teil nicht schwarz, sondern dunkelblau erscheinen, was nur möglich ist bei Vorhandensein von blauem unpolarisierten Licht. Man hat bei diesem Versuche nur dafür Sorge zu tragen, dass vom Auge das helle Tageslicht abgeblendet wird, welches die Beurteilung des im Nikol gesehenen Farbentones unsicher machen würde. So können es also nicht die nämlichen Teilchen sein, welche blaues Licht und Polarisation erzeugen, und doch müssten es dieselben sein, wenn das Himmelsblau analog dem Blau der trüben Flüssigkeiten entstünde. Wir können daher im Himmelslichte zwei Teile unterscheiden, einen blauen nicht polarisierten und einen polarisierten ohne bestimmte Farbe.

Gewinnt also die zweite Theorie — blau ist die Eigenfarbe der Luft — schon auf dem indirekten Wege des Ausschlusses der anderen an Wahrscheinlichkeit, so wird sie ausserdem auch noch von positiven Tatsachen wesentlich unterstützt. Fast 21 Volumteile der atmosphärischen Luft bestehen aus Sauerstoff; dieser ist nun in den geringen Mengen in denen wir ihn in Laboratorien sehen können, ein farbloses Gas. Verdichtet man ihn aber zu einer Flüssigkeit, so besitzt er eine deutlich blaue Farbe die natürlich auch dann zur Erscheinung kommen muss, wenn man durch eine grosse Schicht gasförmigen Sauerstoffs blickt.

Eine Ueberschlagsrechnung kann uns zeigen, dass die in der Atmosphäre vorhandene Sauerstoffmenge wohl genügen muss, um einen blauen Himmel hervorzurufen. Der Druck

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Luft pro cm.^{2} ist gleich dem einer Quecksilbersäule von 760 cm. Höhe auf der gleichen Fläche. Dieser Druck setzt sich zusammen aus dem Druck des Stickstoffs und des Sauerstoffes der Atmosphäre, welche aus rund $^1/_5$ Sauerstoff und $^4/_5$ Stickstoff besteht. Die spezifischen Gewichte der beiden Gase und damit auch ihre Drucke verhalten sich wie 16:14. Bezeichnen wir den Partialdruck des Sauerstoffes mit x, den des Stickstoffs mit y, so vergeben sich die beiden Gleichungen:

$$\text{I. } x + y = 760.$$

$$\text{II. } x : y = 16. \, ^1/_5 : 14. \, ^4/_5.$$

Daraus berechnet sich der Druck des Sauerstoffes:

$$x = 170 \text{ mm.}$$

Nun kennt man aber das spezifische Gewicht des flüssigen Sauerstoffs; dieses beträgt beim Siedepunkt unter normalem Druck und — 184°: 1,124. Diese Daten in eine weitere Gleichung gebracht, ergeben als Höhe einer flüssigen Sauerstoffschicht vom nämlichen Druck wie der Luftsauerstoff:

$$1{,}124 \text{ h} = 170.$$

$$\text{daraus h} = 1{,}51 \text{ m.}$$

D. h. verdichtet man den Sauerstoff unserer Atmosphäre zur Flüssigkeit, so würde diese eine 1,51 m tiefe Schichte vorstellen und es ist klar, dass man bei einer solchen Schichte die blaue Farbe des Sauerstoffes deutlich bemerken müsste.

Die blaue Farbe könnte unter Umständen verstärkt werden von Ozon, welches eine noch viel tiefere Färbung aufweist als der gewöhnliche Sauerstoff. Als dritte, immer in der Atmosphäre vorhandene Substanz käme dann noch Wasserdampf in Betracht, dessen blaue Färbung von Tyndall nachgewiesen wurde.

Dass die Theorie von der Eigenfarbe der Luft nicht auch zugleich eine Erklärung für die Dämmerfarben in sich schliesst, welchen Vorzug das Rayleigh'sche Prinzip hat, kann ihr schliesslich nicht als Mangel angerechnet werden. Einmal ist ja der Zusammenhang von Himmelsblau und Dämmerfarben durch nichts bewiesen, und zweitens kann man die roten Färbungen beim Auf- und Untergang der Sonne unabhängig als Interferenzerscheinungen deuten. (Spring.)

So ist demnach als wahrscheinlichste Ursache des Himmelsblaues die Eigenfarbe der Luft, speziell des Sauerstoffes anzunehmen. Der Anteil an polarisiertem Licht ist jeden-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

falls nach dem Rayleighschen Prinzipe infolge von Reflexion an Dunstteilchen entstanden. Er mag manchmal bläulich sein, im Allgemeinen aber enthält er auch Strahlen grösserer Wellenlänge als blaue. Er schwächt demnach sogar die blaue Farbe des Himmels ab und macht sie heller. Seine Wirkung muss sich in der Nähe des Erdbodens mehr bemerkbar machen, da die Atmosphäre in den unteren Schichten weniger rein ist. Daher nimmt auch in höheren Regionen der Himmel einen immer tiefer blaue Ton an. Wahrscheinlich würden Messungen auch ergeben, dass der Prozentsatz an polarisiertem Licht mit der Höhe abnimmt, worüber dem Verfasser dieser Zeilen leider kein Tatsachenmaterial bekannt ist. Der einzig schwache Punkt der Theorie von der Eigenfarbe der Luft ist nur der, dass primär eine Reflexion, vielleicht auch nur Brechung der Sonnenstrahlen stattfinden muss, weil uns sonst der Himmel überhaupt nicht hell erscheinen könnte. Aber jedenfalls muss diese so vor sich gehen, dass k e i n e Polarisation dabei stattfindet.

Der Vollständigkeit halber muss hier noch einer Erklärung des Himmelsblaues gedacht werden, die jedoch die wenigsten Anhänger finden dürfte. Zeno*) spricht in einem Briefe an Tyndall folgende Ansicht aus: Der Himmel würde schwarz erscheinen, wenn die atmosphärischen Partikel keine Strahlen reflektierten; er würde weiss erscheinen, wenn keine schwarzen Zwischenräume Punkte der Retina ungereizt liessen. Er erscheint blau nach einem von Da Vinci bewiesenem Gesetze, weil gereizte und ungereizte Punkte der Retina durcheinander liegen. Mag das Gesetz an sich richtig sein, so erscheint es doch nicht ganz ausser Frage gestellt, ob es hier wirklich zur Anwendung kommen kann; denn man kann sich nur schwer vorstellen, dass zwischen den unendlich vielen reflektierenden atmosphärischen Partikeln überhaupt noch schwarze Zwischenräume liegen.

Im unmittelbaren Zusammenhange mit der blauen Farbe der Luft, stehen jene Färbungen, welche man mit dem Namen Duft bezeichnet, und die einer Landschaft einen so feinen und malerischen Reiz verleihen können.

*) T. Zeno, On the Changes in the Apparent Size of the Moon. Philosaphical Magazine and Journal of Science. Vol. XXIV. Fourth Series. July Dec. 1862.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Für diese bläulichen Färbungen kommen die gleichen Gesichtspunkte wie bei der Erklärung des Himmelsblau in Betracht, und es scheint, dass hier Eigenfarbe der Luft und Rayleigh'sches Prinzip zusammen wirken, je nach den Bedingungen in der Luft. Wenn wir nördlich der Donau die Alpen sehen können, dann besitzt die Luft jedenfalls einen ausserordentlichen Grad der Reinheit; wir sehen aber dann die fernen Berge nicht in den ihnen zukommenden Färbungen, sondern dunkelblau. Und diese Farbe dürfte wie das Himmelsblau auf die Eigenfarbe der Luft zurückzuführen sein, da sie auch durch den Nikol betrachtet, in keiner Stellung desselben verschwindet. Wenn dagegen nach einem nebeligen Herbstmorgen am Mittag Aufklärung eintritt, dann schimmern schon die nächsten Schatten in einem schönen Blau. In diesem Falle sind es sicher die kleinen, in der Luft schwebenden Wasserteilchen, welche die blauen Strahlen besonders seitlich reflektieren und daher andererseits fernen weissen Flächen, wie Hänsern, einen eigentümlich gelben Ton verleihen. An solchen Tagen zeigen die blauen Schatten auch sehr deutliche Polarisation. Zwischen diesen beiden extremen Fällen liegen natürlich eine Menge von Abstufungen, wo bald die eine, bald die andere Entstehung des blauen Dunstes vorherrscht.

Auch kann der Gehalt der Luft an Wasserteilchen ein derertiger werden, dass sowohl der blaue Schimmer als auch wegen der Grösse der Teilchen die Polarisation aufhört; dann erscheint uns die Ferne mattgrau.

So einheitlich nun die Färbungen der Luft erscheinen, so verschiedenartig sind die des Wassers in ihren vielen Nuancen von Blau, Grün und Braun. Uns interessiert hier nur die blaue Farbe des Wassers, weil diese eine Eigenschaft des reinen Wassers ist, während die anderen Färbungen nur eine Folge der in den Gewässern befindlichen Verunreinigungen sind. Von unserer Betrachtung sind selbstverständlich auch diejenigen blauen Wässer auszuschliessen, welche es nur in Folge des vom Himmel reflektierten Lichtes sind, dem z. B. unsere Donau ihr Renommee als „blaue" Donau verdankt. Füllt man eine lange, an beiden Enden mit Glasplatten verschlossene Röhre mit reinem Wasser und blickt durch sie gegen eine weisse Fläche, so erkennt man ohne weiters die blaue Farbe, für die nun wie bei der Luft die beiden Ursachen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eigenfarbe oder Trübung in Frage kommen können. Auch die letztere als mögliche Ursache anzusehen, ist wohl begründet. Denn man mag im finsteren Raum durch einen Trog mit allerreinstem destillierten Wasser einen Lichtstrahl senden, so wird dieser immer im Wasser sichtbar bleiben, ein Beweis, dass immer eine wenngleich für gewöhnlich unsichtbare Trübung vorhanden ist. Ganz reines, d. h. optisch leeres Wasser darzustellen ist nur unter ganz besonderen Bedingungen gelungen. Stammt nun die blaue Farbe des Wassers von jener so schwer zu beseitigenden Trübung, so muss diese bei Anwendung von verschiedenfarbigem Licht ein verschiedenes Verhalten zeigen, muss die kleinen blauen Wellen reflektieren, für die grossen roten optisch leer sein. Als Spring diesen Versuch anstellte, zeigte sich, dass der gefärbte Lichtstrahl jedesmal auf seinem ganzen Wege durch den Glastrog sichtbar blieb, einerlei von welcher Farbe er war. Daraus folgt für die Teilchen der Trübung eine Grösse, welche genügt um alle Strahlen zu reflektieren und ferner, dass nach dem Rayleigh'schen Prinzipe die blaue Farbe des Wassers nicht entstehen kann. Es bleibt somit nur die Eigenfarbe, eine Annahme, welche auch von der Entdeckung Tyndalls, dass der Wasserdampf blau ist, gestützt wird; denn die Farbe einer Flüssigkeit (nicht einer Lösung) und ihres Dampfes ist immer die gleiche.

Wo wir also in der Natur blaues Wasser antreffen, haben wir immer ein relativ reines vor uns. So in den höher gelegenen kleinen Gebirgsseen, im Eise der Gletscher, deren Wasser ja aus einer staubfreien Atmosphäre stammt und keine vegetabilen Stoffe enthält. In den grünen Gewässern kann die blaue Eigenfarbe verdeckt sein von grünen Pflanzenkörpern. Auch das kolloid gelöste Eisenoxydhydrat, ein fast nie fehlender Bestandteil der Erde, vermag das Blau des Wassers nach Grün zu nuancieren.

Eine Beobachtung allerdings schien lange der Annahme einer blauen Eigenfarbe beim Wasser zu widersprechen, indem nämlich viele Binnenwässer bei vollkommener Klarheit fast ganz farblos erscheinen; man konnte versucht sein, aus dieser Erscheinung Farblosigkeit des Wassers zu folgern. Spring vermochte auch dafür eine stichhaltige Erklärung zu finden; er stellt aus einem roten devonischen Schiefergestein eine sehr feine und lang haltbare Aufschlämmung von Eisen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

oxyd her. Setzte er davon einer Wassermenge einige Tropfen zu und betrachtete das so präparierte Wasser durch eine 6 m lange Röhre, so war jegliche Farbe des Wassers verschwunden, ohne dass die Flüssigkeit an Klarheit eingebüsst hätte. Die dunkelgelbe Farbe des Oxydes ist der blauen des Wassers komplementär, infolge davon wird dessen Färbung aufgehoben. Da sich überall im Boden Eisenoxyd findet, so kann wohl ein geringer Gehalt davon die Ursache jener auffallenden Farblosigkeit vieler Gewässer sein.

Somit ist für das Wasser die blaue Farbe als Eigenfarbe ganz sicher gestellt; für die Luft ist sie ungleich wahrscheinlicher als alle anderen Erklärungen. Nur dann, wenn man nachweisen könnte, dass eine Reflexion an sehr kleinen Teilchen ohne Polarisation möglich wäre, würde dem Rayleigh'sche Prinzip die nämliche Berechtigung zukommen, wie der anderen Theorie. Bis jetzt sprechen aber keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass das möglich ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Steinmetz Hermann

Artikel/Article: Ueber das Blau in der Natur 15-24