

Von Olaf L. Müller

Goethe ist der einzige Dichter von Welt-rang, der es gewagt hat, eine etablierte naturwissenschaftliche Theorie anzugreifen. Seine umfangreichste Schrift, die tausendseitige Farbenlehre, bietet eine General-attacke auf Newtons „Opticks“ (1704). Sie liegt seit zweihundert Jahren vor und besteht aus drei Teilen. In ihrem didaktischen Teil beschreibt Goethe eine unermessliche Vielfalt von Farbphänomenen und Farbexperimenten. Schon dadurch hoffte er, Newtons Theorie zu erschüttern, die sich – wie Goethe meinte – nur auf eine einseitige Auswahl der Farbphänomene stützt. Im polemischen Teil der Farbenlehre übersetzte Goethe den wichtigsten Teil von Newtons „Opticks“, und zwar in kleingedruckter Schrift, um seine eigene Kritik immer gleich an Ort und Stelle in großgedruckter Schrift zu plazieren. Und im historischen Teil der Farbenlehre stellte Goethe die Wissenschaftsgeschichte unseres Denkens über die Farben dar – von der Antike bis zum Beginn des neunzehnten Jahrhunderts. Hier lobte er die vielen Vorläufer seiner eigenen Theorie und beschrieb indigniert, welche dubiosen Machtmittel die Newtonianer eingesetzt haben, um ihre Theorie durchzuboxen.

Während sich Physiker über alles das empören, während Liebhaber von Goethes Dichtungen die Sache lieber auf sich beruhen lassen wollen und während Psychoanalytiker dem Farbenforscher eine ernste Psychose andichten, hat Goethe selbst seine Farbenlehre für wichtiger gehalten als eine Handvoll seiner Dramen. Er hatte recht.

Goethe war nicht verrückt. Zwar hatte er einen ästhetischen, ja moralischen Widerwillen gegen Newtons Experimente mit weißem und buntem Licht; er fand es unfair, wie Newton die Natur auf die Folter spannte. Aber er leugnete nicht die unbestreitbaren Beobachtungen, die man mit dem kalten Auge des empirischen Naturwissenschaftlers sehen kann. Er bestritt lediglich die Beweiskraft dieser Beobachtungen. Und obwohl er sich wie Newton auch für die Farben der Maler interessierte, für Farben, die an den Gegenständen kleben, nahm er in erster Linie vergänglichere Farben in den Blick: Himmelsblau, Abendrot, Feuer-schein, farbige Schatten, Regenbögen und die bunten Phänomene, die sich mittels Glas- oder Wasserprismen hervorzaubern lassen.

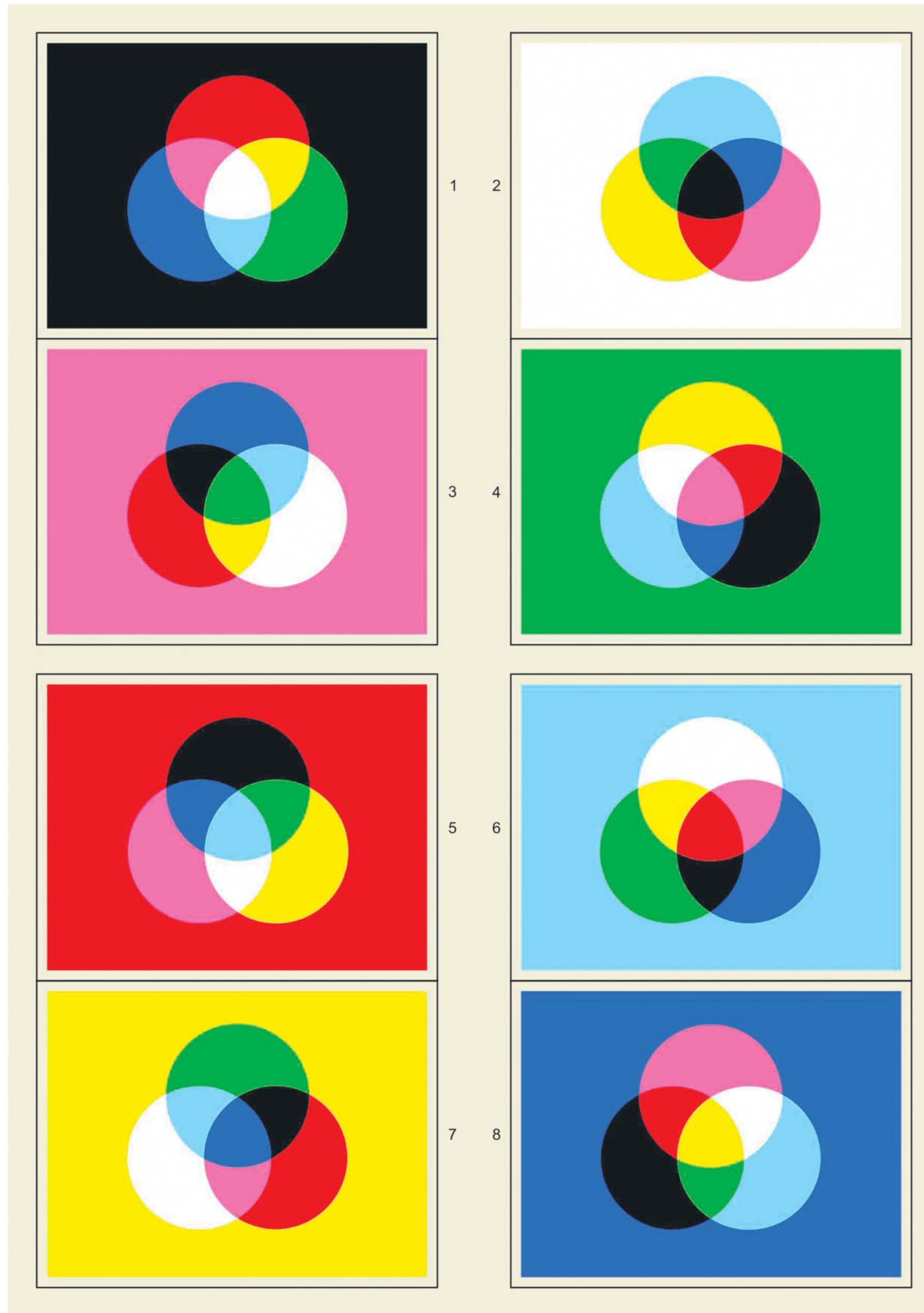
Schauen wir Newton bei der experimentellen Arbeit über die Schulter. An einem schönen Sonntag des Jahrs 1666 verdunkelt er ein nach Süden gelegenes Zimmer, bohrt in den Fensterladen eine winzige kreisrunde Lochblende, bringt unmittelbar hinter dieser Blende ein Glasprisma an und fängt mit einer weißen Tafel zweiundzwanzig Fuß hinter dem Prisma an geeigneter Stelle alles Licht auf, das von der sonnenbeschienenen Lochblende durchs Prisma gefallen ist und dabei (gemäß dem Brechungsgesetz) seine Richtung verändert hat. Newton beobachtet zweierlei: Der aufgefangene Lichtfleck ist nicht weiß, sondern regenbogenbunt und nicht rund, sondern fünfmal so lang wie breit. Am einen Ende ist dieser Farbstreifen blau, am anderen Ende rot, dazwischen türkis (cyanblau), grün und gelb. Natürlich sind die Übergänge zwischen allen diesen Farben fließend, aber um nicht immer von allen Zwischentönen reden zu müssen, wollen wir mit fünf Farben des Spektrums vorliebnehmen, die dann schematisch so aussehen:



Durch sorgfältige Messung und Berechnung findet Newton heraus, dass die Breite des aufgefangenen Farbstreifens den Erwartungen entspricht, so wie sie sich aus den geometrischen Parametern der Situation (zum Beispiel aus dem Radius der Sonne und der Blende oder dem Abstand der Tafel vom Prisma) berechnen lässt. Überraschend ist die Länge des Farbstreifens – und seine Farb-keit. Wenn man sich nun den buntgefärbten Streifen der Länge nach zusammengesetzt denkt, und zwar als Nebeneinander aus einem blauen, einem türkisfarbenen, einem grünen, einem gelben und einem roten Farbfleck, dann drängt sich der Verdacht auf, dass verschiedenfarbige Lichtstrahlen das Prisma in leicht unterschiedlicher Richtung verlassen haben müssen. Das Prisma hat also den farblosen Lichtstrahl (der von der Sonne durch die Lochblende aufs Prisma gelangte) in verschiedenfarbige Lichtstrahlen zerlegt, indem es dessen blauen Anteil stärker vom Weg abgelenkt hat als den türkisfarbenen, den türkisfarbenen stärker als den grünen und so weiter. Kurz, das weiße Licht der Sonne ist eine Mischung verschiedenfarbiger Lichtstrahlen.

Um die Probe aufs Exempel zu machen, vereinigt Newton die getrennten Farben wieder, indem er sie allesamt (in der pechschwarzen Umgebung seiner Dunkelkammer) mit einer Linse auf einen Punkt wirft. Das Ergebnis ist ein weißer Fleck, der also eine Mischung der verschiedenen Farben sein muss (Weißsynthese). So weit Newton.

„Non sequitur!“, ruft Goethe. Aber statt nörgelnd im Lehnstuhl sitzen zu bleiben, ersinnt er eigene Experimente. Er variiert die Parameter der newtonschen Experimente, „vermannigfacht die Erfahrungen“. Dabei macht er eine erstaunliche Entdeckung: Wenn man die Rollen von Licht und Dunkelheit in



Vergleich der möglichen Spektren: Nummer 1 stammt von Newton, 2 von Goethe, 3 bis 8 sind von Nussbaumer.

Abb. aus Ingo Nussbaumer, „Zur Farbenlehre“

## Goethe und die Ordnung der Farbenwelt

Als seine größte Leistung sah der Dichturfürst die 1810 erschienene Farbenlehre an. Sie ist bis heute umstritten. Nach der Meinung einer Reihe von Physikern, Künstlern und Philosophen hält sie aber immer noch viele Überraschungen für die aktuelle Farbforschung parat.

Newtons Experiment systematisch vertauscht, wenn man also das Sonnenlicht nicht durch eine kleine Blende in die Dunkelkammer schickt (wie Newton), sondern ihm einen Schattensteg entgegengesetzt, dann zeigt sich ebenfalls ein farbiges Spektrum – auch bunt und genauso leuchtstark wie das newtonsche Spektrum, aber mit anderen Farben! Genauer gesagt, lässt sich das glatte Gegenteil des newtonschen Spektrums blicken – sein Farbnegativ sozusagen. Anstelle des newtonschen Spektrums aus Blau, Türkis, Grün, Gelb, Rot:



findet Goethe (bei Vertauschung der Rollen von Licht und Finsternis) das komplementäre Spektrum Gelb, Rot, Purpur, Blau, Türkis:



Die newtonschen Farbenpaare Gelb und Rot beziehungsweise Blau und Türkis kommen in beiden Spektren vor, allerdings an anderer Stelle. Aber Newtons Grün tritt in dem neuen Spektrum überhaupt nicht auf, stattdes-

sen gibt es eine neue Farbe, die bei Newton fehlt und laut seiner These als unvermischte Farbe gar nicht existieren dürfte: Purpur. Das war ausgerechnet Goethes Lieblingsfarbe.

Goethe flehte seine Leser an, die Experimente nachzubauen. Und in der Tat, man muss Goethes Spektrum mit eigenen Augen gesehen haben, um die Bedeutung des Effekts zu ermessen. An der Berliner Humboldt-Universität haben die beiden Lüneburger Physiker Matthias Rang und Johannes Grebe-Ellis die Sache mit hochmodernen Mitteln nachgebaut: In einer erstaunlichen Ausstellung zeigen, analysieren und vergleichen sie Newtons Spektrum mit Goethes Gegenstück. Die Vernissage findet heute Abend im Lichthof der Humboldt-Universität statt.

Goethe kann ein Gefühl des Triumphes kaum verhehlen, wenn er seine Entdeckung kommentiert: „Diese Phänomene gingen mir also völlig parallel. Was bei Erklärung des einen recht war, schien bei dem andern billig; und ich machte daher die Folgerung, dass wenn die newtonische Schule behaupten könne, das weiße Bild auf schwarzem Grunde werde durch die Brechung in Farben aufgelöst, getrennt, zerstreut, sie eben so gut sagen könne und müsse, dass das schwarze Bild durch Bre-

chung gleichfalls aufgelöst, gespalten, zerstreut werde.“ Hier irrt Goethe nicht. Die Symmetrie zwischen beiden Spektren ist frappierend – theoretisch und visuell.

Jetzt haben wir also zwei Theorien über die Farben. Laut Newton sind alle spektralen Farben im weißen Sonnenlicht enthalten, laut Goethe kann man das glatte Gegenteil behaupten und sagen, dass alle Farben des Komplementärspektrums in der Dunkelheit enthalten sind. Und um die Probe aufs Exempel zu machen, können wir (genau wie Newton) die Farben des komplementären Spektrums vor weißer Umgebung zusammenführen und bekommen einen schwarzen Fleck; das ist die Schwarzsynthese. Denn nicht nur Newtons Weißsynthese lässt sich umkehren – alle newtonschen Experimente haben ein komplementäres Gegenstück. Ausgerechnet Newtons wichtigstes Experiment, das berühmte Experimentum Crucis, stellen Rang und Grebe-Ellis in der Berliner Ausstellung vom Kopf auf die Füße, unter dem ironischen Titel „Experimentum Lucis“.

Das alles bedeutet: Die neue Theorie passt nicht schlechter zu den prismatischen Daten als die newtonsche. Schwarze und Finsternis bestehen laut dieser neuen Sicht aus Schatten-

strahlen verschiedener Farben. Goethe verfocht die Theorie nicht, er legte sie nur zum Zwecke des Arguments auf den Tisch – um Newtons Theorie die Alleinherrschaft abspenstig zu machen und ihr eine gleichberechtigte Alternative entgegenzustellen. Goethe fand beide Alternativen nicht etwa gleich gut, sondern gleich schlecht. In seiner eigenen Theorie entstehen die Farben nicht aus weißem Licht allein und nicht aus Finsternis allein, sondern wenn Licht und Finsternis in trüben optischen Medien zusammenspielen. Wie er das gemeint hat, ist aus heutiger Sicht schwer zu verstehen.

Wenn zur Erklärung der prismatischen Experimente schon zwei gleichberechtigte Theorien existieren, gibt es dann noch mehr solche Theorien? Um das zu überprüfen, hat der Wiener Maler und Farbexperimentator Ingo Nussbaumer vor kurzem eine Reihe neuer Experimente durchgeführt, mit deren Hilfe sich Goethes Gedanken radikal weiterführen lassen. Goethe hatte die Rollen von weißem Licht und schwarzer Dunkelheit miteinander vertauscht, wie wir gesehen haben; das war der erste Schritt der Vermannigfachung der Erfahrungen. Nussbaumer treibt es noch bunter. Ihn interessierte die Frage: Was passiert, wenn man an die Stelle des weißen Lichts gelbes Licht stellt und an die Stelle der Schwärze blaues Licht, das Farbkomplement von Gelb? Und was passiert, wenn man dann die Rollen der beiden Farben wiederum miteinander vertauscht? Und was im Fall anderer Paare von Komplementärfarben?

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen können einem den Atem verschlagen. In jedem neuen Experiment bilden sich Spektren, jedes Mal andere – nur dass sich bei diesen neuartigen Spektren stets mindestens eine von zwei neuen „Farben“ einschleicht: Weiß oder Schwarz. So liefert ein gelber Lichtstrahl vor blauem Hintergrund ein Spektrum aus Schwarz, Grün, Türkis, Weiß, Purpur:



Und ein blauer Lichtstrahl vor gelbem Hintergrund liefert ein Spektrum aus Weiß, Purpur, Rot, Schwarz, Grün:



Genauso bei anderen Paaren von Komplementärfarben. Noch vier weitere Farbspektren hat Ingo Nussbaumer entdeckt:



Alle diese neu entdeckten Spektren bezeichnet Nussbaumer als unordentliche Spektren, und das, obwohl sie eine faszinierende Ordnung aufweisen.

Wer Newtons ursprünglichem Beweis zu folgen bereit war, der könnte jetzt also mit derselben Logik behaupten, dass zum Beispiel gelbes oder blaues Licht alle anderen Farben enthält. Und die Probe aufs Exempel funktioniert bei beiden Behauptungen genauso wie vorhin bei Newtons Theorie und Goethes Gegentheorie (Gelb-beziehungsweise Blausynthese).

Alle diese Resultate sind nicht nur von theoretischem Interesse. Sie sind geeignet, unser Verständnis des Farbmischens zu revolutionieren. Bislang kannten wir zwei Schemata des Farbmischens: additive und subtraktive Farbmischung. Eines beruht auf Newtons Spektrum, das andere auf Goethes Spektrum. Was passiert nun, wenn man beim Mischen Farben der sechs anderen Spektren benutzt? Nussbaumer hat das ausprobiert. Er hat aus seinen sechs unordentlichen Spektren Farbstahlen herausgelöst und vor geeigneter Umgebungsfarbe gemischt. Wer sich in diese Tafeln vertieft, dem wird klar: In der Welt unserer Farben herrscht eine komplexe, hochsymmetrische Ordnung von reizvoller Schönheit. Mit welchen Mitteln unser Wahrnehmungsapparat und unser Gehirn diese wunderbaren Strukturen stiften, wissen wir noch nicht; das ist ein Thema für den Sinnesphysiologen. Für ihre Entdeckung waren hingegen keine komplizierten Messapparate erforderlich, da genügt das „feinste Messinstrument“, das wir Menschen laut Goethe haben: unser Auge.

Jedermann kann dies Messinstrument jetzt ausprobieren. In einer grandiosen Lichtinstallation „Working shade – formed light“ zeigt Ingo Nussbaumer in Berlin erstmals eine große Serie höchst verschiedener Spektren, die er mit zahlreichen Diaprojektoren und Wasserprismen entfaltet. Die Vernissage zu dieser Ausstellung findet am kommenden Mittwoch, den 8. September, in der ehemaligen Bauernmensa der Humboldt-Universität statt. Goethe jedenfalls hätte an den neu entdeckten Spektren seine helle Freude gehabt.