

AB

50B $\frac{8}{f,92}$



S

AL
OF
f



00)

Ph 87

K. 26.

D i e

Stroboscopischen Scheiben

o d e r

optischen Zauberscheiben.

Deren Theorie und wissenschaftliche Anwendung, erklärt von dem Erfinder

S. Stampfer,

Professor der practischen Geometrie am k. k. polytechnischen Institute zu Wien.

Mit k. k. österreichischen ausschliessenden Privilegium.

Ph 87

V e r l a g
v o n

Trentsensky & Vieweg.

Wien und Leipzig.
1833.



AB
038
f. 92

78 17



L 210

78 17

Gedruckt bei J. P. Sollinger.



V o r w o r t.

Im December des vergangenen Jahres begann Herr Professor Stampfer, wie er in seiner Erklärung der Stroboscopischen Scheiben (optischen Zauberscheiben) angibt, seine Versuche mit denselben, und hatte bereits im Monate Februar d. J. eine Sammlung von sechs Doppelscheiben fertig, und selbe nach und nach mehreren seinen Freunden, auch höchsten und hohen Personen vorgezeigt. Das Interesse, welches diese Erfindung erregte, war weit über seine Erwartung, und von allen Seiten, besonders hohen Ortes aufgefordert, diese, Oesterreich gebührende neueste Erfindung im Gebiete der Optik durch ein k. k. ausschliessendes Privilegium geschützt zur allgemeinen Publicität zu bringen, veranlasste ihn bereits im Monate April das allerhöchste ausschliessende Privilegium nachzusuchen, welches auch den 7. Mai d. J. bewirkt wurde, und der unterzeichneten Verlagshandlung, den Haupt-Debit mit dem Cessionsrechte an inländische und ausländische Handlungen zu übertragen.

Wegen ihrem grossen Interesse verbreitete sich diese Erfindung aus der Quelle der ersten oben erwähnten Mittheilungen mit grosser Schueligkeit, und kam so auch zur Kenntniss solcher, welche das Vertrauen der Mittheilung missbrauchend, unbefugt ohne die geringste Beistimmung des Erfinders, diese bereits patentirten Stroboscopischen Zauberscheiben, deren Vorstellungen sichtbar ohne Leitung richtiger Grundsätze, bloss nach schwankendem Tatonement entworfen, und meistens in der Wahl der Gegenstände und ihrer

IV

Ausführung gleich fehlerhaft sind, nachzumachen, und letztere sowohl im In- als Auslande zu verbreiten anfangen.

Der ausserordentliche Beifall, mit welchem unsere neuen optischen Täuschungs-Phänomene aufgenommen wurden, machte es der unterzeichneten Verlagshandlung unmöglich, die erste Auflage zu versenden, welche innerhalb vier Wochen rein vergriffen war.

Dagegen bieten wir nun mit dem für jedem Wissbegierigen gewiss gesteigerten Interesse die zweite verbesserte und vermehrte Auflage in acht Doppelscheiben, begleitet von einem erläuternden Texte über die wissenschaftlich begründete Theorie und Erklärung dieser überraschenden optischen Täuschungs-Phänomene, dem grossen Publicum ergebenst an, und glauben um so mehr vor dem Ankauf des unrechtmässigen Nachdruckes warnen zu dürfen, als unsere Scheiben allein durch stete Mitwirkung des Herrn Professors Stampfer die nach dem Principe des Erfinders richtig gezeichneten sind, auch der Nachdruck nicht fortgesetzt werden dürfte, da bereits die gerichtlichen Schritte dagegen eingeleitet sind, und wir die legale Cession der Privilegiums-Rechte sowohl für Deutschland als für England, Frankreich und Russland in verflossener Leipziger Ostermesse vertheilet und abgeschlossen haben.

Bis zur Michaelimesse d. J. folgt eine fernere, an Interesse gesteigerte Fortsetzung dieser optischen Erfindung, nach den neuesten Projectionen des Herrn Erfinders Professor Stampfers.

Wien im Juli 1833.

Trentsensky & Vieweg.

PK 87

Erklärung
der
Stroboscopischen Scheiben.
(Optischen Zauberscheiben.)

Von
Professor Stampfer in Wien.

1) Es sind mehrere optische Täuschungs-Phänomene bekannt, welche sich darauf gründen, dass die Lichtstrahlen, welche von einem in Bewegung befindlichen Objecte in das Auge gelangen, sehr schnell aufeinander folgende Unterbrechungen erleiden. Dahin gehören die Erscheinungen, welche ein schnell bewegtes Rad, durch ein Gitter von parallelen Stäben angesehen, darbietet, und in mehreren physicalischen Schriften, namentlich in der neuen Ausgabe des Gehlerschen physicalischen Wörterbuches erklärt sind. Bekannt sind ferner die artigen Erscheinungen, welche das von Dr. Paris erfundene Thaumotrop gewährt. Man zeichnet nämlich auf die eine Seite eines Scheibchens Kartenpapier von 1 bis 3 Zoll Durchmesser einen Theil des vorzustellenden Gegenstandes, z. B. eine sitzende Figur, und auf die andere Seite in gehöriger Stellung den Stuhl. Wird nun das Scheibchen mittelst zweier,



in der Richtung eines Durchmessers befestigter Fäden, schnell um diesen Durchmesser gedreht, so verbinden sich die beiden Bilder zu einem Ganzen, und die Figur scheint auf dem Stuhle zu sitzen. Dr. *Roget* hat in den *philosophical Transact.* für 1825 mehrere optische Täuschungen beschrieben, welche an schnell bewegten Rädern beobachtet werden, und die neuesten Beiträge zu diesen Erscheinungen hat *Faraday* (*Journal of royal Institut*) geliefert, welche Professor *Baumgartner* (*Zeitschrift für Physik und Mathematik*, 10. Bd. Wien 1832) den deutschen Lesern mitgetheilt hat.

2) Da diese Versuche *Faradays* mich zu ähnlichen Untersuchungen veranlasst haben, in deren Folge meine optischen Zauberscheiben entstanden sind, so muss ich das Wesentliche der *Faraday'schen* Versuche vorausschicken. *Faraday* bemerkte zuerst an gezahnten Mühlrädern, welche mit einer solchen Schnelligkeit umliefen, dass kein Zahn unterschieden werden konnte, dass diese Zähne bei einer solchen Stellung des Auges, wobei das eine Rad das andere deckte, deutlich zu sehen waren, und sich wie Schattenbilder langsam herumbewegten. Eine ähnliche Beobachtung machte er ein anderes Mal an zwei Rädern, welche von gleicher Construction waren, und mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung um ihre Axen rotirten. Hier erschien bei einer Stellung des Auges, wo das eine Rad das andere deckte, ein feststehendes Rad. Zwei schnell umlaufende Wagenräder bringen eine ähnliche Erscheinung hervor. Wird ein im Umlauf befindliches Rad von der Sonne beschienen, und der Schatten desselben durch das bewegte Rad angesehen, so verhält sich dieser Schatten auf ähnliche Weise, wie bei obigen Beobachtungen das hintere Rad. Man sieht nämlich mehr oder weniger gekrümmte Linien, welche sich vom Schatten der Achse zur wirklichen Achse zu erstrecken scheinen. *Faraday* gibt nun einen Apparat an, mittelst welchen man die von ihm bemerk-

ten Erscheinungen auf einfache Weise hervorbringen kann. Zwei Scheiben aus Pappendeckel werden paralell hintereinander gestellt, und mit einem Mechanismus versehen, wodurch man sie mit beliebiger Schnelligkeit und in beliebiger Richtung um ihre Axen drehen kann. Diese Scheiben werden ausgeschnitten, wodurch sie die Form von Rädern mit Speichen oder Zähnen erhalten. Den äussern Kranz lässt *Faraday* ganz weg, indem nur die Einschnitte oder Speichen das Phänomen hervorbringen. Er erklärt nun, wie mittelst dieses Apparats durch gehörige Wahl des Verhältnisses der Geschwindigkeiten der Räder optische Radbilder hervorgebracht werden, welche entweder stehen, oder sich langsam nach der einen oder andern Seite bewegen, während die beiden Räder mit einer solchen Schnelligkeit umlaufen, dass man an ihnen die einzelnen Speichen oder Zähne nicht im geringsten zu unterscheiden im Stande ist. Nimmt man ein solches ausgeschnittenes Rad, dreht es im Sonnenschein vor einer weissen Wand schnell um seine Achse, und betrachtet den Schatten durch das Rad hindurch, so wird man die oben beschriebene Erscheinung bemerken. Ein merkwürdiges Phänomen tritt ein, wenn man sich mit einem solchen Rade vor einem Spiegel in einer Entfernung von etlichen Fuss stellt, und während diess schnell um seine Achse gedreht wird, durch dessen Zähne hindurch in den Spiegel sieht, wo das reflectirte Bild als stehendes Rad mit der gehörigen Anzahl Zähne erscheint. So weit gehen die Versuche *Faradays*, welche er in dem angeführten Aufsatze auch gehörig erklärt.

3) Im December vorigen Jahres fing ich an, diese *Faraday'schen* Versuche zu wiederholen, und brachte auf Scheiben von Pappendeckel eine oder mehrere Zonen von Löchern an, deren Anzahl in jeder solchen Zone verschieden war. Diese Scheiben gaben vor einem Spiegel die oben beschriebenen Erscheinungen; die verschiedenen Reihen von Löchern

S

bildeten die Zähne mehrerer concentrischer Räder, und jene Zone, durch welche man durchsah, zeigte sich im Bilde immer stehend, während die übrigen Zonen langsam sich nach der einen oder andern Seite herumdrehten. Dieselben Phänomene ergaben sich auch, wenn zwei solche Scheiben in einem Abstände von etlichen Fuss in gehöriger Stellung um ihre Achsen gedreht wurden, und man sah durch die Löcher der einen Scheibe auf die andere hin. Bald änderte ich die Versuche dahin ab, dass nur am äussersten Rande der Scheibe eine Reihe von Löchern in gleichen Abständen angebracht, auf dem innern Raume aber die Speichen eines Rades, oder andere einzelne Figuren concentrisch mit dem Mittelpuncte und in gleichen Abständen gezeichnet wurden. Einige Wiederholungen dieser Versuche unter verschiedenen Abänderungen führten mich bald zu der Ueberzeugung, dass das hier zu Grunde liegende Prinzip einer sehr grossen Allgemeinheit fähig sei, so dass die bisher bekannten Erscheinungen nur ein Element der unzähligen zum Theil überraschendsten Phänomene sind, indem sich nach diesem Principe nicht nur zahllose Zusammenstellungen und Bewegungen lebloser Gegenstände, sondern auch die mannigfaltigsten Handlungen und Bewegungen an Menschen und Thieren der Natur getreu darstellen lassen.

4) Die Grundursache aller dieser Täuschungsphänomene liegt offenbar darin, dass die Lichteindrücke in unserm Auge eine kleine Zeitdauer haben, welche nach den neuesten Bestimmungen etwa $\frac{1}{5}$ Secunde beträgt; allein nach Verschiedenheit der Augen und der Objecte verschieden ist. Diesem gemäss werden wir einen Gegenstand ununterbrochen zu sehen glauben, wenn unser Auge vom selben auch nur von $\frac{1}{5}$ zu $\frac{1}{5}$ Secunde momentane Lichteindrücke empfängt. Die Grundsätze, auf denen die durch die optischen Zauberscheiben erzeugten Phänomene beruhen, sind demnach folgende:

a) Jeder Act des Sehens" dauert ununterbrochen fort, wenn auch die vom Objecte ins Auge kommenden Lichtstrahlen unterbrochen werden, wenn nur diese Unterbrechungen so schnell aufeinander folgen, dass die zwischenliegenden Zeitintervalle kleiner als $\frac{1}{5}$ Secunde sind. Dieser Satz findet Statt, das gesehene Object mag in Ruhe, oder in irgend einer Bewegung oder Veränderung begriffen seyn. Man nehme eine Scheibe, an deren Peripherie eine Reihe von Löchern vertheilt ist, und drehe selbe um ihre Achse, während man durch die Löcher auf einen beliebigen Gegenstand sieht, so wird man diesen ohne Unterbrechung, aber in dem Verhältnisse schwächer sehen, in welchem die Breite der Löcher zu ihrem Abstände unter sich steht. Diese Erscheinung findet Statt, der Gegenstand mag in Ruhe, oder in irgend einer Bewegung seyn.

b) Nun denke man sich, der bei diesem Versuche durch die Löcher der rotirenden Scheibe gesehene Gegenstand z. B. ein schwarzer Flecken auf einer weissen Wand, werde während der Unterbrechung des Lichtstrahles jedesmal weggenommen, und ein anderer ihm gleicher an seine Stelle gesetzt, so wird man ununterbrochen denselben Flecken ruhend zu sehen glauben.

Der durch die Scheibe gesehene Gegenstand sei in einer fortschreitenden Bewegung, und er werde während jeder Unterbrechung des Lichtstrahles weggenommen, aber ein anderer ihm gleicher an jene Stelle gesetzt, an welcher der erstere in dem Momente stehen würde, in welchem die folgende Oeffnung vor dem Auge vorbeigeht, und so immer fort, so wird man ein und denselben Gegenstand in stetiger Fortschreitung zu sehen glauben. Diese Bewegung kann offenbar geradlinicht oder krummlinicht, gleich- oder ungleichförmig seyn, und nach jeder beliebigen Richtung gehen. Bewegt oder verändert sich der Gegenstand auch in seinen Theilen, z. B. ein umlau-

fendes Rad, eine fortschreitende Person u. s. w., und denkt man sich auch hier während jeder Unterbrechung des Lichtstrahles das Object weggenommen, und ein neues an jene Stelle, und in jener Lage und Gestalt hingestellt, worin sich das frühere Object in folgenden Sehemomente würde befinden haben, so wird man auch hier ein und dasselbe Object, jedoch in verschiedenen Veränderungen oder Bewegungen begriffen, in stetiger Fortdauer zu sehen glauben.

c) Nehmen wir an, irgend ein Object des Sehens, sey es eine Maschine im Gange, oder Menschen oder Thiere in irgend einer Handlung oder Bewegung begriffen, werde durch die Löcher einer schnell rotirenden Scheibe betrachtet, und man zeichne eine Reihe von Bildern, welche der Ordnung nach das Object in derjenigen Stellung und Form darstellen, wie dasselbe in den aufeinander folgenden Momenten durch die Löcher gesehen wird. Stellt man nun, während das Auge durch die Oeffnungen der umlaufenden Scheibe sieht, durch irgend einen Mechanismus diese Bilder den vorhin in b) aufgestellten Bedingungen entsprechend nach einander hin, so wird man ein belebtes Bild sehen, in welchem ganz dieselbe Bewegung oder Handlung, wie im wirklichen zu Grunde gelegten Objecte, vorhanden seyn wird. Es ist klar, dass sich auf diese Art nicht nur die verschiedenartigsten Bewegungen an einzelnen Gegenständen, an Menschen und Thieren, sondern auch ganze Werkstätten in vollem Gange, ja selbst länger dauernde zusammengesetzte Handlungen, als theatralesche Scenen u. dgl. der Natur gemäss darstellen lassen.

5) Da jedoch diese Bilder so schnell aufeinander folgen, dass auf eine Secunde wenigstens deren fünf treffen, so erfordert eine auch nur mehrere Secunden dauernde Vorstellung schon eine bedeutende Anzahl Bilder, und eine etwas länger dauernde wird wegen der grossen Zahl der nöthigen Bilder beinahe unausführbar. Sind aber die Bewegungen des Objectes

periodisch wiederkehrend, so braucht man nur eine solche Periode in die einzelnen Bilder aufzulösen, und mittelst des Mechanismus auf das letzte Bild immer wieder das erste folgen zu lassen. Fast alle Bewegungen an Maschinen, das Gehen und Laufen von Menschen und Thieren, und sehr viele andere menschliche Handlungen und Beschäftigungen sind in Perioden unter 2 bis 3 Secunden eingeschlossen, und somit zu unserer Darstellung geeignet. Eine Periode hat das in Bewegung befindliche Object zurückgelegt, wenn es genau wieder eine frühere Stellung erhalten hat, z. B. ein umlaufendes Rad erhält nach jeder Speiche wieder gleiche Stellung, daher kann man eine oder mehrere Speichen auf eine Periode nehmen. Bei einem laufenden Menschen bildet jeder Schritt eine Periode, wenn man von der Unterscheidung des linken und rechten Fusses abstrahirt u. s. w.

6) Durch mehrere mechanische Verrichtungen lassen sich die Bilder einer solchen Periode so aneinander reihen, dass das letzte mit dem ersten in Verbindung kömmt. Man kann nämlich die Bilder an dem Umfange einer Scheibe, oder auf der Seitenfläche eines Cylinders vertheilen, und die Scheibe oder den Cylinder um ihre Achsen drehen. Bei einer grössern Anzahl von Bildern kann man diese auf einen Streifen Papier oder Leinwand anbringen, den Anfang des Streifens mit dem Ende verbinden, diesen über zwei parallele Walzen spannen, und mittelst dieser Walzen im Umlauf setzen. Durch die gehörige Stellung und Vertheilung der Bilder, und durch das richtige Verhältniss der Geschwindigkeit, mit welcher die Bilder und die Oeffnungen (durch welche die Bilder gesehen werden) sich bewegen, müssen die in §. 4, b. ausgesprochenen Bedingungen erfüllt werden; das während jeder Unterbrechung des Lichtstrahles vortretende Bild muss nämlich in dem Augenblicke, als die nächste Oeffnung am Auge vorbeigeht, in seiner richtigen Lage und Stellung seyn. Befestigt

man an dem einem Ende einer 2 bis 3 Fuss langen Achse die mit den Oeffnungen versehene Scheibe, am andern Ende die Bilderscheibe, und dreht diese Vorrichtung um die Achse, so hat man einen einfachen Apparat, wobei beide Scheiben sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Noch einfacher wird dieser Zweck erreicht, wenn man am äussern Rande einer Scheibe die Löcher, auf dem innern Raume die Bilder anbringt, und während die Scheibe um ihre Achse rotirt, durch die Löcher ihr Bild in einem Spiegel betrachtet, indem hier das Bild der Scheibe im Spiegel mit gleicher Geschwindigkeit umläuft, und somit obige Bilderscheibe vollkommen ersetzt.

7) Die Bilder sollten sich eigentlich, wie aus der bisherigen Darstellung erhellt, während dem Vorübergange jeder einzelnen Oeffnung vor dem Auge, welcher, wenn auch eine sehr kurze Zeitdauer hat, gerade so verhalten, wie das vorzustellende natürliche Object, also ganz ruhig bleiben, wenn dieses ruht, oder nur soviel und in jener Art sich bewegen, wie diess bey dem natürlichen Objecte, während dem Vorübergange der Oeffnung der Fall seyn würde. Allein diese Bedingung ist wegen der grossen Schnelligkeit der Aufeinanderfolge der Bilder sehr schwer, oder gar nicht durch irgend einen Mechanismus zu erfüllen möglich, und man muss die Bilder mit immer gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegen lassen. Desshalb macht das Bild, während das Auge Licht von ihm erhält, eine der Breite der Oeffnungen entsprechende Bewegung, welche um so störender ist, je breiter die Oeffnungen sind, und ein Verwaschen der Conturen nach der Richtung der Bewegung zur Folge hat. Je schmaler man die Oeffnungen macht, desto schärfer sind zwar die Bilder, allein desto dunkler sieht man sie auch, wie schon oben gesagt worden, daher das zu beobachtende richtige Verhältniss nur durch Erfahrung gefunden werden kann. Zarte und schmale Theile der Bilder erfordern schmale Löcher, wenn sie noch gehörig gesehen werden sol-

len. Um die durch schmale Löcher verursachte Dunkelheit zu schwächen, muss man während dem Versuche die Bilder einer möglichst hellen Beleuchtung aussetzen, und das Colorit so wählen, dass die einzelnen Theile der Bilder sowohl unter sich, als gegen den Hintergrund gut abstechen. Diese schädlichen Verrückungen sind auch um so weniger bemerkbar, je weiter man mit der Löcherscheibe von der Bilderscheibe entfernt ist, weil diese Verrückungen einen um so kleinern Sehwinkel im Auge bilden, daher man sich immer so weit entfernen soll, als es die deutliche Wahrnehmung der Bilder erlaubt. Endlich ist bei Scheiben, welche vor einem Spiegel gebraucht werden, dieser Verrückungswinkel um so kleiner, je mehr der Abstand der Löcher von dem Mittelpunkte den Abstand der Bilder von demselben Punkte übertrifft, daher die Conturen der dem Mittelpunkte nähern Bilder mit grösserer Schärfe und Deutlichkeit erscheinen.

8) Sind die Bilder auf einer Scheibe angebracht, so übersieht man gleichzeitig alle Bilder, und man sieht an allen Stellen, welche die Bilder einnehmen, dieselbe vollständige Handlung oder Bewegung, wie sie durch den Verein aller Bilder hervorgebracht wird. Diess ist einleuchtend, da die periodische Bewegung bei jedem Bilde anfangen kann, nur werden die Bewegungen nicht vollkommen gleichzeitig seyn, sondern, wenn z. B. die ganze Periode in 10 Bilder getheilt ist, und ein Bild befindet sich im ersten Momente, so wird im nämlichen Augenblicke das nächst vorausgehende Bild im zweiten Momente sich befinden u. s. w. Will man nur ein Bild sehen, was bei vielen Vorstellungen die Täuschung vermehrt, so kann man die Bilderscheibe oder den Spiegel, wenn der Versuch mit Hülfe eines solchen gemacht wird, durch einen ausgeschnittenen Pappendeckel so decken, dass immer nur ein Bild durch den Ausschnitt sichtbar ist. Ja man kann diesen Deckungen die Form von Theater-Coulissen geben, auf denen

passende Umgebungen gemahlt, und nur jene Stellen ausgeschnitten sind, in welchen die Bewegungen vorgehen, so dass auf solche Weise diese optischen Zauberbilder unzähliger Abänderungen und Vervollkommungen fähig sind. Diese Deckungen sind jedoch nicht wohl anwendbar, wenn die Bilder auf der Scheibe selbst fortrücken, z. B. laufende Thiere, fortrollende Räder u. dgl., weil die Bilder dann zu schnell durch den Ausschnitt sich bewegen, und jedes derselben nur während einem Umlaufe der Scheibe sichtbar ist. Man kann jedoch in diesem Falle die Ausschnitte etwas breiter machen, so dass man mehrere Bilder zugleich sieht.

9) Ich beschränke mich im Folgenden auf die durch eine Scheibe mittelst eines Spiegels hervorgebrachten Zauberbilder. Der Durchmesser der Scheibe ist willkürlich, und richtet sich nach der Anzahl und Grösse der Bilder, welche in eine Zone derselben zu stehen kommen, daher derselbe etliche Zolle bis mehrere Fuss betragen kann. Die Oeffnungen zum Durchsehen bringt man aus den in §. 7 angegebenen Gründen, immer an der äussersten Peripherie an, so dass die Bilder zwischen den Oeffnungen und dem Mittelpuncte zu stehen kommen. Die Abstände zwischen den Oeffnungen sind einander gleich; jedoch ist diess keine allgemein nothwendige Bedingung, indem zur Darstellung mancher, besonders ungleichförmiger oder hüpfender Bewegungen, eine ungleichförmige Vertheilung der Löcher vortheilhafter ist, wo dann diese Vertheilung mit den Momenten, welche die einzelnen Bilder vorstellen in jenem Zusammenhange stehen muss, welchen §. 4 verlangt. Die Zahl der Löcher richtet sich nach der Anzahl der Bilder und nach der Bedingung, ob diese stehen bleiben, oder mit einer grössern oder kleinern Geschwindigkeit sich um den Mittelpunct der Scheibe bewegen sollen. Die Bilder, durch welche ein bestimmtes Phänomen vorgestellt werden soll, müssen so angebracht seyn, dass sie der Reihe nach gegen die Löcher jene

Lage und Stellung annehmen, welche das vorzustellende Phänomen dem §. 4 gemäss verlangt. Die Anzahl der Bilder richtet sich, wie schon oben gesagt, nach der Zeitdauer der Periode, welche durch selbe vorgestellt werden soll, dann aber auch nach der räumlichen Grösse der Bewegung, welche im Phänomene während einer Periode vorgeht. Je grösser diese Bewegung ist, desto mehr Bilder sind nöthig, wenn die Eindrücke im Auge so ineinander verschmelzen sollen, dass die Täuschung einer stetigen Bewegung entsteht. In jedem Falle ist die Erscheinung um so vollkommener und schöner, in je mehr einzelne Momente sie aufgelöset ist, wie aus der Natur der Sache ohnehin folgt.

10) Es seyen an der Peripherie der Scheiben Löcher in gleichen Abständen vertheilt, und die Scheibe sei durch Radien in eben so viele gleiche Sektoren getheilt, so werden beim Versuche diese einzelnen Sektoren, folglich die ganze Scheibe §. 4 gemäss unbeweglich zu stehen scheinen, weil z. B. im zweiten Momente (wenn nämlich das zweite Loch am Auge vorübergeht) der folgende Sector genau an der Stelle des vorhergehenden steht, folglich der zweite Eindruck, welchen das Auge erhält, ganz in der Richtung des ersten kommt u. s. w. Da dieses mit allen Sektoren ringsherum der Fall ist, so scheinen alle zu stehen. Zeichnet man in einem solchen Sector ein beliebiges Bild z. B. ein Haus, ein oder mehrere Figuren, eine Werkstätte oder was immer, und wiederholt diese Zeichnung in den übrigen Sektoren ganz getreu, so werden auch diese Bilder zu stehen scheinen. Die Gränzen dieser Sektoren brauchen nicht sichtbar zu seyn. Beispiele hievon sind vor allen die Bilder der Löcher, welche bei allen Scheiben zu stehen scheinen, ferner auf der Scheibe Nr. IV das innerste Rad, die unbeweglichen Theile auf Nr. IX und XV etc.

11) In diesen Bildern, welche in Beziehung auf die Umdrehung der Scheibe ruhig stehen, kann eine beliebige perio-

dische Bewegung ihrer Theile hervorgebracht werden, wenn diese Bewegung nach §. 4 unter die n Bilder vertheilt wird. Beispiele hiervon sind auf Nr. III, IX, XI, XV; der innere Theil auf Nr. XII, XIII und XIV; dann auf V, VI und XVI mit Ausnahme der innersten Räder u. s. w. Dabei kommt alles darauf an, diese Bilder so zu zeichnen, wie es §. 4 verlangt. Bei den gleichförmigen Bewegungen und bei Maschinenbewegungen findet sich die richtige Zeichnung ohne Schwierigkeit, selbst wenn eine solche Bewegung im Perspectiv erscheint, wie auf Nr. XVI, kann nach den Grundsätzen der Projectionslehre die richtige Zeichnung erhalten werden. Grössere Schwierigkeiten hingegen treten bei den ungebundenen und scheinbar regellosen Bewegungen ein, die einzelnen Bilder so herzustellen, dass sie den eigenthümlichen Charakter derselben richtig darstellen; z. B. menschliche Handlungen, das Gehen und Laufen von Menschen und Thieren, indem z. B. der Lauf einer jeden Thiergattung etwas Eigenthümliches hat, die Bewegung an der Kleidung eines im Gange oder im Laufe begriffenen Frauenzimmers, an den Zweigen und Aesten der Bäume durch einen schwachen oder stärkern Wind hervorgebracht, die Bewegungen des Rauches, des fliessenden Wassers, und noch viele andere. Da sich solche Bewegungen in der Natur in ihren einzelnen Momenten nicht fixiren lassen, wodurch eigentlich nach Vorschrift des §. 4. c. die richtigen Bilder erhalten werden könnten, so müssen letztere nach sorgfältiger Beobachtung der Natur in die gehörige Anzahl gleicher Zeitmomente eingetheilt, und die Zeichnungen diesen Momenten entsprechend entworfen werden. Mit Hülfe richtiger Beurtheilung und Schätzung, auch wohl durch Versuche wird man den richtigen Charakter der vorzustellenden Bewegung wenigstens näherungsweise treffen. Die Scheiben enthalten mehrere hierher gehörige Beispiele, als: Nr. IX, XI, XV.

12) Eine fortschreitende Bewegung kann den Bildern nach

jeder beliebigen Richtung ertheilt werden. Eine Kreisbewegung um den Mittelpunkt der Scheibe erhalten die Bilder, wenn ihre Anzahl von der Zahl der Löcher etwas verschieden ist. Es seyen z. B. n Löcher und $n+1$ Bilder, die Peripherie der Scheibe heisse P , so ist der Winkel zwischen zwei aufeinander folgenden Löchern $= \frac{P}{n}$, zwischen zwei nächsten Bildern $= \frac{P}{n+1}$,

also letzterer kleiner um $P \left(\frac{1}{n(n+1)} \right)$. Erhält also das Auge

beim ersten Loche von einem Bilde einen Lichteindruck, so steht im Sehemomente durch das zweite Loch das folgende Bild nicht genau in der Richtung des vorigen Lichtstrahles, sondern um den Winkel $P \left(\frac{1}{n(n+1)} \right)$ gegen jene Seite hin gerückt, gegen welche sich die Scheibe dreht. Diese Fortrückung tritt bei jedem folgenden Loche auf gleiche Art ein, so dass nach n Löchern, d. h. nach einem Umlaufe der Scheibe das

Bild um den Winkel $P \left(\frac{1}{n+1} \right)$ fortgerückt, oder das folgende Bild auf die Stelle des vorhergehenden gekommen zu seyn scheint. Jedes Bild macht demnach nach $(n+1)$ Umdrehungen der Scheibe einen scheinbaren Umlauf nach der Richtung, nach welcher die Scheibe sich dreht. Ist die Zahl der Bilder $= (n+2)$, so rückt jedes Bild während einem Um-

laufe der Scheibe um den Winkel $P \left(\frac{2}{n+2} \right)$, also um die doppelte Entfernung der Bilder fort, und während $(n+2)$ Umläufen der Scheibe machen die Bilder 2 Umläufe in gleicher Richtung mit der Scheibe. Bei $(n+3)$ Bildern machen diese 3 Umläufe, während $(n+3)$ Umdrehungen der Scheibe u. s. w. z. B. Scheibe Nr. I hat 13 Löcher, in der ersten Zone (von aussen herein gezählt) sind 14 Bilder, in der dritten 15 und

in der fünften 16. Die ersten machen also einen Umlauf während 14 Umdrehungen der Scheibe, die zweiten machen zwei Umläufe während 15 Umdrehungen der Scheibe, und die dritten scheinen 3 Mal herumzugehen, während die Scheibe 16 Mal umläuft. Ist die Anzahl der Bilder kleiner, als jene der Löcher, z. B. es seyen $(n-1)$ Bilder, so ist der Winkel zwischen

zwey aufeinander folgenden Bildern $= \frac{P}{n-1}$ also grösser

als der Winkel zwischen zwei nächsten Löchern um $P \left(\frac{1}{n(n-1)} \right)$. Um diesen Winkel bleiben also die Bilder

immer gegen die Löcher zurück, und sie scheinen sich nach einer der Bewegung der Scheibe entgegengesetzten Richtung herum zu bewegen, und zwar geht ein Umlauf der Bilder auf $(n-1)$ Umdrehungen der Scheibe. Bei $(n-2)$ Bildern gehen zwei Umläufe derselben auf $(n-2)$ Umdrehungen der Scheibe, bei $(n-3)$ Bildern treffen 3 Umläufe derselben auf $(n-3)$ Umdrehungen der Scheibe u. s. w., z. B. auf Nr. I sind 3 Reihen rothe Bilder angebracht, a) mit 12, b) mit 11, und c) mit 10 Bildern; a) geht demnach einmal herum, während 12 Umläufen der Scheibe, b) zweimal während 11 und c) dreimal während 10 Scheiben-Umdrehungen. Aehnliche Beispiele geben noch die innersten Räder auf Nr. II, V und VI.

Wir haben also folgende Regel: wenn die Anzahl der Bilder $= m$, Unterschied zwischen der Anzahl der Bilder und der Löcher $= d$, so treffen d scheinbare Umläufe der Scheibe auf m Umdrehungen der Scheibe, und zwar bewegen sich die Bilder in gleicher oder entgegengesetzter Richtung mit der Scheibe, je nachdem die Zahl der Bilder grösser oder kleiner ist, als jene der Löcher. Dieser Satz findet jedoch nur zwischen gewissen Gränzen Statt, wie weiter unten noch gezeigt werden wird.

13) Diesen scheinbar fortrückenden Bildern kann man

auf ähnliche Art, wie im §. 11, eine periodische Bewegung in ihren Theilen geben, wenn man diese Periode unter die Bilder gehörig vertheilt. Beispiele sind auf Nr. IV, X, XII, XIII und XIV. Soll eine solche Vorstellung der Natur entsprechen, so muss die Grösse der Fortrückung des Bildes während einer Umdrehung der Scheibe mit der Bewegung seiner Theile während derselben Zeit im gehörigen Verhältnisse stehen. Die Grösse eines Schrittes, (wenn dieser eine Periode ausfüllt) einer laufenden Figur muss also gleich seyn der Fortrückung des Bildes während einem Umlauf der Scheibe, oder bei einem fortrollendem Rade muss das Mass, um welches sich dasselbe während einem Umlaufe der Scheibe abwickelt, dem Masse gleich seyn, um welches das Rad auf dem Boden fortzurücken scheint u. s. w. Man wird diese Bedingung in den angeführten Beispielen gehörig beobachtet finden. Vernachlässiget man die genaue Beobachtung dieser Regel, so entsteht eine unnatürliche Bewegung, wie leicht einzusehen. Sind die Abstände unter den Löchern sowohl als unter den Bildern gleich, so erscheint die Fortrückung der Bilder gleichförmig. Soll aber eine ungleichförmige oder hüpfende Bewegung hervorgebracht werden, so kann diess durch entsprechende ungleichförmige Austheilung der Bilder oder der Löcher geschehen. Ein Beispiel hievon befindet sich auf Nr. XII.

14) Auch nach jeder andern Richtung kann eine Bewegung der Bilder hervorgebracht werden, und die Bahn kann beliebig geradlinigt oder krummlinigt seyn. Sollen diese Bahnen selbst sich nicht mit der Scheibe drehen, so muss ihre Anzahl mit der Löcherzahl gleich seyn. Diese können übrigens beliebig in einander fallen, wenn sie nur durchaus einander gleich sind, und ihre Lage gegen die Löcher immer dieselbe ist. Soll das Bild während einer Umdrehung der Scheibe die ganze Bahn durchlaufen, so bildet diese eine Periode, und das Bild kommt in jeder Bahn einmal so zu stehen,

wie es die Austheilung dieser Periode nach §. 4, b. verlangt. Man kann jedoch diese Bahnen in mehrere Perioden abtheilen, dann erhält jede Bahn so viele Bilder als Perioden sind. Dass man diese Bewegungen gleichförmig oder ungleichförmig machen, dass man auch die Bilder in ihren Theilen verändern lassen kann, ist einzusehen. Einfache Beispiele sind die äusserste Zone auf Nr. II, und die herabfallenden Münzen auf Nr. VI. Die Bewegung der Ballen auf XI ist ungleichförmig, und jener geworfener Körper entsprechend. Der innere Raum auf XIII enthält eine Vorstellung, in welcher die Bewegung und Gestalt der einzelnen Bilder so gezeichnet ist, wie sie bei einer gleichförmigen Bewegung über eine Kugel erscheinen würden, daher hier die ganze Vorstellung durch die Bewegung sich zu einer Kugel abrundet. Ein hierher gehöriges Beispiel enthält noch der innere Raum auf XIV, wo die Bahnen sich durchkreuzen. Es ist einleuchtend, dass man diesen Bahnen selbst wieder eine Bewegung um den Mittelpunkt der Scheibe, oder in einer andern Richtung ertheilen kann, so dass sich auf diese Art die verwickeltsten Bewegungen vorstellen lassen.

15) Wir wollen nun den §. 12 weiter verfolgen, und annehmen, es sei die Zahl der Löcher doppelt so gross, als die Zahl der Bilder, so wird die Richtung des Lichtstrahles bei jedem zweiten Loche auf ein Bild treffen, bei dem zwischen liegenden Loche aber zwischen zwei Bilder fallen, und das Auge erhält demnach abwechselnd Eindrücke von einem unbeweglichen Bilde und einer leeren Stelle. Bei gehöriger Geschwindigkeit pflanzen sich dann die erstern Eindrücke auf die leeren Stellen fort, und es erscheinen so viele ruhende Bilder, als Löcher sind, jedoch schwächer in ihrer Farbe, weil sich die Farbe des Grundes, z. B. weiss mit der Farbe des Bildes vermischt. Ein Beispiel ist die innere Figur auf Nr. X. Setzt man an die leeren Stellen dasselbe Bild in einer andern Farbe, so wird der ganze Kranz der Bilder in der gemischten Farbe

erscheinen. Man kann auch an der ersten, dritten etc. Stelle einen Theil des vorzustellenden Bildes, an den geraden Stellen dann den andern zugehörigen Theil zeichnen, so wird man, da jeder Eindruck, sich über die folgende Stelle hinaus erstreckt, die Bilder vollständig sehen. In diesen zertheilten Bildern kann selbst wieder eine Bewegung vorhanden seyn. Beispiele sind auf Nr. VII und VIII. Auch bei fortschreitenden Bildern kann man jedes zweite Bild weglassen, wo dann die Bilder verdoppelt und in gehöriger Fortrückung, aber schwächer erscheinen, oder man kann, wie oben einen Farbenwechsel, wovon ein Beispiel auf Nr. II, oder eine Zertheilung der Bilder vornehmen. Soll diese Vertheilung gleichförmig seyn, so muss die Anzahl der Bilder durch 2 theilbar seyn; auf ähnliche Art kann man mit 3 oder mehreren Farben wechseln, oder das Bild der Vorstellung in 3 oder mehrere Theile zerlegen, wo dann um eine gleichförmige Austheilung zu erlangen, die Zahl aller Bilder durch 3 etc. theilbar seyn muss. Die Scheibe muss jedoch dann, um einen stetigen Zusammenhang der Eindrücke hervor zu bringen, mit sehr grosser Schnelligkeit sich umdrehen, was leicht einzusehen ist.

16) Hieraus sieht man schon, dass die in 12 aufgestellte Regel beschränkt ist, und die Zahl der Bilder sich von n (der Zahl der Löcher) nicht zu weit entfernen dürfe. Wäre immer nur ein Bild sichtbar, welches jedesmal nach Vorschrift §. 4. b. an der richtigen Stelle stünde, so würde das Phänomen seiner Fortschreitung richtig erfolgen, so lange seine einzelnen Fortrückungen nicht gar zu gross sind. Allein da immer die ganze Reihe der Bilder zugleich sichtbar ist, so verbindet das Auge den vorigen Eindruck vorzugsweise mit jenem Bilde, welches zunächst in der Richtung des erstern steht. Daher erzeugen jene Eindrücke, welche sich am öftesten, und mit der geringsten Aenderung der Richtung des Lichtstrahles wiederholen, ein bestimmtes Phänomen. Da eine genauere Analyse der hierher

gehörigen Phänomene zu weit führen würde, und dieselben auch vom geringen Interesse sind, indem sie grössten Theils aus einer chaotischen Menge von Bildern bestehen, welche entweder stehen bleiben, oder sich fortbewegen, so wird es genügen, die Grundsätze, nach welchen sie gebildet werden, nur im Allgemeinen anzudeuten. Die Entstehung dieser Phänomene hängt von dem Verhältnisse der Geschwindigkeiten ab, womit sich die Löcher und Bilder herumbewegen. Nehmen wir zwei Scheiben an, die erstere enthalte die Löcher, die zweite eben so viele Bilder, und beide seyen getrennt einander gegenüber gestellt, so dass jede mit einer willkürlichen Geschwindigkeit in Rotation versetzt werden könne. Die Geschwindigkeit der Löcherscheibe sei $=g$, jene der Bilderscheibe $=G$. a) Ist nun $G=g$, oder $G=2g$, oder $G=3g$ u. s. w., so werden die Bilder ruhend erscheinen, denn in jedem einzelnen Schemomente hat die Bilderscheibe dieselbe unveränderte Richtung gegen den ins Auge tretenden Lichtstrahl. Ist das Verhältniss zwischen G und g nur wenig von den vorher angegebenen verschieden, so werden dieselben Eindrücke nach und nach nur wenig verrückt, und der Kranz der Bilder wird sich langsam um den Mittelpunct der Scheibe zu bewegen scheinen, und zwar um so langsamer, je weniger $\frac{G}{g}$ von 1, 2, 3, etc. verschieden ist. Die Bilder fallen in diesem Falle auf der Netzhaut so nahe aufeinander, dass ein vorhersehender Eindruck ihres Zusammenhanges entsteht.

b) Es sei ferner $G=\frac{1}{2}g$, oder $G=1\frac{1}{2}g$ oder $G=2\frac{1}{2}g$ etc., so trifft bei jedem zweiten Loche der Lichtstrahl mit unveränderter Richtung auf ein Bild, diese mit gehöriger Schnelligkeit aufeinander folgenden Eindrücke werden vorherrschend, und es erscheint ein Kranz ruhender Bilder. In den zwischen fallenden Löchern trifft die Richtung des zum erzeugten Phänomene gehörigen Lichtstrahles auf leere Stellen,

SOB $\frac{8}{492}$
23

wegen der Fortdauer der Eindrücke erscheinen die Bilder auch auf diesen Stellen, und die Zahl der Bilder erscheint verdoppelt, jedoch schwächer. Ist das Verhältniss zwischen G und g nur so wenig von dem in b) angenommenen Werthen verschieden, dass die durch jedes zweite Loch entstehenden Eindrücke noch vorherrschend sind, so wird der verdoppelte Kranz der Bilder sich langsam herumdrehen.

c) Aendern sich die in a) und b) angesetzten Verhältnisse zwischen G und g so stark, dass eine andere Combination einzelner Eindrücke vorherrschend wird, so entsteht auch ein anderes Phänomen, wobei immer der Grundsatz gilt, dass jene Eindrücke am leichtesten sich zu einer bestimmten Vorstellung ausbilden, welche sich am öftesten wiederholen, und zugleich hinsichtlich der Richtung des Lichtstrahles am wenigsten verschieden sind. Es kann demnach auch eine Combination von Eindrücken vorherrschend werden, wenn

$\frac{G}{g} = \frac{2}{3}$,

$\frac{4}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ u. s. w.; die Richtung der zu der entstandenen Vorstellung gehörigen Lichtstrahlen wird an den zwischen fallenden Löchern auf leere Stellen treffen, und die Bilderzahl wird sich noch mehr vervielfältigt zeigen u. s. w. Je einfacher das Verhältniss zwischen G und g ist, desto ausgebildeter sind die Phänomene, und eine Analogie zwischen diesen und den Tönen der Musick ist kaum zu verkennen. Da die Dauer des Lichteindruckes im Auge hier ins Spiel kömmt, so werden die Phänomene auch von der absoluten Geschwindigkeit der Scheiben abhängen, vermöge welcher sich die Dauer der Eindrücke über mehrere oder wenigere Löcher fort erstreckt. Die verschiedenen Verhältnisse zwischen der Geschwindigkeit der Löcher und der Bilder können bei Scheiben, welche vor einem Spiegel gebraucht werden, durch zweckmässige Wahl in der Anzahl der Löcher und der Bilder hervorgebracht werden. Auch kann man die hierher gehörigen Phänomene einfach da-

durch erzeugen, dass zwei Personen sich mit zwei Scheiben gegenüber stellen, diese in Umlauf setzen, und jede durch die Löcher ihrer Scheibe die Bilder auf der anderen Scheibe betrachtet, wo man diese bald einfach, bald vervielfacht, entweder stehend, oder in Bewegung sehen wird. Alle diese Phänomene lassen sich, so weit es die in der Dauer des Lichteindruckes liegende Unsicherheit erlaubt, durch Rechnung nachweisen.

17) Für den Physiker dürften die vorliegenden Scheiben auch desshalb Interesse haben, weil man durch planmässig angestellte Versuche mittelst solcher Scheiben die Dauer des Lichteindruckes in unsern Augen mit grösserer Genauigkeit wird bestimmen können, als bisher geschehen ist. Diese Versuche können unter verschiedenen Umständen und Abänderungen angestellt werden, wodurch sich vielleicht manche interessante Resultate finden liessen, z. B. ob und wie die Dauer des Lichteindruckes abhängt von den subjectiven Eigenschaften des Menschen, seinem Alter etc., oder von den Eigenschaften des Objects, seiner Erleuchtung, seiner Farbe etc., welche Farben im Auge (nach §. 15) leichter, und welche schwerer zu einer gemischten Farbe verschmelzen u. s. w.

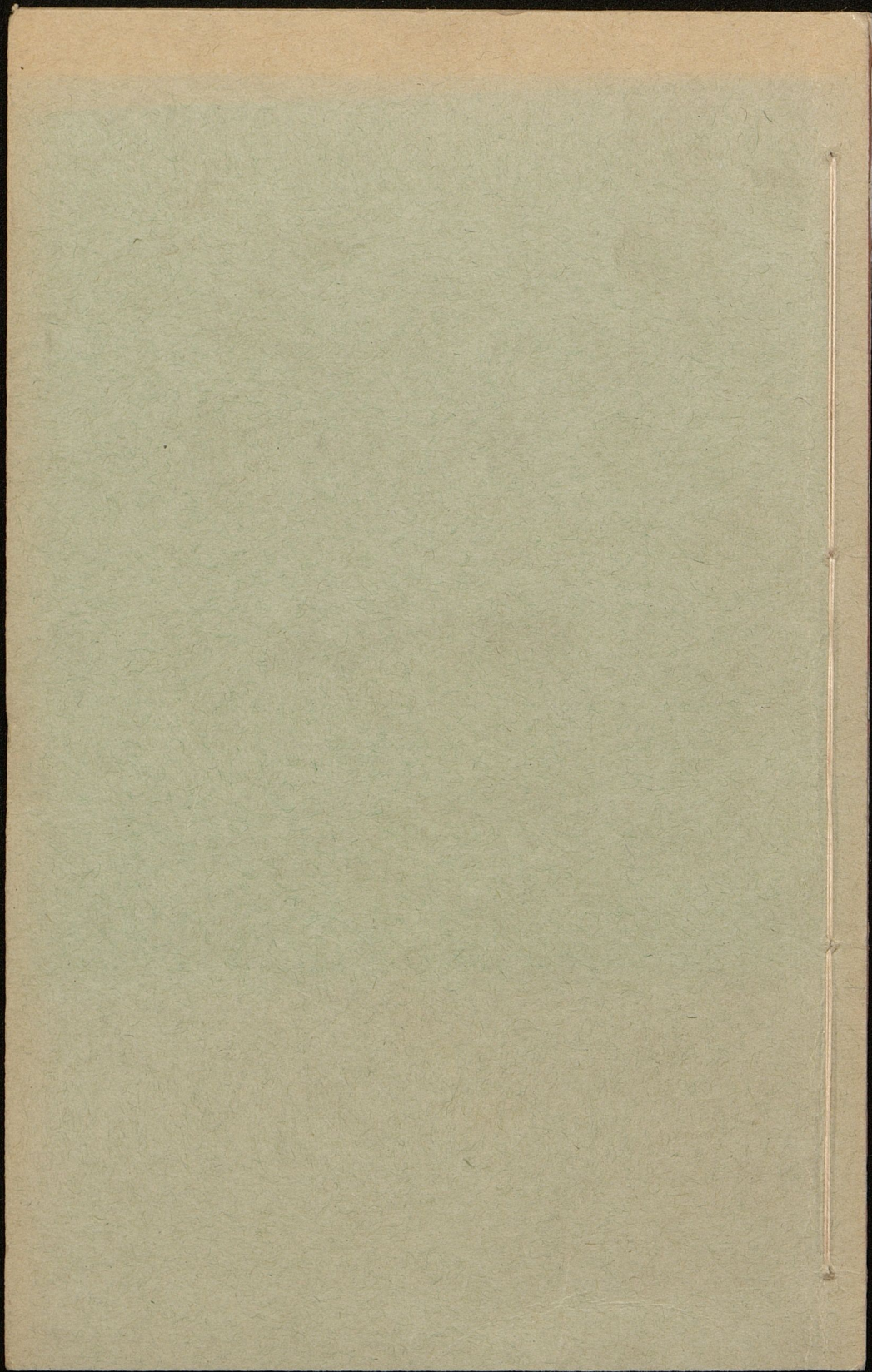
AB:50B $\frac{8}{f,92}$

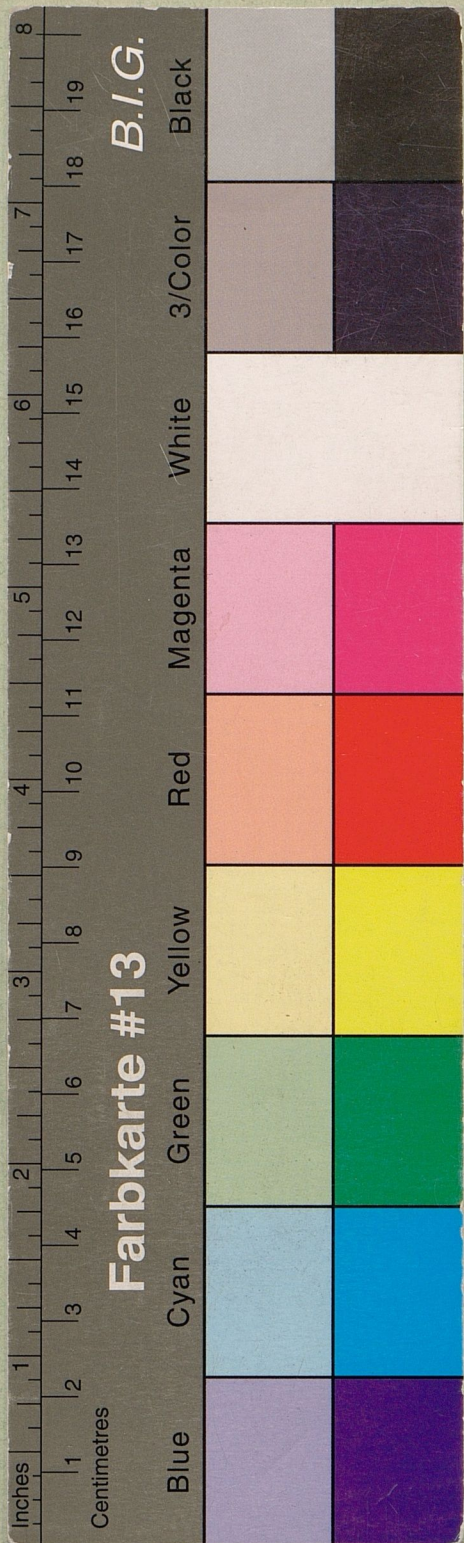
ULB Halle

3

002 046 504







001 =

Ph 87

N. 26.

D i e

Stroboscopischen Scheiben

o d e r

optischen Zauberscheiben.

Deren Theorie und wissenschaftliche Anwendung, erklärt von dem Erfinder

S. Stampfer,

Professor der practischen Geometrie am k. k. polytechnischen Institute zu Wien.

Mit k. k. österreichischen ausschliessenden Privilegium.

Ph 87

V e r l a g
v o n

Trentsensky & Vieweg.

W i e n u n d L e i p z i g.
1 8 3 3.

AB
038
f. 92

