Über die Erlernung von Farbenungleichungen.

Ein Beitrag zur Technik der Untersuchung Farbenuntüchtiger.

Von

Prof. M. Gildemeister und Dr. W. Dieter.

(Aus der physikalischen und sinnesphysiologischen Abteilung des physiologischen Instituts der Universität Berlin.)

Dem physiologischen Institute der Universität Berlin werden häufig von oberen Eisenbahnbehörden (Reichsverkehrsministerium und Eisenbahndirektionen) Beamte oder Beamtenanwärter, über deren Farben-tüchtigkeit einander widersprechende Gutachten vorliegen, zur Oberbegutachtung überwiesen. Gewöhnlich handelt es sich dabei um Personen, die durch ein ungünstiges Urteil in ihrem Fortkommen behindert würden, und es kann deshalb nicht wundernehmen, daß einige von ihnen ihr Gebrechen mit allen Mitteln zu verhüllen suchen.

Dichromaten kommen unter diesem Materiale fast gar nicht vor, da sie einem aufmerksamen Untersucher bei dem vorgeschriebenen Gange der Prüfung kaum entgehen können, dagegen gelingt es offenbar hin und wieder einem anomalen Trichromaten selbst erfahrene Sachverständige hinters Licht zu führen.

Bestimmungsgemäß ist das Hauptgewicht auf die Untersuchung mit Spektralfarben zu legen, wozu an den meisten Stellen das Nagelsche Anomaloskop dient, da die Gutachter wohl nur selten, wie das hiesige Institut, über kompliziertere Spektralfarbenmischapparate verfügen werden.

Nun hat uns ein Fall gelehrt, daß intelligente Personen trotz Farbenuntüchtigkeit bei genügender Schulung einwandfrei normale Gleichungen einstellen können, ohne daß man ihnen unerlaubte Hilfsmittel unmittelbar nachzuweisen vermöchte. Wir sagen: bei genügender Schulung, denn leider scheint es Stellen zu geben, wo auch Laien gegen entsprechendes Honorar die Handhabung des Anomaloskops erlernen können.

Dieser Fall, dessen Mitteilung von Nutzen sein dürfte, hat uns zu einigen Versuchen angeregt, die am Schlusse angeführt werden.

Bei dem Lokomotivführer A. M. aus O. ist nach den Akten zum ersten Male im Jahre 1910 eine Abweichung vom normalen Farbensinn festgestellt worden (Nagels Tafeln unsicher). In den nächsten Jahren ist M. mehrmals mit Nagels

Tafeln und mit Wollproben geprüft und stets normal befunden worden bis zum Januar 1914, wo die Untersuchung mit dem Anomaloskop typische Protanomalie ergab. Von da an bis zum Dezember 1919, in welchem Monat M. dem hiesigen physiologischen Institut überwiesen wurde, ist er mit wechselndem Erfolg häufig untersucht worden; bemerkenswert ist, daß er mit gefärbten Gegenständen nie mehr Fehler machte, und daß auch seine Leistungen am Anomaloskop zusehends besser geworden waren, selbst als die Schraubenskalen, was anfangs nicht geschehen war, durch Schirme verdeckt waren.

Aus der Vorgeschichte geht also hervor, daß M., der zuerst die für einen Rotanormalen charakteristischen Einstellungen gemacht hatte, diese später vermied. Da eine Besserung des Farbensinnes nicht anzunehmen war, mußte man an irgendeinen Trick denken.

Wir überzeugten uns, daß M. tatsächlich Gleichungen, die sich von denen eines Normalen nicht um mehr als 2 Skalenteile der linken (Mischungs-) Schraube entfernten, auch dann einstellte, wenn wir die Schraubenteilungen durch einen großen Schirm seiner Sicht entzogen, und daß er alle anderen Gleichungen ablehnte. Nun war die Frage, ob ein Farbenuntüchtiger sich am Anomaloskop von irgendwelchen Hilfsmitteln leiten lassen kann. Nach unseren Erfahrungen ist die Unterstützung durch Unterpersonal sehr gebräuchlich und wirksam; derartige grobe Mogeleyen waren aber in unserem Fall nicht möglich. Man mußte deshalb an folgende drei Möglichkeiten denken: 1. Der Prüfling dreht die Mischungsschraube zuerst bis zum Anschlagen an eine Hemmung, und dann, durch sein Muskelgefühl geleitet, so weit wieder zurück, wie er es beim Einüben gelernt hat, d. h. bis zu der Stellung, die der Gleichung des Normalen entspricht. 2. Er verfährt ebenso, geht aber nicht von einer Endstellung, sondern von seiner eigenen Gleichungsstellung aus. 3. Er hat sich auf eine bestimmte Ungleichung eingeübt, nämlich diejenige, die für den Normalen die Gleichung ist.

Wenn eine der beiden ersten Erklärungen richtig war, so mußte M. versagen, wenn man den Drehungssinn der Schrauben änderte. Stellt man z. B. das Anomaloskop auf den Kopf, so kommt jetzt die Mischungsschraube auf die rechte Seite, und man muß jetzt mit der rechten Hand umgekehrt drehen als vorher mit der linken, wenn man beispielsweise mehr Grün zumischen will. Oder das Anomaloskop verbleibt in seiner aufrechten Stellung, man läßt aber nicht unmittelbar an der Mischungsschraube einstellen, sondern an einem besonderen Rad, das mit dieser durch einen gekreuzten Schnurlauf verbunden ist. Versuche dieser Art änderten aber nichts an der Tatsache, daß M. normale Gleichungen einstellte; es blieb also nur die dritte Möglichkeit übrig, daß er sich auf eine gewisse Ungleichung eingeübt hatte. Um diese Vermutung zu prüfen, verwandten wir a) ein direktes und b) ein indirektes Verfahren.

a) Das Anomaloskop war das Modell II mit beweglichem Okularrohr, das durch Schraubentrieb aus der Normalstellung (etwa Lithiumrot und

Thalliumgrün für die Mischung, Natriumgelb für das ungemischte Licht) nach der lang- und der kurzwelligen Seite verstellt werden kann. Wenn man die Normalstellung nach einer Richtung verläßt, so erscheinen Farben, zwischen denen der Normale (in gewissen Grenzen) durch Drehen der beiden Seitenschrauben eine Gleichung herstellen kann, die für den Anormalen natürlich eine Ungleichung ist, aber eine andere als die, auf die er sich möglicherweise eingeebnet hat. Wie wir es erwartet hatten, unterschied sich jetzt die Einstellung von M. wesentlich von der eines Normalen.

b) Nun drehten wir das Okularrohr in die Normalstellung (bei Schraubenteilung 25,00) zurück und stellten durch die Mischungs- und die Helligkeitsschraube eine Normalgleichung her, worauf wir das Okularrohr wieder in eine Stellung brachten, die sich von der normalen möglichst weit nach der einen Seite entfernte. Es sollte von M. jetzt in die Normalstellung zurückgeführt werden, ohne daß die Mischungs- und die Helligkeitsschraube berührt würden. Ein Farbentüchtiger hätte diese Aufgabe leicht lösen können, da die geforderte Stellung ihm ja eine Gleichung lieferte; ein Anomaler mußte aber dabei Schwierigkeiten haben. Denn während bei der üblichen Bedienung des Apparates die eine Feldhälfte (Natriumgelb) immer ihren Farbenton behält und sich nur die andere ändert, erfolgte jetzt ein ständiger Wechsel des Farbertones in beiden Feldhälften, was nach unserer Meinung die Einstellung einer etwa eingeübten Ungleichung sehr erschweren mußte. Dazu kommt noch ein Zweites. Unsere späteren Versuche bestätigten unsere aus theoretischen Gründen gemachte Annahme, daß ein Anomaler bei dem angedeuteten Verfahren zweimal durch eine Ungleichung hindurchkommt, die für ihn annähernd so aussieht, wie die Gleichung des Normalen.

An dieser Klippe scheiterte M. und stellte die falsche Ungleichung ein, nicht diejenige, die für den Normalen eine Gleichung war.

Damit war unseres Erachtens bewiesen, daß unsere Vermutung, M. habe sich auf eine gewisse Ungleichung eingeebnet, zu Recht bestand.

Um jetzt festzustellen, ob es leicht möglich sei, eine Ungleichung zu erlernen, hat der eine von uns (D., deuteranomal) eine Reihe von Versuchen gemacht. Es wurde am Anomaloskop die Gleichung eines Normalen eingestellt, die für D. eine Ungleichung darstellte, da ihm die Mischfarbe rot, das Natriumgelb durch Kontrast grün erschien. Nun versuchte er täglich etwa eine Stunde lang diese „Ungleichung“ zu treffen. Das gelang schon am Schluß der ersten Übungsstunde mit einem Fehler von nicht mehr als 2 Skalenteilen, und nach etwa einwöchiger Übung ging der Fehler auf höchstens 1 Skalenteil zurück. Bemerkenswert ist, daß diese Sicherheit selbst durch mehrwöchige Unterbrechung der Übungen nicht verloren ging.

Damit ist bewiesen, daß das Erlernen von Ungleichungen unter Umständen durchaus nicht schwierig ist, und daß man bei der Untersuchung von Anomalen damit zu rechnen hat. Selbst wenn das Okularrohr bis zu einer halben Schraubenumdrehung nach rechts oder links von 25,00 verstellt wurde, d. h. wenn als reines Licht ein Gelbgrün oder Orange gewählt wurde, gelang ohne besonders darauf hinielende Übung, allein auf Grund der Einübung auf Natriumgelb, eine Einstellung, die einen Normalen einigermaßen befriedigte. Erst wenn man sich sehr stark von den Rayleighschen Farben entfernte, gelang es nicht mehr, befriedigende Einstellungen zu erzielen.

Aus dieser Untersuchung geht hervor, daß das Anomaloskop (oder ein anderer Spektralfarbenmischapparat) keinen absoluten Schutz vor Dissimulation bietet, wenn man sich auf die Rayleighschen Lichter oder ihnen sehr benachbarte beschränkt. Daran wird man denken müssen, wenn man häufig untersuchte Personen vor sich hat, die ein Interesse an der Verschleierung ihrer Abweichung haben. Modell I des Anomaloskops mit feststehendem Okularrohr reicht also für diese Fälle nicht aus.

Wir möchten noch bemerken, daß wir bei der Untersuchung der Farbensinnstörungen sehr gute Erfahrungen mit den Stillingschen Tafeln gemacht haben, die durch ein Episkop auf einer weißen Wand abgebildet werden. Die Möglichkeit, sich nach dem Glanz oder sonstigen Unvollkommenheiten des Drucks zu orientieren, ist bei dieser Methode so gut wie ausgeschlossen. Ferner tritt der „erhöhte Kontrast“ der Anomalen sehr viel deutlicher zu Tage, wenn man den Nagelschen Dreilichterapparat durch Vorsetzen einer großen Milchglasscheibe „vernebelt“. Wir haben noch keinen Anomalen gefunden, der unter diesen Umständen aus 6 m Entfernung nicht Gelb zwischen zwei roten Lichtern grün, zwischen zwei grünen rot genannt hätte, und halten diese Probe besonders deshalb für nützlich, weil sich der Prüfling beim Näher-treten von seinen Fehlern überzeugen kann.