

## Farbsinn-Untersuchung: Immer noch eine augenärztliche Aufgabe? Der heimliche Niedergang ophthalmologischer Teilkompetenzen

Hannes Wildberger, Zürich

### Früher ...

Ich erinnere mich an Zeiten ohne multimodales Imaging, als interessierte Assistentinnen und Assistenten unter kritischer Obhut einer Oberärztin, eines Oberarztes (im Folgenden gilt die männliche Form für beide Geschlechter) z. B. bei angehenden Lokomotivführern Farbsinnuntersuchungen bei angeborenen und erworbenen sensorischen Ausfällen durchführten.

Die Installation einer korrekten Beleuchtung erfolgte durch einen an Basic Science interessierten Oberarzt, auch wenn dieser später nur noch chirurgisch tätig war.

Der Farbsinn als physiologische Basisfunktion des Sehens war gelegentlich auch Teilgegenstand eines wissenschaftlichen Auslandsaufenthaltes. Beispielsweise interessierte der Zusammenhang zwischen der multifokalen Elektroretinographie der Fovea und dem Farbsehen. Oder es wurde fieberhaft untersucht, weshalb gewisse neuroretinale Erkrankungen eine Deutan-Störung, eine Protan-Störung bzw. eine Pseudoprotanomalie (Verwechslung entlang der Blauachse im Farbkreis) erzeugen. Wie konnte es sein, dass eine Blaustörung mit Pseudoprotanomalie in eine Achromatopsie-Achse kippt? Oder wie konnte es sein, dass eine Schielamblyopie eine schlechte Sehschärfe verursacht, während die Farbenwahrnehmung weitgehend unbeeinträchtigt bleibt? Und überhaupt: wie unterscheiden sich erworbene organische Farbsinnstörungen von angeborenen? Die Zeiten für solche Fragen sind vorbei.

*«Die Zeiten für solche pathophysiologischen Fragen sind vorbei.»*

### ... und heute

In der heutigen Grundlagenforschung stehen andere Disziplinen im Vordergrund. Wir sehen die Integrität der Photorezeptorschicht oder der Ganglienzellschicht im OCT. Der Farbsinn wird zum OCT begleitend untersucht, beispielsweise bei Hydroxychloroquin-, Tamoxifen-, Amiodaron- und Ethambutol-Therapie.

Früher stand in vielen Augenarztpraxen ein Nagel-Anomaloskop, das fachkundig angewendet wurde.

Mit dem Aufkommen der Arbeitsmedizin kamen auch die Fragestellungen wegen kongenitaler Farbsinnstörungen, besonders bei Berufen, für die ein gutes Farbsehvermögen gefordert wird. Lokomotivführer, Schiffskapitäne und Flugpiloten sollten einen normalen Farbsinn aufweisen. Für die Lokomotivführer ist die Signaldichte sehr komplex geworden.<sup>1</sup> Brüssel erliess Vorschriften, die jedoch pauschal und nicht im Detail formuliert waren.

Erstmals jedoch wurde eine gewaltige Präventionsmaschinerie in Gang gesetzt, das politische Lieblings-Instrumentarium fortgeschrittener Demokratien. Massnahmen wurden beschlossen, die auf Vermutungen statt auf eindeutigen, wissenschaftlich fundierten Kausalzusammenhängen beruhten. Die einzelnen EU-Mitgliedstaaten entwickelten deshalb ihre eigenen Vorgaben, die keineswegs harmonisiert wurden und gegenseitig umstritten bleiben.

### Unerklärte Bedarfszunahme an Farbsinnuntersuchungen

Vor etwa 8 Jahren nahm die Häufigkeit von Zuweisungen durch Arbeitsmediziner im Raum Zürich plötzlich zu. Es wurde festgestellt, dass eine erkleckliche Anzahl von Mitarbeitern der öffentlichen städtischen Verkehrsmittel (VBZ) im Ishihara-Test versagte. Nie war es bisher zu einem Farbsinn-bezogenen Unfall durch einen Tramführer, Buschauffeur, Polizisten oder Feuerwehrmann gekommen.

Gewisse Gremien begannen zu entscheiden, wer jetzt noch darf und wer nicht mehr. Immerhin war man gnädig. Niemand im öffentlichen Dienst wurde entlassen oder ins Tramdepot versetzt. Aber die jungen Stellenbewerber wurden genau untersucht. Eine uns nicht im Detail bekannte Liste informierte darüber, wer einen normalen Farbsinn aufweisen muss: eindeutig die Tramführer. Wenig überzeugend wurde das mit der Existenz eines Grünlichtes in einem Tramtunnel begründet. →



Grün ist heute ein pervertiertes Blaugrün, das kaum mehr mit dem ebenfalls pervertierten «roten» Signallicht verwechselt wird, weil die spektrale Einstellung ausserhalb der kritischen Verwechslungsfarbtöne liegt. Immerhin muss berücksichtigt werden, dass heute viele Tramstrecken nicht mehr innerstädtisch verlaufen, sondern Überlandfunktionen mit S-Bahn-Verhältnissen übernommen haben.

### Die schleichende Trivialisierung und Verstaatlichung des Farbsinnes

Wenig später versiegt dieser Zustrom an Farbsinn-Zuweisungen plötzlich wieder. Auch von der SBB kam niemand mehr. Nur gerüchteweise kam zum Vorschein, dass die SBB selbst über ihren ärztlichen Dienst eine Untersuchung der Farbenwahrnehmung bei ihren Stellenbewerbern organisiert hatte.

Auch heute ist nicht klar, welche Personen mit welcher Ausbildung, Entscheidungskompetenz und Qualitätskontrolle Kandidaten aufgrund einer ausufernden Liste von Anforderungsstufen untersuchen.

Es sind dies sicher nicht die gemäss Auflistung über 40 Vertrauensärzte des BAV, welche lediglich mit den Ishihara-Tafeln prüfen. Hingegen ist offen, wer darüber hinaus gewissermassen über eine «Lizenz» zum Gebrauch des Anomaloskops verfügt.

Wie sich das unter dem neuen Regime der Helsana fortsetzt, ist erst recht ungeklärt. Während die Farbsinnuntersuchung bei Lokomotivführern oder Tramführern unbestritten bleibt, ist das bei den übrigen Bewerbern mit unterschiedlichen Abstufungen der Sicherheitsrelevanz zu relativieren. Es geht hier um die Differenzierung einer grundsätzlichen Diagnose gegenüber der sogenannten Aptitude. Bei der Aptitude ist die Diagnose zwar zu stellen, schliesst aber eine grundsätzliche Tauglichkeit nicht aus.

Um sich die Entscheidung einfach zu machen, ist die Bleihammermethode kein sehr faires Vorgehen. Abstufungen sind gerechter, aber auch mühsamer. Auch hier gilt, dass man mit einer inhomogenen Gruppe Farbsinn-Abnormaler eine wissenschaftliche Studie durchführen sollte, wenn man nur wollte. Mit der zunehmenden Technologisierung wird alles sicherer. Demnächst sollen auch die Lokomotivführer abgeschafft werden (Metro Lausanne). Soweit bekannt, bestand nie eine Vereinbarung oder gegenseitige Kenntnisnahme zwischen SOG-SSO und SBB.

### Pressemitteilung der Krankenkasse HELSANA vom 19.12.2016

«Per 1.7.2017 übernimmt Helsana von der SBB AG den Bereich Medical Service, der unter anderem Tauglichkeitsuntersuchungen (Farbsinnprüfungen) des SBB-Personals sowie Abklärungen für das

betriebliche Gesundheits- und Case Management durchführt. Helsana hat den Zuschlag nach einer intensiven Prüfung durch die SBB erhalten. Helsana stellt für die SBB und die weiteren Kunden des Medical Service den nahtlosen Übergang sicher und garantiert eine qualitativ hochstehende Erbringung sämtlicher heutigen Leistungen (gemeint sind im Besonderen die Farbsinn-Untersuchungen). Helsana übernimmt alle rund 40 Mitarbeitenden des Medical Service, die laufenden Verträge mit Drittkunden und Partnern sowie das Inventar. Die Helsana-Dienstleistungen erfolgen am bisherigen Standort: Bollwerk 4 in Bern.»

### Protest

Die Gewerkschaft des Verkehrspersonals (SEV) ist überzeugt, dass die Auslagerung des ärztlichen Dienstes (Medical Service) der SBB ein Fehler ist. Die SBB weist darauf hin, dass sie die Sozialpartner einbezogen habe. Sie vergisst jedoch zu erwähnen, dass sich diese seit einem Jahr gegen die heute präsentierte Lösung stellen. Die Auslagerung führt zu einem Kompetenzverlust, da die Eigenheiten der Berufe in der Eisenbahnbranche ein spezifisches Know-how voraussetzen.

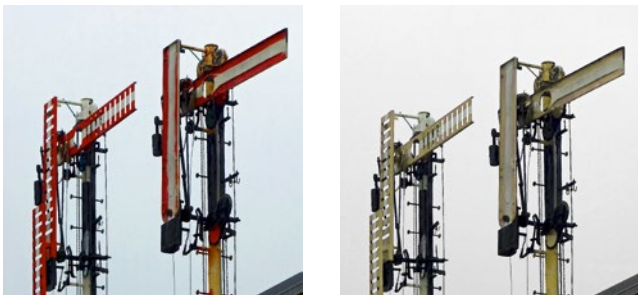
### ... und wir als Augenärztinnen und Augenärzte?

Die Farbsinnprüfung innerhalb eines ophthalmologischen Verbandes war nie ein Hit für jedermann, sondern eher eine exquisite Leistung einer Minderheit, die sich mit besonderen Fragestellungen beschäftigte. Dazu gehört selbst der Wunsch von Eltern, Aufschluss zum Farbsehen ihrer Kleinkinder mithilfe spezieller isochromatischer Tafeln zu erhalten. Es genügte eine begrenzte Anzahl an motivierten Ärztinnen und Ärzten, um den Bedarf für Farbsinnuntersuchungen zu decken.

Es muss vermutet werden, dass heute der Kompetenzerhalt und die Ausbildung in Farbensinntests an den Ausbildungskliniken deutlich zurückgegangen ist. Es stellt sich ja auch innerhalb der SOG-SSO die permanente Frage, welche klassischen Methoden angesichts neuer Entwicklungen und Herausforderungen noch pflegebedürftig bleiben können.

Umso mehr erstaunt es, wenn ein offenbar hochrentabler Betrieb wie SBB Medical Service an eine Krankenkasse ausgelagert wird. Dabei ist ja nicht einmal offengelegt, wer die Durchführung der Farbsinnuntersuchungen mit welcher Ausbildung, Qualifikation und Entscheidungsgewalt durchführt oder wer das bezahlt, und ob nicht auch eine Mengenausdehnung durch unnötige Untersuchungen betrieben wird. Es könnte ja ausreichen, wenn gewisse bahninterne Berufszweige ausserhalb der Triebfahrzeugführenden ausschliesslich mit pseudo-isochromatischen Tafeln getestet werden.

Ist diese Wendung ein Warnsignal für Augenärztinnen und Augenärzte? Können wir es uns leisten, künftig auf die Farbsinnuntersuchung zu verzichten? Farbsinnuntersuchung bedeutet nie nur einen einzelnen Test, sondern immer eine ganze Testbatterie. Zusammen mit statischer Perimetrie, subjektiver Flicker- und Kontrastempfindlichkeit, Strukturuntersuchung im OCT und Autofluoreszenz kommt eine ganze Wissenschaft zusammen. Werden wir subklinisch ausgebootet? Die ophthalmologische Beurteilung der Fahrtauglichkeit durch die Weisungen der ASTRA (Bundesamt für Strassen) ist teilweise schon durch die Schweizerische Gesellschaft für Rechtsmedizin (SGRM) besetzt. Die Arbeitsmediziner (SGAM) werden uns mit Handkuss den Farbsinn abnehmen. Das kann im selben Stil noch viel weiter gehen. →



Eisenbahnmuseum der K&K Eisenbahnen in Ljubljana-Slowenien, anlässlich des Doppelkongresses EUNOS-ISCEV 2015. Rechts jeweils Photoshop-Protanopie-Ansicht.

## Untersuchung der Farbsinnprüfung

Die Farbenwahrnehmung ist eine wichtige Selektivfunktion des statischen visuellen Systems. Die korrekte Farbsinnprüfung ist nicht einfach und setzt die Kenntnis der gesamten sensorischen objektiven und subjektiven visuellen Physiologie voraus (Hinweis, nicht ohne Grund: Farbsinnprüfungen dürfen nicht mit getönten Kontaktlinsen und Brillen bzw. Sonnenbrillen durchgeführt werden). Etwas lieblos kann man folgende Kategorisierung von möglichen Untersuchern herstellen:

- a) Diejenigen, die höchstens mal schon etwas von den Ishihara-Tafeln gehört haben.
- b) Personen, die guten Willens gelegentlich einmal eine Farbsinnuntersuchung durchführen, mit fehlerhafter Strategie an den Panel-D-15-Tests oder gar am Anomaloskop. Die Resultatesicherheit ist begrenzt, am Anomaloskop eventuell fatal, besonders im Zusammenhang mit einem Gutachten.
- c) Wenige beherrschen die Untersuchung regelrecht. Für eine korrekte Farbsinnuntersuchung herrschte schon immer eine gewisse Exklusivität.

### Dorsaler und ventraler Pfad

Die Aufteilung der beiden visuellen Hauptsysteme erfolgt bereits im Geniculatum laterale mit entsprechenden Strukturen in V1.

Der dorsale Pfad («wo»-Pfad) verläuft nach dem parietalen Cortex und meldet Lokalisation, Bewegung (Motion) und räumliche Koordination. Der ventrale Pfad («was»-Pfad) verläuft nach dem temporalen Cortex und vermittelt Farbe, Textur, Form, Grösse und Gegenstands-Detail.

Bei der dynamischen Bewegungs-Perzeption tritt die Farbenwahrnehmung in den Hintergrund. Als Autofahrer oder Lokomotivführer fährt man einer stationären Verkehrsampel oder einem stationären Signallicht entgegen, kritisch ist einzig die Änderung des Grössendurchmessers der Lichtquelle durch die Distanzänderung. Auf dem Bahnhof wird der Lokomotivführer vor der Abfahrt eher das akustische Pfeifsignal des Zugbegleiters hören oder das Schwenken einer farbigen Signalkelle visuell eher als Motion erkennen denn als Rot-Wahrnehmung.

### Ishihara-Farbtafeln (IH)

Die Ishihara-Farbtafeln (IH) sind für erworbene Farbsinnstörungen ungeeignet (auch wenn man gelegentlich entsprechende Artikel antrifft). Die IH verwenden lediglich Verwechslungsfarben, die streng den spektralen Eigenheiten einer angeborenen Farbsinnstörung folgen. Bei erworbenen Farbsinnstörungen kann indessen das Entsättigungsmuster anderen Gesetzen folgen. Ebenso ist es nicht gestattet, aufgrund der Anzahl an nicht gesehenen Tafeln im 24-Tafel-Test auf den Schweregrad einer Farbsinnstörung zu schliessen, dies entgegen der Tatsache, dass auch prominente Autoren solches behaupten. Es zeigt sich hier auch ein teilweise weltanschaulicher Graben unterschiedlichen Verständnisses zwischen Elektrophysiologen mit Kenntnis physiologischer Vorgänge und Neuroophthalmologen (pardon, aber die Neuroophthalmologen wissen dafür andere Dinge besser).

Die Ishihara-Tafeln sollten aber dennoch (bei männlichen Patienten) immer angewendet werden, um eine angeborene Farbsinnstörung zu erkennen bzw. auszuschliessen. Bei Unsicherheit kann auch eine zweite Tafel geprüft werden (z. B. Kuchenbecker J, Broschmann D. Velhagen-Tafel nach Kuchenbecker, 35. Auflage. Thieme, Stuttgart 2016).

Nicht ungewöhnlich ist der Fall, dass zur angeborenen Farbsinnstörung auch eine erworbene Farbsinnstörung besteht/dazukommt. Häufig finden sich dann Diskrepanzen zwischen Ausmass der Farbsinnstörung und der (noch) bestehenden Sehschärfe.

Die IH müssen in 75 cm Lesedistanz gehalten werden, unter einer normierten Tageslicht-Lichtquelle<sup>3</sup> in einem fensterlosen Raum. Ausgebildete Tafeln sind nicht hilfreich.

### Panel-D-15-Tests

Aus unserer Sicht sind die Panel-D-15-Tests in erster Linie für erworbene Farbsinnstörungen geeignet. Die einzuhaltende Teststrategie ist entscheidend: die Absicht, mit dem D-15-Test zu «prüfen» ist das eine, das «WIE» ist aber etwas ganz anderes. Man soll grundsätzlich eine uniforme, gleichbleibende Reihenfolge einhalten, was der Schreibende folgendermassen empfiehlt:

Zuerst wird immer der saturierte D-15-Test binokular vorgelegt. Sofern Fehler gemacht werden, soll er binokular zweimal durchgeführt werden. Der saturierte D-15 ist gewissermassen ein Trainingstest, damit der Patient merkt, wozu es geht. Der saturierte D-15 ist ziemlich «grob», er wird unter Umständen auch bei einem organischen Visus von 0.3 noch normal / fehlerfrei gelegt (strabologische Visusminderungen bzw. Schielamblyopien zeigen häufig kaum eine Farbsinnstörung).

Erst nach dem saturierten D-15 folgt der desaturierte D-15: Der Schreibende lässt dies immer zweimal zuerst am besseren Auge durchführen, dann zweimal am schlechteren Auge (psycho-physische Tests sollten immer zweimalig gemacht, also wiederholt werden). Die genaue Testreihenfolge ist an den Testblättern zu nummerieren: es gibt nämlich auch eine Lernkurve! Wenn das Resultat durch die insgesamt 6 Prüfungen immer gleich schlecht ist und der Patient offenbar nichts lernt, dann hat er wahrscheinlich etwas. Im Normalfall ist im desaturierten D-15-Test eine einzelne Verwechslung noch erlaubt, wenn man dem Patienten «genügend Zeit» zum Nachschauen lässt. Die Darbietungszeit und der Abstand Caps-Auge spielen eine Rolle. Die künstliche Standardbeleuchtung ist obligat.<sup>3</sup> Eine gewisse Quantifizierung ist möglich (Bela Török: Panel-D-15-Test). Vielleicht werden in den USA die D-15-Tests viel weniger verwendet als in Europa.

Die Hardy-Rand-Rittler-Tests werden weiterhin in den USA hergestellt (HRR-Richmond, 279 \$). Der Schreibende hat die HRR-Tafeln nie benützt. Hierbei erfolgt die Farbsinnprüfung getrennt, mit der separierten Frage nach einer Rot-Grün-Störung oder nach einer Störung des Blau-Mechanismus.

### Das Anomaloskop<sup>2-4</sup>

Hier besteht eine Lernkurve, und ein erfahrener Anleitender ist zu Beginn nötig. Allgemeine klinische Erfahrung in der Ophthalmologie ist empfehlenswert.

### Weitere alternative Tests

**Der Farnsworth-Munsell 100 HueColor Vision Test** hat seine Bedeutung verloren. Die Auswertung des Farbkreises erfolgt mit einem Programm von Bela Török. In Farb-Spritz-Werken für Autokarosserien werden die Farbtöne elektronisch generiert. Eventuell wird der Test bei der Eignungsabklärung von Zahntechnikern benützt, aber neue Werkstoffe haben den Bedarf in der Zahnheilkunde verändert.

Die **Lantern-Tests** werden in der Beurteilung der Flugtauglichkeit von Piloten eingesetzt. Dazu gehören drei Tests: Holmes-Wright Type A; Typ 2 Beyne Aviation Color Vision Tritest L3, und das Spektrolux (Schweiz)-Gerät, das im Fliegerärztlichen Institut FAI Dübendorf steht.<sup>5</sup> Bei den Tests werden kleine Lichterpaare verschiedener Farben zur Identifikation angeboten, welche den farbigen Pisten-signalen im Landeanflug bezüglich kritischer Höhe entsprechen sollen.

**Beim CAD-Test (John Barbur, London)**<sup>6</sup> muss mit einem Druckknopf die Bewegung eines gemusterten Farbflecks über ein ähnlich gemustertes Graufeld angegeben werden, solange der Farbfleck abnehmender Sättigung erkannt wird. Der Test hat das Problem, dass auch die Fähigkeit der Bewegungspertzeption über Farbstimuli geprüft wird. Motion ist jedoch farbenblind und macht das Resultat eventuell falsch-positiv besser als erwartet. Reine Farberkennung ist statisch (FAI Dübendorf).

### Weitere Überlegungen

Bei der Untersuchung des Farbensinnes muss man sich immer wieder «philosophische» Fragen stellen:

Prüfen wir die Funktion pathologischer Zapfen, die hohe Vulnerabilität der Blauzapfen und des Blaumechanismus, den Einfluss der Stäbchen bei Zentralskotomen oder die gestörte Funktion von Ganglienzellen?

Oder umgekehrt: Prüfen wir ausschliesslich das, was von Seiten der Neuroretina noch übrig geblieben ist und einigermaßen normal funktioniert?

Oder prüfen wir die funktionell noch knapp verbliebene foveolare Funktionstüchtigkeit oder prüfen wir die (normale) periphere Netzhaut nach stattgefundener Verschiebung nach exzentrischer Fixation?

Schliesslich: Prüfen wir nur das, was der Test zeigen kann? Auch eine Blaustörung ist von einer Rot-Grün-Störung begleitet. Ein Stargardt macht eine andere Farbensinnstörung als eine AMD; Optikusneuropathien mit noch erhaltener zentraler Fixation bewirken eine andere Farbensinnstörung als Zentralskotome. Es besteht ein Bezugssystem zu einem «normalen Farbsehen» des jeweiligen Fixationsareales.

All das findet sich in verstaubten Büchern in den Regalen von Klinikbibliotheken: z. B. Marré und Marré, Gustav Fischer Verlag Stuttgart 1986; Pokorny, Smith, Verriest, Pinkers: Grune & Stratton 1979.

### Wichtige Verordnungen des BAV

Beachtenswert ist die Tatsache, dass nicht nur die Lokomotivführer über einen normalen Farbensinn verfügen müssen, sondern auch Personen mit Sicherheits-relevanter Funktion, beispielsweise Zugbegleiter (Kondukteure), Fahrdienstleitende, Zugverkehrsleitende (Stellwerk) oder Personen mit Leitungsfunktion von Bauzügen.

Folgendes sind die wichtigsten Reglemente des BAV:

- Verordnung des UVEK über die Zulassung zum Führen von Triebfahrzeugen der Eisenbahnen (VTE; SR 742.141.21)
- Verordnung VTE (Verordnung Führen von Triebfahrzeugen): <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20092177/index.html>
- Link zur Verordnung ZSTEBV (andere sicherheitsrelevante Tätigkeiten im Eisenbahnbereich): <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20123096/index.html>
- Link zur BAV Richtlinie Medizinische Tauglichkeitsuntersuchungen: <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/themen/alphabetische-themenliste/triebfahrzeugfuehrende/medizinische-tauglichkeitsuntersuchungen.html>  
>>> Anhang 5a: Anforderungen Farbsinn für Triebfahrzeugführende der Eisenbahnen nach Art. 13 VTE  
>>> Anhang 5b: Anforderungen Farbsinn mit sicherheitsrelevanten Tätigkeiten nach Art. 10 ZSTEBV  
Öffentliche Busse und Trolleybusse fallen in den Bereich der ASTRA.

### «Werden wir subklinisch ausgebootet?»

#### Ausblick

Es ist nicht anzunehmen, dass mit diesem Artikel alle Dinge geklärt sind. Im Besonderen muss das Institut für medizinische Dienstleistungen der HELSANA energisch um Auskunft gebeten werden, welche ophthalmologischen Dienstleistungen mit welcher Kompetenz am dortigen Ort angeboten werden. Amtspersonen neigen dazu, auf bestehende Weisungen und Vorschriften hinzuweisen, die ohnehin nicht diskutiert werden können, oder noch einfacher, sie erklären sich als nicht zuständig für eine bestimmte Fragestellung. Mit diesem Artikel ist die Diskussion abgeschlossen, es sei denn, dass sich im Nachhinein noch dramatisch erhellende Aspekte ergeben.

#### Dank

Ich danke meinen ophthalmologischen Kollegen, mit denen ich die Dinge stets und seit Jahren diskutieren konnte (alphabetisch): Geoffrey Arden, London; Thomas Berninger, München; Chris Hogg, London; Christophe Huber, Zürich-Forch; Herbert Jaegle, Regensburg; Bernhard Kopp, CH-Spiez; Hermann Krastel, Heidelberg-Mannheim; Günther Rudolph, München; Bela Török, St. Gallen; Eberhard Zrenner, Tübingen.

Ferner gilt mein Dank auch den arbeits-medizinisch-administrativen Personen, welche mich auf wichtige Punkte aufmerksam machten:

- Herr Dr. med. Urs Hinnen, AEH Zentrum für Arbeitsmedizin, Militärstrasse 76, 8004 Zürich
- Herr Urban Summermatter, Fachexperte, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, BAV-Bundesamt für Verkehr, Bern-Ittigen •

#### Anleitungen zur Farbsinnprüfung finden sich in den Referenzen 2 – 4.

#### Referenzen

1. Signale der Schweiz-Lokifahrer <http://www.lokifahrer.ch/Signale/CH/Signale-CH.htm>
2. Krastel H. Farbsinnprüfung in der Praxis. Klin Monatsbl. Augenhkd 2007; 224:R29-R56.
3. Krastel H, Kolling G, Schiefer U, Bach M. Qualitätsanforderungen an die Untersuchung des Farbsinnes. Ophthalmologe 2009;106:1083-1102.
4. Krastel H. Anomaloskop, Benutzerführung für das OCULUS-Anomaloskop, Rot-Grün-Mischung (Rayleigh) und Blau-Grün-Mischung nach der Moreland-Gleichung. Univ.-Augenklinik Mannheim (B/47700/1115/de) nicht datiert, aber aktuell.
5. Squire TJ, Rodriguez-Carmona M, Evans ADB, Barbur JL. Color vision tests for aviation: comparison of the anomaloscope and three lantern types. Aviat Space Environ Med 2005; 76:421-29 free text.
6. Analysis of European colour vision certification requirements for air traffic control officers (PDF) by CAP 1429, Civil Aviation Authority 2016 free text.