

## **Trends zu CIE-ISO-Farbnormen für die Ein- und Ausgabe aller Farbgeräte mit visuellem geräteunabhängigem Elementarfarbraum rgb\***

für diese Veröffentlichung siehe: [http://130.149.60.45/~farbmetrik/CIE\\_TC42\\_DFWG\\_14G.PDF](http://130.149.60.45/~farbmetrik/CIE_TC42_DFWG_14G.PDF)

### **Inhalt**

DIN 33872-1 bis 6 wurde in 2010 veröffentlicht und enthält Prüfvorlagen auf CD für alle Teile, und DIN-Entwürfe im Internet, siehe

<http://www.ps.bam.de/33872>. Die Ausgabeesigenschaften dieser Prüfvorlagen werden visuell für die Ausgabearten Softcopy (Display, Projektor) und Hardcopy (Drucker, Offset, Foto) geprüft.

Zum Beispiel die ISO-Gremien TC159/SC4/WG2 *Visual display requirements* und ISO/IEC SC28 *Office Systems* haben die CIE Divisionen 1 und 8 mit verschiedenen Resolutionen zwischen 2009 und 2014 gebeten, an einem visuellen *RGB*-Farbraum zu arbeiten. Die Trends zur Normung, zum Beispiel mit drei CIE Reportership Reports R1-47, R1-57 und R8-09 werden beschrieben. Die Vorteile, zum Beispiel zur Lösung der visuellen Benutzer-Wünsche von DIN 33872-1 bis -6 durch Farbmeterik werden dargestellt und können CIE-ISO-Standards beeinflussen.

## **DIN 33872-1 bis -6 und Ausgabeabhängigkeit vom Farbworkflow**

In der DIN-Normungsserie DIN 33872-1 bis -6 gibt es **keine** Festlegungen, dass die Ausgabeeigenschaften der DIN-Benutzerwünsche **erforderlich** sind. Jedoch mögen viele Firmen überlegen, wie sie die Benutzerwünsche erfüllen, zum Beispiel als eine **Option** für viele Anwendungen.

Wenn jemand die Benutzerwünsche studiert, so wird schnell klar, dass der Farbworkflow zwischen Datei und Ausgabe vier Quellen hat, die gewöhnlich die Benutzerwünsche unterstützen oder blockieren. Zum Beispiel:

- das Rechner-Betriebssystem
- die Anwendungs-Software
- der Gerätetreiber
- die Hard- und Software des Gerätes

Deshalb kann der Workflow die Benutzerwünsche zur Prüfvorlagenausgabe von DIN 33872-1 bis-6 entweder unterstützen oder blockieren.

Die individuelle Problemquelle ist oft nicht zu identifizieren, weil nur die Endausgabe des Workflows mit verschiedenen Komponenten geprüft werden kann.

Für die Ausgabe gibt es folgende Hauptfragen der Benutzerwünsche:

- Ist die Ausgabe visuell *gleich gestuft* für gleich gestufte *rgb*-Dateidaten (J/N)?  
(vergleiche Bild 1)
- Werden die Elementarbunttöne für die gegebenen *rgb*-Daten erzeugt (J/N)?  
(vergleiche Bild 2)

## **Ausgabebeispiele der Prüfvorlagen und Trends für CIE-ISO Normen**

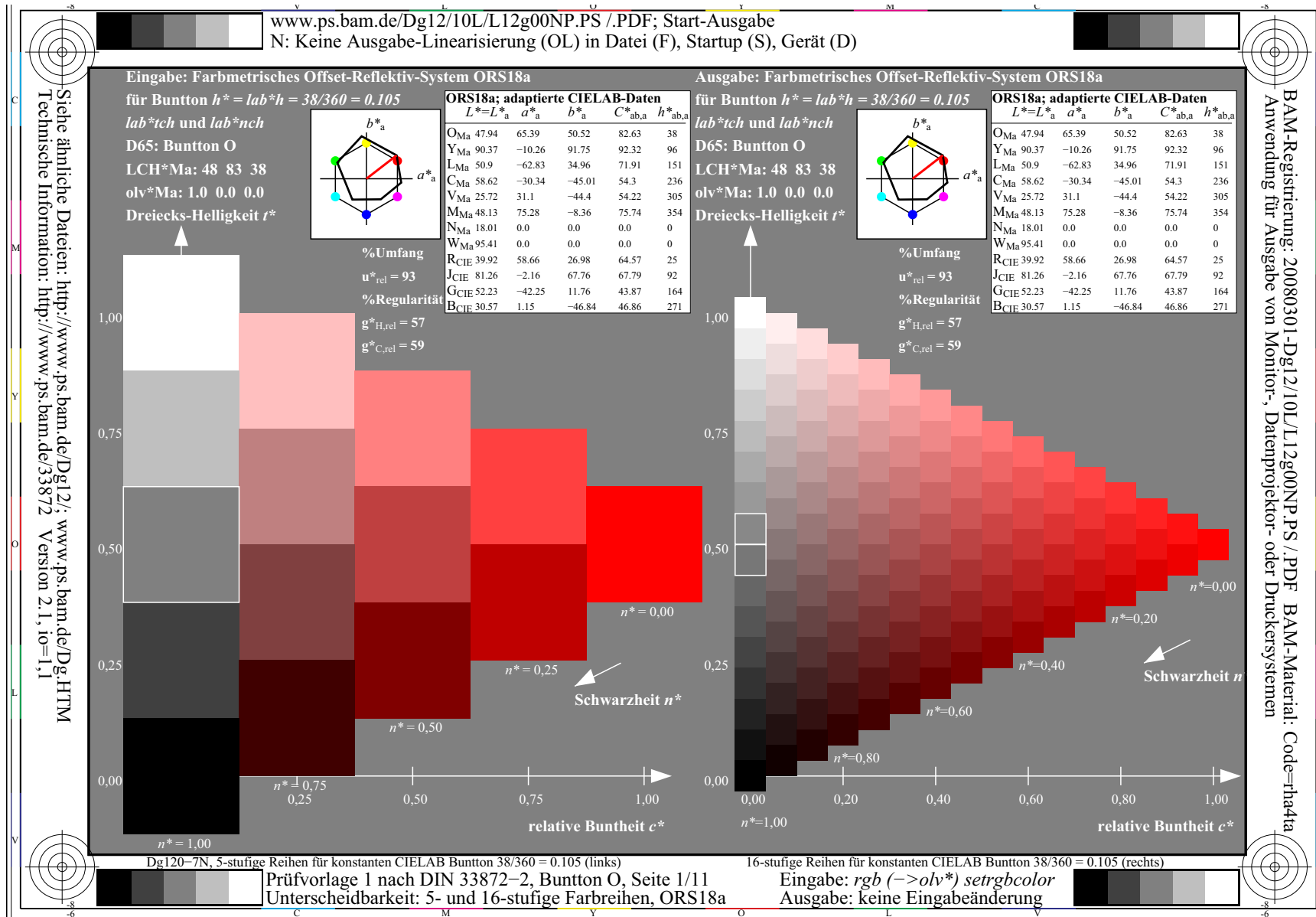
Die folgenden Seiten zeigen zwei Ausgabebeispiele von DIN-Prüfvorlagen nach DIN 33872-2 und -5.

Zusätzlich erzeugt jedes Ausgabebeispiel Benutzer-Fragen in einem DIN-Formblatt zur Beantwortung, siehe

<http://www.ps.bam.de/33872>

Nur visuelle Beurteilung ist notwendig, um die DIN-Benutzerfragen zu beantworten.

Die Benutzung von Farbmessgeräten ist eine *Option*, um die Antworten durch farbmetrische Messung zu unterstützen, zum Beispiel in realen Büro-Farbanwendungen. Mehr Normung ist notwendig für diese farbmetrische *Option*.



**Bild 1: Gleichabständig gestufte Farbreihen mit Prüfvorlage nach DIN 33872-2**

Frage: Erzeugen gleichabständig gestufte  $rgb$ -Daten gleichabständige Ausgabeserien (J/N)?

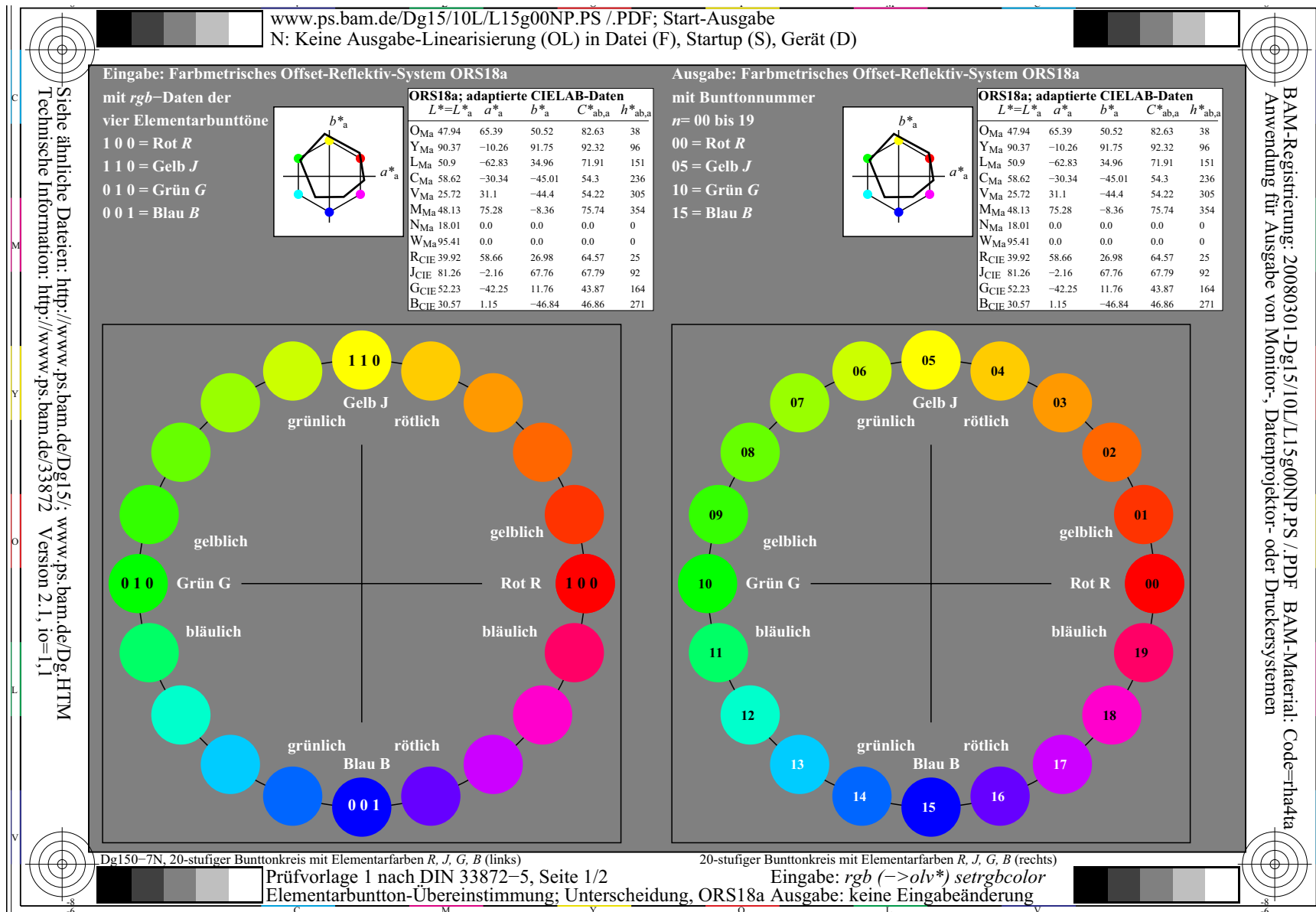
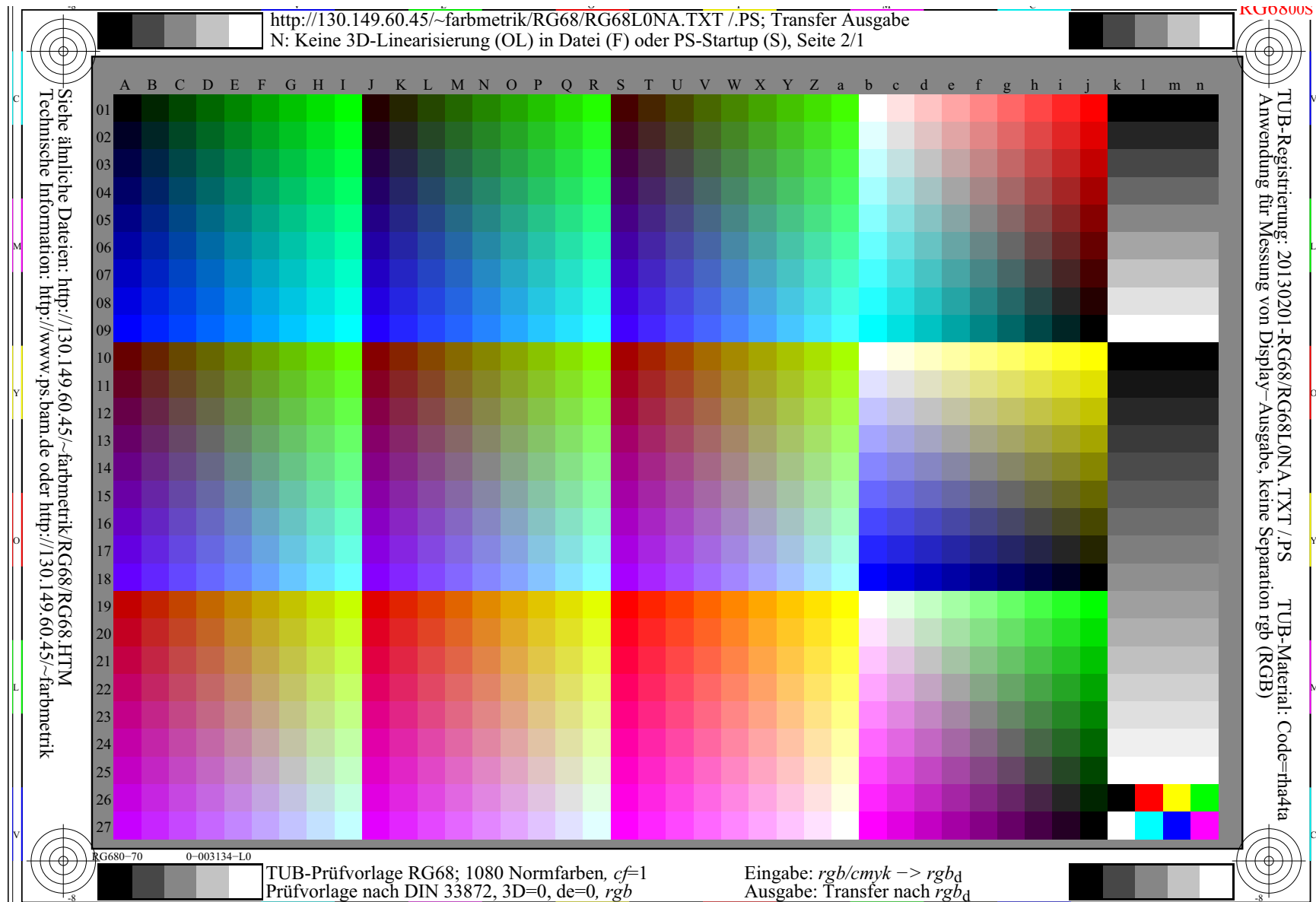


Bild 2: Elementarbuntton-Ausgabeprüfung mit Prüfvorlage nach DIN 33872-5

Frage: Erzeugen die *rgb*-Dateidaten die Elementarbunttöne nach den visuellen Kriterien (J/N)?



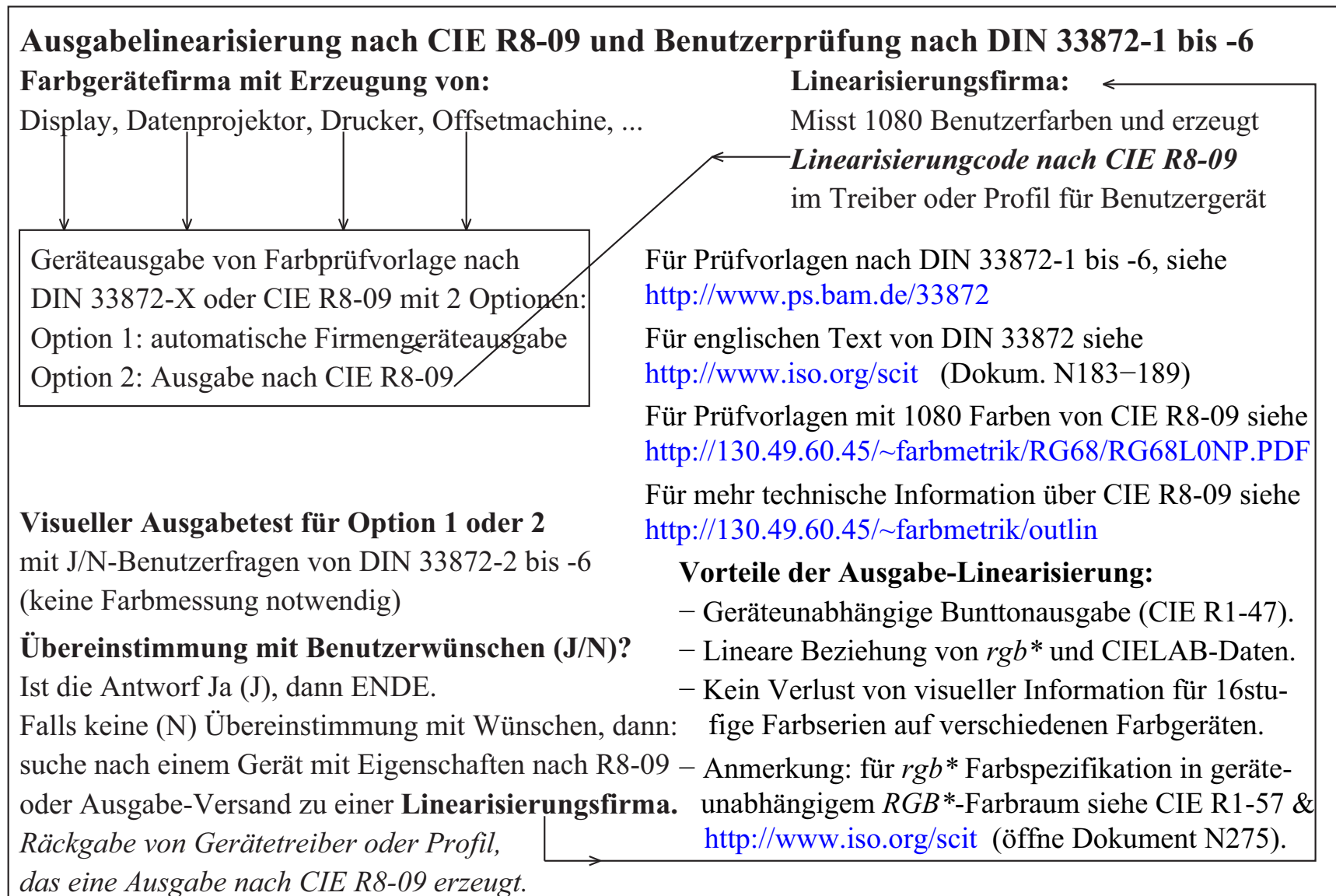
**Bild 3: Prüfvorlage nach CIE R8-09 mit 1080 Farben mit *rgb*-Dateidaten in der Datei**  
Bild 3 zeigt 1080 Farben. Ein *rgb*-Farbwürfel ist definiert durch  $729=9 \times 9 \times 9$  Farben. Es gibt einen 48stufigen Bunttonkreis mit 729 Farben und gegenfarbige Bunttonebenen und Graustufen.

Ein-gabe	Aus-gabe	Ein- und Ausgabemedien sowie Anwendungen			Technischer Bericht oder Norm	Methode & Test: Linearisierung	
		Eingabemedium	Ausgabe	Anwendung			
–	–	–	–	<b>Grundlagen</b>	ISO/IEC TR 24705	{ DIN 33866–1 DIN 33872–1	
<b>analog</b>	<b>analog</b>	ISO/IEC-Datei Serien gleich gestuft in <i>rgb</i> + ISO/IEC-Prüfvorlage Serien gleich gestuft in <i>LCh</i> *	Hardcopy	<b>Kopierer</b>	ISO/IEC 15775		{ DIN 33866–2 JIS X 6933
<b>analog</b>	<b>digital</b>	ISO/IEC-Prüfvorlage Serien gleich gestuft in <i>Lch</i> *	Datei	<b>Scanner</b>	ISO/IEC TR 24705	DIN 33866–4	
<b>digital</b>	<b>analog</b>	ISO/IEC-Prüfvorlage (Datei) Serien gleich gestuft in <i>rgb</i>	{ Hardcopy Softcopy	<b>Drucker</b>	ISO/IEC TR 24705	{ DIN 33866–3 DIN 33872–2,4	
				<b>Display</b>	ISO/IEC TR 24705 ISO 9241–306		{ DIN 33866–5 DIN 33872–2,4
Die ISO/IEC-Eingabe Linearisierungsmethode erzeugt eine ISO/IEC-Datei von einer ISO/IEC-Originalszene: Blumenmotiv mit 16 gleichabständigen Graustufen und 14 CIE-Testfarben nach CIE 13.3 Die ISO/IEC-Ausgabe-Linearisierung erzeugt von ISO/IEC-Datei linearisierte Display-, Offset-, Druckerausgaben:							
ISO/IEC-Eingabe Linearisierungsmethode				ISO/IEC-Ausgabe Linearisierungsmethode			
Eingabe	Ausgabe	Anwendung	Technischer Bericht oder Norm	Eingabe	Ausgabe-Medium	Anwendung	Technischer Bericht oder Norm
Original-scene + CIE-Farben	ISO/IEC-Bild Datei	Referenz-Bild Datei	ISO/IEC 15775 ISO/IEC TR 24705	ISO/IEC-Datei	Hardcopy	Drucker	ISO/IEC TR 19797
				ISO/IEC-Datei	Softcopy	Display	ISO 9241–306 8 Beobachtungen
				ISO/IEC-Datei	Softcopy	Display	{ CIE R8–09: 2014 Geräteraum + geräteunabhängiger visueller RGB*-Raum
					Hardcopy	Offset	
Hardcopy	Drucker						

SG200–7N

**Bild 4: Normdokumente mit gleichabständigen *rgb*- und *LCh*\*-Daten für 16stufige Serien**  
 Zusammenhang zwischen internationalen und nationalen Normdokumenten. Farbserien mit gleichabständiger *rgb*-Dateistufung und gleichabständiger Stufung in *LCh*\* in der Hardcopy.



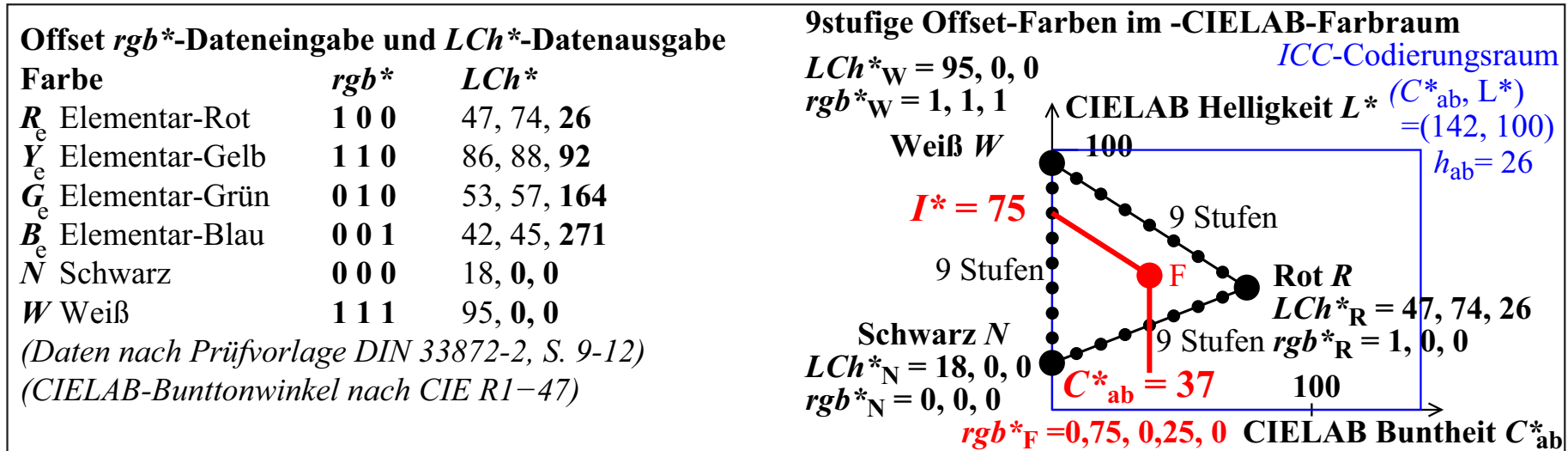


0-003030-L0

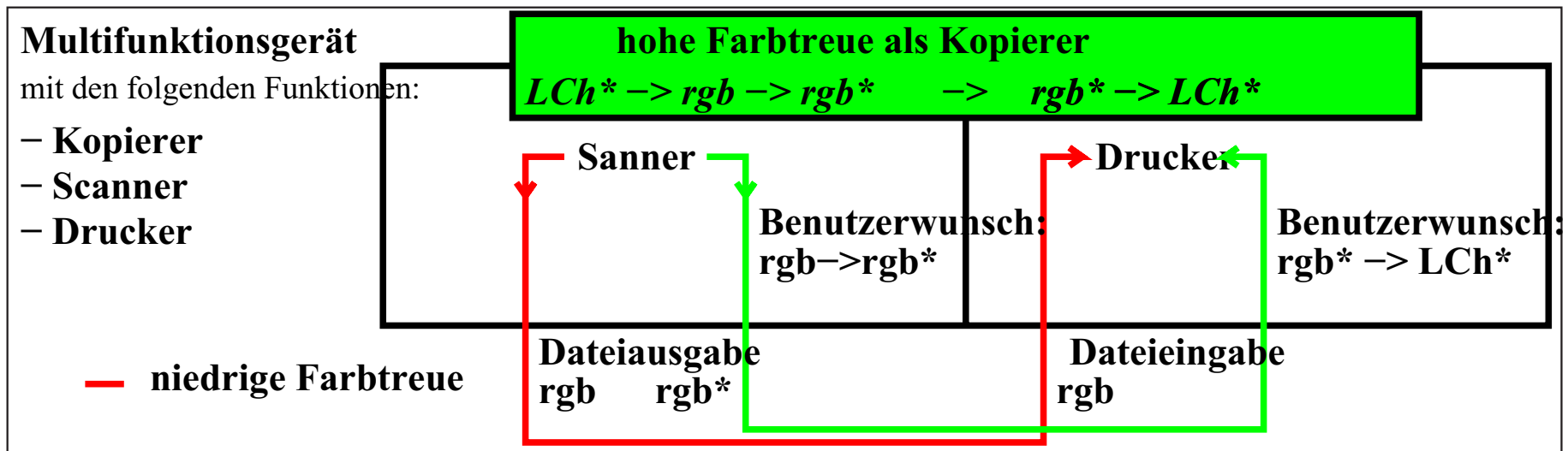
TG211-3N

**Bild 5: Ausgabelinearisation nach CIE R8-09 erfüllt Benutzerwünsche nach DIN 33872-X**  
 Eine automatische Gerätefirmenausgabe, zum Beispiel nach der CIE R8-09-Methode, oder mit Profilen, die von *Linearisierungsfirmen* für Benutzer erzeugt werden, erfüllen Benutzerwünsche.





UG190-7



UG190-3

**Bild 6: ICC-Rechteck und  $rgb^*$ -Dreieckscodierung und  $rgb \rightarrow rgb^*$ -Transfer für Scangeräte**  
 Bild 6 vergleicht die ICC-Rechteck- mit der  $rgb^*$ -Dreieckscodierung. Nach CIE 168 füllt der  $sRGB$ -Dreiecksraum nur 20% des ICC-Kodierungsraums. Die Kodierungsgenauigkeit und die Farbtreue von Multifunktionsgeräten im Scanmodus wird mit  $rgb^*$  um einen Faktor 5 erhöht.

<b>Entwicklung relativer Geräte- und visueller Farbräume <i>sRGB</i> &amp; <i>RGB</i>*</b>		
<b>Zeitspanne</b>	<b>IEC: Display-Hersteller und Normdokumente</b>	<b>CIE: Visuelle Beobachter und Normdokumente</b>
1950–1999	<b>Farbfernsehen und Farb-CRT-Geräte</b>  4 Display-Gerätefarben $RYGB_d$ CIELAB-Bunton = 40, 102, 136, 306	<b>Visueller Farbraum CIELAB 1976</b> $L^*, C^*_{ab}, h_{ab} = g_n(XYZ)$ (CIE-Metrik) ( $g_n$ = nichtlineare Funktion)  Frbwiedergabe CIE 13 Testfarben Nr. 9 bis 12 = $RYGB$ CIELAB-Bunton = 26, 92, 162, 272
2000–2009	<b><i>sRGB</i> (Display)-Norm</b> $rgb = f_n(XYZ, L^*)$ ( <i>sRGB</i> /-Metrik?) ( $f_n$ = nichtlineare Funktion) ( <i>sRGB</i> -Metrik erlaubt viele Freiheiten) IEC 61966–2–1 ( <i>sRGB</i> -Norm) IEC 61966–X	<b><i>relativer Geräte-CIELAB Raum</i></b> $rgb^*_d = f_1(L^*, C^*_{ab}, h_{ab,d})$ (CIE-Metrik) ( $f_1$ = lineare Funktion, d = jedes Geät)  DIN 33866–1 bis 5, JIS 6933 ISO/IEC 15775, ISO/IEC TR 24705 ISO 9241–306:2009 Linearisierte Display-Ausgabe für 8 Beleuchtungsreflektionen
2010–20??	IEC 61966–1 bis 12	<b><i>relativer Elementar-CIELAB-Raum</i></b> CIE R1–47: CIE 13, Nr. 9 bis 12= $RYGB_e$ $rgb^*_e = g_1(L^*, C^*_{ab}, h_{ab,e})$ (CIE-Metrik) ( $g_1$ = lineare Funktion, e = elementar)  DIN 33872–1 bis 6 -> ISO/CIE ?

0–003030–L0

UG170–3N

**Bild 7: Entwicklung des *relativen Geräteraums sRGB* und des *visuellen Farbraums RGB*\***  
 Bild 7 zeigt, dass nur die *RGB*\*-Metrik visuell ist, im Gegensatz zu *sRGB*. Ausgabelinearisierung für Displaygeräte wird an Arbeitsplätzen nach ISO 9241-306: benutzt, ist jedoch kein Erforderniss.



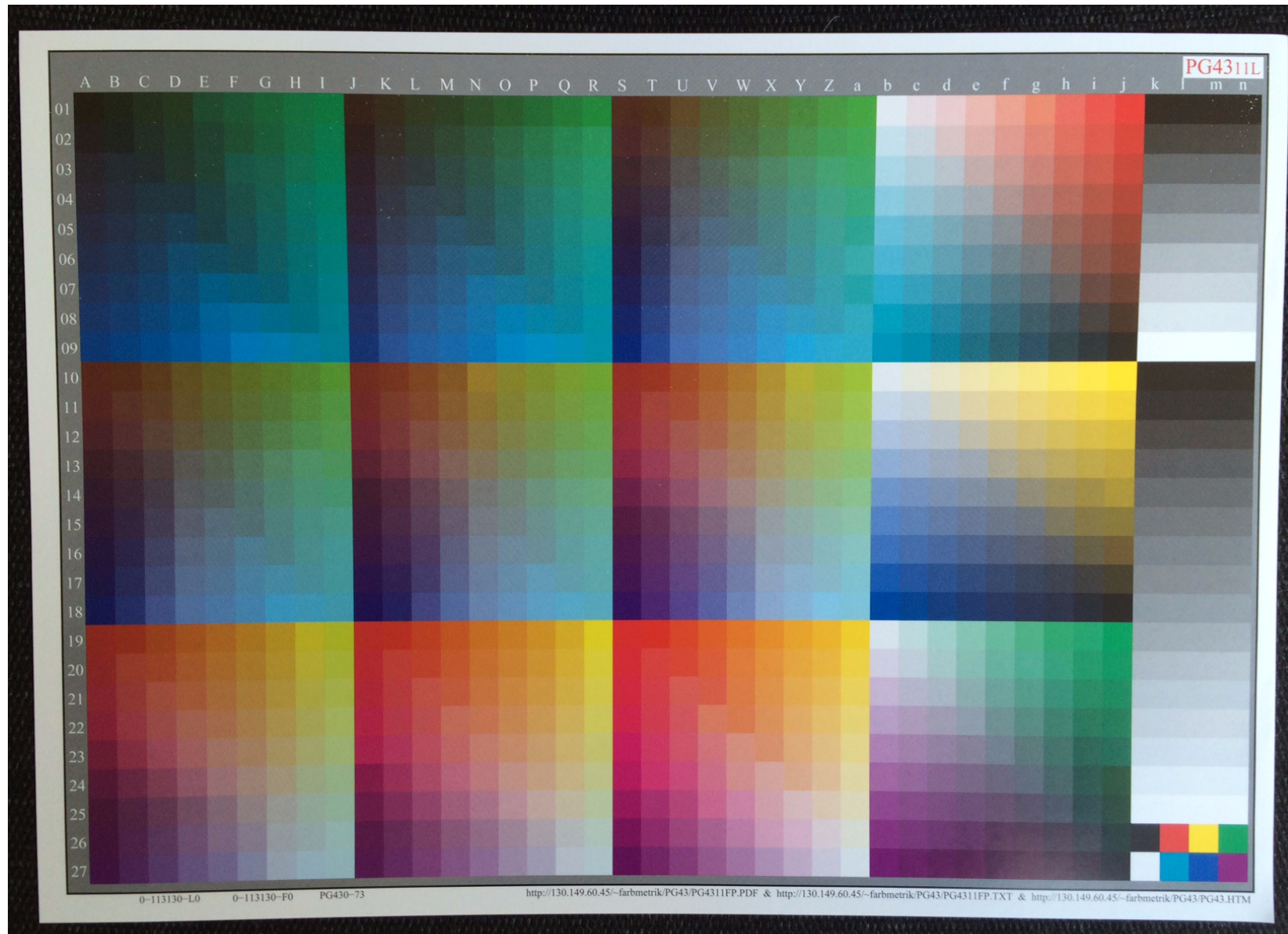
<b>Möglicher Zeitraum für die Internationale Normung von DIN 33872-X</b> <i>mögliche Norm- und Marktentwicklung zwischen 2009 und 2024</i>				
<b>Zeitraum für Normentwicklung</b>				
2009	2014	2019	2024	
●				DIN 33872-1 bis -6:2009 Benutzerwunsch erfüllt (Ja/Nein)?
●				CIE R1-47:2009 mit vier Bunttonwinkeln $h_{ab,c} = 26, 92, 162, \text{ and } 271$ .
	●			CIE R1-57:2013 mit $rgb^*$ -Koordinaten für <i>Ostwald</i> -Farben.
	●			CIE R8-09:2014? (lange version) für Geräte-Ausgabelinearisation.
		●		CIE-Technischer Bericht mit vier Elementar-Bunttonwinkeln $h_{ab,c}$ .
		●		CIE-Technischer Bericht mit Definition visueller $rgb^*$ -Farbkoordinaten.
			●	ISO/CIE-Norm mit vier Elementar-Bunttonwinkeln $h_{ab,c}$ von $RYGB_c$ .
			●	ISO/CIE-Norm mit Definition des visuellen $RGB^*$ -Farbraums.
			●	ISO/CIE-Normen: Ausgabelinearisation für Displays, Offset, Drucker.
			●	ISO/CIE-Normen: Eingabelinearisation für Scanner und Kameras.
<b>Zeitraum für Marktentwicklung mit Motivation von Lösungen der Benutzerwünsche</b>				
1. Benutzung von DIN-Prüfvorlagen und den oberen CIE-Dokumente mit neuem $rgb^*$ -Workflow.				
2. Produktion von <i>Referenz</i> -Prüfvorlagen mit CIE R8-09 für viele Ausgabe-Geräte.				
3. Benutzung von <i>Referenz</i> -DIN-Prüfvorlagen zur Farbkalibrierung für Scanner und Kameras.				
4. Optimierung der Ausgabe-Eingabe-Linearisierungsschleife für $rgb^*$ -Farbmanagement.				
5. 5-fach höhere Genauigkeit für <i>Profile Connection Space</i> $RGB^*$ anstelle von <i>CIELAB</i> .				
2009	2014	2016	2018	
	●			Geräteausgabelinearisation: Produktion von Prüfvorlagen $rgb \rightarrow rgb^*$ .
		●		Linearisierte Prüfvorlagen zur Kalibrierung für Scanner und Kameras.
		●		Farbworkflow-Schleife Ausgabe-Eingabe und Genauigkeitsberechnung.
			●	Vor- und Nachteile von $rgb^*$ ; geeigneter Transfer $rgb_{sRGB} \rightarrow rgb^*$ .

0-003030-L0

UG161-7N

**Bild 8: Möglicher Zeitraum zur Internationalen Standardisierung von DIN 33872-X**

Bild 8 zeigt die Zeiträume zur Standardisierung und Marktentwicklung. Die Markterfordernisse warten wahrscheinlich nicht auf neue Normen. Einige Mausklicks lösen die Benutzerwünsche.



**Bild 9: iPhone-Foto der linearisierten *rgb*\*-Ausgabe im Offset, Tafel PG4311L**

Bild 9 enthält die 729 Farben mit bekannten *rgb*\*- und *LCh*\*-Daten in CIELAB. Mit den 729-Foto-*rgb*-Daten und Software erzeugt ein Profile *rgb* -> *rgb*\* die *rgb*-Original-Dateifarbwerte.



**Ausgabe – Eingabe – Ausgabe: Schleife für Farbtreue mit den visuellen  $rgb^*$ - und  $LCh^*$ -CIELAB-Daten**

**Erzeuge Referenz-Prüfvorlage mit 729 CIELAB-Farben** oder kaufe, oder benutze PG4311L von *Farbe und Farbsehen*, siehe <http://130.149.60.45/~farbmetrik/color>

**Benutze diese Prüfvorlage mit 729 CIELAB Farben** Farbscanner und –Kameras erzeugen 729  $rgb$ -Daten. Transferiere die 729  $rgb$ -Daten zu den 729  $rgb^*$ -Daten. Nach der linearisierten Eingabe benutze die 729  $rgb^*$ -Daten erneut für die linearisierte Ausgabe.

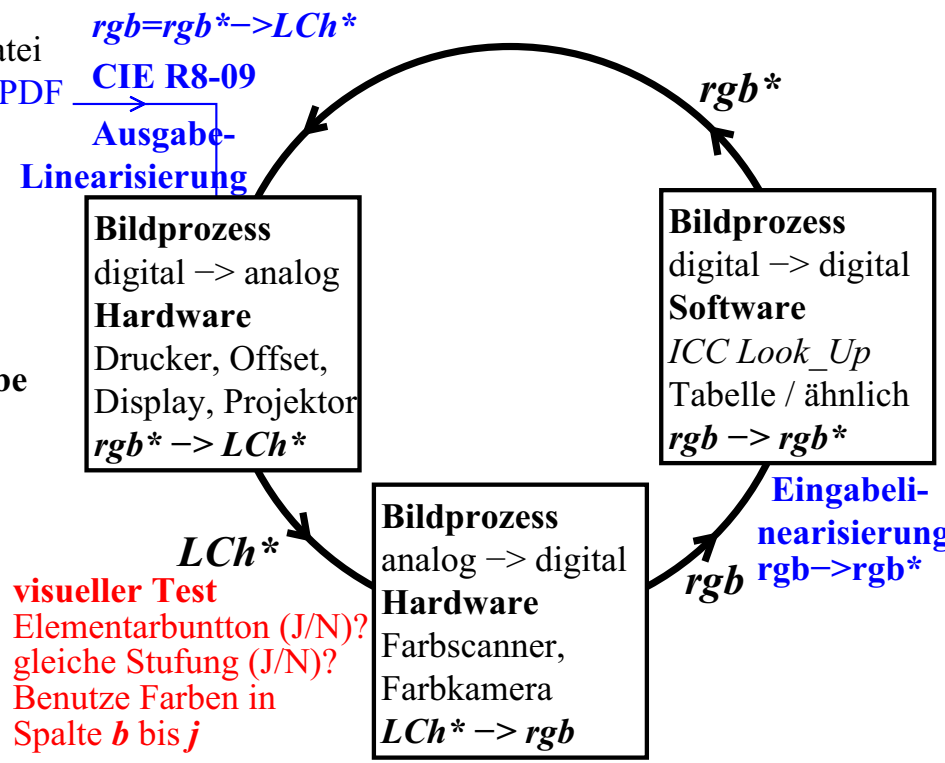
**Beispiel: Linearisierte Ausgabe im Offsetdruck**  
 Ausgabelinearisierung erzeugt für  $729=9 \cdot 9 \cdot 9$   $rgb$ -Eingabedaten die 729  $LCh^*$  CIELAB-Ausgabefarben.  
 Erzeuge die linearisierte Ausgabe von Seite 2 der Datei <http://130.149.60.45/~farbmetrik/RE68/RE68L0NP.PDF>

Benutze CIE R8–09 für Ausgabe-Liniarisierung, siehe für mehr Information <http://130.149.60.45/~farbmetrik/outlin> oder <http://farbe.li.tu-berlin.de/outlin>

**Offset  $rgb^*$ -Dateneingabe und  $LCh^*$ -Datenausgabe**

Farbe	$rgb^*$	$LCh^*$
$R_e$ Elementar-Rot	1 0 0	47, 74, 26
$Y_e$ Elementar-Gelb	1 1 0	86, 88, 92
$G_e$ Elementar-Grün	0 1 0	53, 57, 164
$B_e$ Elementar-Blau	0 0 1	42, 45, 271
$N$ Schwarz	0 0 0	18, 0, 0
$W$ Weiß	1 1 1	95, 0, 0

(Daten nach Prüfvorlage DIN 33872-2, S. 9-12)



**visueller Test**  
 Elementarbunton (J/N)?  
 gleiche Stufung (J/N)?  
 Benutze Farben in Spalte **b** bis **j**

UE201-7

**Bild 10: Ausgabe - Eingabe - Ausgabe: Eine Schleife für Farbtreue mit  $rgb^*$  <->  $LCh^*$ -Daten**  
 Bild 10 enthält verfügbare Information für die Kalibrierung von Farb-Scannern und -Kameras. Eine Referenzprüfvorlage im Offset (PG4311L) enthält die Broschüre “Farbe und Farbsehen”.

<b>Übereinstimmung (J/N) von CIELAB <math>h_{ab}</math> mit IEC 61966-2-1 &amp; CIE R1-47</b>					
	<b>Referenz: Gerätefarben</b>				<b>Anmerkungen Visuelle Standard- Abweichung <math>v_{SD}</math></b>
	$R_{d,sRGB}$	$Y_{d,sRGB}$	$G_{d,sRGB}$	$B_{d,sRGB}$	
<b>Definition für Displayausgabe in IEC 61966-2-1</b>	40 +/- 4 40 +/- 8	103 +/- 4 103 +/- 8	136 +/- 4 136 +/- 8	306 +/- 8 306 +/- 16	1 x $v_{SD}$ 2 x $v_{SD}$ Daten siehe [1], Tab. B.2
<b>Messung von Druckerausgabe <i>rgb</i> in Datei</b>	34 $N(-2)$ 34 $Y$	100 $Y$ 100 $Y$	146 $N(+8)$ 146 $N(+2)$	264 $N(-34)$ 264 $N(-26)$	1 x $v_{SD}$ ; 1 x $Y$ 2 x $v_{SD}$ ; 2 x $Y$ Daten siehe [1], Fig. 32
<b>Messung von Druckerausgabe <i>cmY0</i> in Datei</b>	34 $N(-2)$ 34 $Y$	100 $Y$ 100 $Y$	153 $N(+15)$ 153 $N(+9)$	300 $Y$ 300 $Y$	1 x $v_{SD}$ ; 2 x $Y$ 2 x $v_{SD}$ ; 3 x $Y$ Daten siehe [1], Fig. 33
	<b>Referenz: Elementarfarben</b>				<b>Anmerkungen visuelle Standard- Abweichung <math>v_{SD}</math></b>
	$R_e$	$Y_e$	$G_e$	$B_e$	
<b>Definition für jede Ausgabe in CIE R1-47</b>	26 +/- 4 26 +/- 8	92 +/- 4 92 +/- 8	162 +/- 4 162 +/- 8	272 +/- 8 272 +/- 16	1 x $v_{SD}$ 2 x $v_{SD}$ Daten siehe CIE R1-47
<b>Messung von Druckerausgabe <i>rgb</i> in Datei</b>	34 $N(+4)$ 34 $Y$	100 $N(+4)$ 100 $Y$	146 $N(-12)$ 146 $N(-8)$	264 $N(-4)$ 264 $Y$	1 x $v_{SD}$ ; 0 x $Y$ 2 x $v_{SD}$ ; 3 x $Y$ Daten siehe [1], Fig. 32
<b>Messung von Druckerausgabe <i>cmY0</i> in Datei</b>	34 $N(+4)$ 34 $Y$	100 $N(+4)$ 100 $Y$	153 $N(-5)$ 153 $N(-1)$	300 $N(+20)$ 300 $N(+12)$	1 x $v_{SD}$ ; 0 x $Y$ 2 x $v_{SD}$ ; 2 x $Y$ Daten siehe [1], Fig. 33

0-003030-L0

UG191-3N

**Bild 11: Übereinstimmung (J/N) der CIELAB-Winkel  $h_{ab}$  mit IEC 61966-2-1 und CIE R1-47**  
Für *rgb*-Dateidaten stimmt die Blau-Ausgabe für einen Beispieldrucker einer führenden Druckerfirma mehr mit dem Bunttonwinkel von CIE R1-47 ( $h_{ab}=272$ ) überein als mit IEC 61966-2-1.

## Literatur

CIE 15:2008, Colorimetry

CIE 168:2005: Criteria for the Evaluation of Extended-Gamut Colour Encodings

CIE R1-47:2009, Hue angles of elementary colours, and CIE R1-57:2012, Border between luminous and blackish colours, see for download under MINUTES & REPORTS <http://div1.cie.co.at>

CIE R8-09:2014, Output Linearization for printers and displays - Reportership Report, under CIE processing (Sept. 2014), for CIE Division 8 members see CIE COLLOTOOL

ISO EN DIN 9241-306:2009, Ergonomics of human system interaction – Part 306: Field Assessment methods for electronic visual displays

ISO 11664-4:2008(E)/CIE S 014-4/E:2007: Joint ISO/CIE Standard: CIE Colorimetry — Part 4: 1976  $L^*a^*b^*$  Colour Space (CIELAB)

ISO 15076-1:2011, Image technology colour management -- Architecture, profile format and data structure -- Part 1: Based on ICC.1:2004-10

ISO/IEC 15775:2006, Information Technology – Office machines – Method of specifying image reproduction of colour copying machines by analog test charts – Realization and application, for accuracy of the test chart see *Ito, Takashi* (2004), JBMIA, Introduction of JIS X 6933 & ISO/IEC 15775-compliant Color Test Charts for Copying Machines of ISO/IEC JTC1/SC28, see the URL (2.1 MByte, 35 pages), <http://www.ps.bam.de/info04/ITO04.PDF>

ISO/IEC TR 19797:2004, Information technology – Office machines – Machines for colour image reproduction – Device output for 16-step colour scales, output linearization method (LM) and specification of the reproduction properties

ISO 22028-1:2007, Photography and graphic technology -- Extended colour encodings for digital image storage, manipulation and interchange -- Part 1: Architecture and requirements (see in addition NWI proposal ISO 17231-3:Consideration scene referred imaging applications)

ISO/IEC TR 24705:2005, Information technology – Office machines – Machines for colour image reproduction – Method of specifying image reproduction of colour devices by digital and analog test charts

DIN 33872-1 to -6:2010, Information technology - Office machines - Method of specifying relative colour reproduction with YES/NO criteria - Part 1: Classification, terms and principles - Part 2: Test charts for output properties - Testing of discriminability of 5 and 16 step colour series - Part 3: Test charts for output properties - Testing of equality for four equivalent grey definitions and discriminability of the 16 grey steps - Part 4: Test charts for output properties - Testing of equality for two equivalent colour definitions with 5 and 16 step colour series- Part 5: Test charts for output properties - Testing of elementary hue agreement and hue discriminability - Part 6: Test charts for output properties - Testing of the equivalent spacing and of the regular chromatic spacing. For the test charts according to DIN 33872-1 to -6 see <http://www.ps.bam.de/33872E>, For an english version of all parts, see <http://www.iso.org/scit>, download documents N 183 to 189.

Richter, Klaus (2008), Ergonomic color image technology with high visual and material efficiency based on elementary (unique) hues, pages 259-264, Sixteenth Color Imaging Conference, Final Program and Proceedings 2008, Nov. 10-15, Portland, Oregon, USA

Richter, Klaus (2009), Output Linearization in CIELAB for visual displays with 8 different Luminance reflections of indoor illuminants, Light and Lighting Conference with special emphasis on LEDs and Solid state lighting, Proceedings, Budapest 2009, 10 pages, no. PwDaS-39 on CD

Wagenknecht, Hans (2005), Colour Management Method (CMM) which maintains CIELAB hue and relative lightness and chroma for analog and digital ISO/IEC-test charts, see the URL (PDF, 15 pages, 18 MB), <http://www.ps.bam.de/WAG05.PDF>

Jaeger, Stefan (2005), Multispectral CIELAB camera for the evaluation of colored automobile coatings, see the URL (PDF, 18 pages, 2MB), <http://www.ps.bam.de/JAE05.PDF>

Witt, Jens (2004), Production method for analog ISO/IEC-test charts according to ISO/IEC 15775, see the URL (PDF, 13 pages, 2.7 MByte), <http://www.ps.bam.de/info04/WIT04.PDF>

Witt, Jens (2005), Production method for analog ISO/IEC-test charts according to ISO/IEC 15775, see the URL (PDF, 13 pages, 2.7 MByte), <http://www.ps.bam.de/WIT05.PDF>

Witt, Jens (2006), Jens Witt (2006) Colorimetric methods for the production of test charts for colour copiers, colour scanners and colour monitors, PhD thesis, TU Berlin (8 MB, in German, Table 6.3, page 138), see <http://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/frontdoor/index/index/docId/1320>

Author: Klaus Richter, email: [klaus.richter@mac.com](mailto:klaus.richter@mac.com) Internet: Berlin University of Technology (TUB): <http://130.149.60.45/~farbmetrik> or <http://farbe.li.tu-berlin.de>

For recent publications of the TUB group see: <http://130.149.60.45/~farbmetrik/XY91FEN.html>