

Prüfdienst der DSGS e.V.
Dr. Claudia Drewes • Simmershäuser Str. 101a • 34125 Kassel

SWARCO LIMBURGER LACKFABRIK GmbH
Robert-Bosch-Straße 17
65582 Diez

Prüfdienst der DSGS e.V.

Geschäftsstelle:
Dr. Claudia Drewes
Simmershäuser Str. 101a
34125 Kassel
Telefon: 0561 / 8102599
Fax: 0561 / 8102598

Bankverbindung:
Volksbank Kassel Göttingen e.G.
BIC: GENODE51KS1
IBAN: DE18 5209 0000 0000 1518 23
Vereinsregister AG Kassel: VR 1151
Vereinsstz: Kassel
Prüfstellen-Nr. F 0186
Steuer-Nr.: 35 273 00726
USt-Id-Nr. DE 113055741

Kassel, 24.04.2023

Prüfbericht Nr. D8727

1. Auftraggeber

SWARCO LIMBURGER LACKFABRIK GmbH, Robert-Bosch-Straße 17, 65582 Diez.

2. Auftragsumfang

Messung und Bewertung der Normfarbwertanteile x, y (Farbort) sowie des Leuchtdichtefaktors β an Probeaufzügen mit Markierungsmaterialien der SWARCO LIMBURGER LACKFABRIK GmbH gem.

- EASA: Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design (CS-ADR- DSN), Chapter U – Colours for aeronautical ground lights, markings, signs and panels, Issue 6, 2022
- ICAO, Annex 14, Volume 1, Aerodrome Design and Operations, 9th Edition, 2022
- Hinweise für Markierungen auf Flugbetriebsflächen, FGSV Verlag, Ausgabe 2018.

3. Allgemeine Angaben zur Markierung (nach Angaben des Auftraggebers)

Materialhersteller: SWARCO LIMBURGER LACKFABRIK GmbH

I)
Art der Markierung: Dispersionsfarbe
Stoffbezeichnung: LIMBOROUTE LW48F Flugplatz

II)
Art der Markierung: 1K-High-Solid Farbe
Stoffbezeichnung: LIMBOROUTE K828F Flugplatz

III)

Art der Markierung: 2K-High-Solid Farbe

Stoffbezeichnung: LIMBOROUTE 2-K K809F Flugplatz

IV)

Art der Markierung: Kaltspritzplastik

Stoffbezeichnung: Limboplast KSP 120F Flugplatz

V)

Art der Markierung: Kaltplastik

Stoffbezeichnung: Limboplast D480 F Flugplatz

Farbtöne: a) Blau nach ICAO
b) Grün nach ICAO

Schichtdicke/Nachstreumittel/Nachstreumittelhersteller/Nachstreumittelmenge: s. 4. Messergebnisse.

Die Probeaufzüge wurden von der SWARCO LIMBURGER LACKFABRIK GmbH zur Verfügung gestellt.

4. Messergebnisse

Am 27.03.2023 (Tab. 1; Lfd. Nr. 1 – 6) wurden an Probeaufzügen in den u. a. Kombinationen jeweils die Normfarbwertanteile x , y (Farbort) sowie der Leuchtdichtefaktor β je dreimal gemessen und der Mittelwert gebildet.

Wie in den unter 2. genannten Vorschriften für die Messungen vorgeschrieben, wurden folgende Messbedingungen verwendet:

Normlichtart: D65

Geometrie: $45^\circ/0^\circ$

Sichtfeld: 2°

Folgendes Messgerät wurde verwendet:

Hunterlab MiniScan EZ

Model Number 4500L

Serial Number MSEZ1401.

Tab. 1a Messergebnisse I) LIMBOROUTE LW48F Flughafen nicht reflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$	
					x	y		
1	Blau nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,0969	0,1899	0,1444	+/-	
								2006 IDW 01.04
								2013 IDW 07.14
								2020 IDW 05.06
								2020 IVW 05.07*
								2021 IVW 05.14
2	Grün nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,2145	0,2378	0,4113	+/-	
								2006 IDW 01.04
								2013 IDW 07.14
								2020 IDW 05.06
								2020 IVW 05.07*
								2021 IVW 05.14
			400 μm					
								2013 IDW 07.15
								2018 IVW 06.16
								97 IW 12.07
								2021 IDW 05.16
								2021 IDW 05.16
			600 μm					
								2006 IDW 01.04
								2013 IDW 07.14
								2020 IDW 05.06
								2020 IVW 05.07*
								2021 IVW 05.14
			600 μm					
								2013 IDW 07.15
								2018 IVW 06.16
								97 IW 12.07
								2021 IDW 05.16
								2021 IDW 05.16

*Unter der Nummer 2020 IVW 05.07 liegt eine Bestätigung der Bundesanstalt für Straßenwesen über die Prüfung eines Markierungssystems auf der Rundlaufprüfanlage vor. Die Messergebnisse erfüllen die Anforderungen der Hinweise für Markierungen auf Flugbetriebsflächen, Ausgabe 2018. Daher wird diese Bestätigung als gleichwertig zu einem BAST-Prüfzeugnis bewertet.

Die Prüfzeugnisse 2021 IVW 05.14 und 2021 IDW 05.16 gelten entsprechend der Angaben im jeweiligen Prüfzeugnis auch für nicht reflektierende Markierungssysteme (ohne Nachstreumittel) für die folgenden Farböne:

- a) RAL 9016 Verkehrsweiß
- b) RAL 1023 Verkehrsgelb
- c) RAL 2009 Verkehrsorange
- d) RAL 3020 Verkehrsrot
- e) RAL 5015 Himmelblau
- f) RAL 6010 Grasgrün
- g) RAL 9017 Verkehrsschwarz

Tab. 1b Messergebnisse I) LIMBOROUTE LW48F Flugplatz retroreflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
3	Blau nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	0,0784	0,1898	0,1428	+/-
			400 μm				
4	Grün nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	0,1755	0,2386	0,4122	+/-
			400 μm				

*Unter der Nummer 2020 1VW 05.07 liegt eine Bestätigung der Bundesanstalt für Straßenwesen über die Prüfung eines Markierungssystems auf der Rundlaufprüfanlage vor. Die Messergebnisse erfüllen die Anforderungen der Hinweise für Markierungen auf Flugbetriebsflächen, Ausgabe 2018. Daher wird diese Bestätigung als gleichwertig zu einem BAST-Prüfzeugnis bewertet.

Das Prüfzeugnis 2021 1VW 05.14 gilt entsprechend der Angaben im Prüfzeugnis auch für retroreflektierende Markierungssysteme für die folgenden Farbtöne:

- RAL 9016 Verkehrsweiß
- RAL 1023 Verkehrsgelb
- RAL 2009 Verkehrsorange
- RAL 3020 Verkehrsrot
- RAL 5015 Himmelblau
- RAL 6010 Grasgrün
- RAL 9017 Verkehrsschwarz

Tab. 2a Messergebnisse II) LIMBOROUTE K828F Flugplatz nicht reflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke		Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
			300 μm	400 μm		x	y	
5	Blau nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	2020 IDS 05.10	0,1826	0,0738	0,1242		
			2007 IDS 08.11					
			2009 IDS 03.11					
			2010 IDS 07.03					
			2012 IDS 01.06					
2021 IVS 05.08								
6	Grün nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	2012 IDS 01.10	0,2304	0,2045	0,4156	+/-	
			2012 IVS 01.09					
			2020 IDS 05.10					
			2007 IDS 08.11					
			2009 IDS 03.11					
2010 IDS 07.03								
2012 IDS 01.06								
2021 IVS 05.08								

Das Prüfzeugnis 2021 IVS 05.08 gilt entsprechend der Angaben im Prüfzeugnis auch für nicht reflektierende Markierungssysteme (ohne Nachstreumittel) für die folgenden Farbtöne:

- a) RAL 9016 Verkehrsweiß
- b) RAL 1023 Verkehrsgelb
- c) RAL 2009 Verkehrsorange
- d) RAL 3020 Verkehrsrot
- e) RAL 5015 Himmelblau
- f) RAL 6010 Grasgrün
- g) RAL 9017 Verkehrsschwarz

Tab. 2b Messergebnisse II) LIMBOROUTE K828F Flugplatz retroreflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
7	Blau nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	400 μm 2021 IVS 05.08	0,0706	0,1869	0,1342	+/+
8	Grün nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	400 μm 2021 IVS 05.08	0,1702	0,2337	0,4145	+/+

Tab. 3a Messergebnisse III) LIMBOROUTE 2-K K809F Flugplatz nicht reflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BASI-Prüfzeugnis- Nr./Schichtdicke	Leuchtdichte- koeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften un- ter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
9	Blau nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,1137	0,1914	0,1524	+/-
			400 μm				
			600 μm				
10	Grün nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,2126	0,2350	0,4141	+/-
			400 μm				
			600 μm				

Das Prüfzeugnis 2021 IVS 05.09 gilt entsprechend der Angaben im Prüfzeugnis auch für nicht reflektierende Markierungssysteme (ohne Nachstreumittel) für die folgenden Farböne:

- a) RAL 9016 Verkehrsweiß
- b) RAL 1023 Verkehrsgelb
- c) RAL 2009 Verkehrsorange
- d) RAL 3020 Verkehrsrot
- e) RAL 5015 Himmelblau
- f) RAL 6010 Grasgrün
- g) RAL 9017 Verkehrsschwarz

Tab. 3b Messergebnisse III) LIMBOROUTE 2-K K809F Flugplatz retroreflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke		Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
						x	y	
11	Blau nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	2020 IVS 05.08	0,0899	0,1948	0,1571	+/-
			400 μm	2021 IVS 05.09				
12	Grün nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T14 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	2020 IVS 05.08	0,1724	0,2371	0,4144	+/-
			400 μm	2021 IVS 05.09				

Tab. 4a Messergebnisse IV) Limboplast KSP 120F Flugplatz nicht reflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
13	Blau nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,0661	0,1890	0,1396	+/-
			400 μm				
			600 μm				
14	Grün nach ICAO 400 μm	ohne (nicht reflektierend)	300 μm	0,2288	0,2347	0,4147	+/-
			400 μm				
			600 μm				

Tab. 4b Messergebnisse IV) Limboplast KSP 120F Flugplatz retroreflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BAST-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
15	Blau nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T18 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	0,0763	0,2020	0,1651	+/-
			400 μm				
			600 μm				
16	Grün nach ICAO 400 μm	Flughafenperle Typ I T18 GG30; SWARCO; 400 g/m ²	300 μm	0,1926	0,2374	0,4128	+/-
			400 μm				
			600 μm				

Tab. 5a Messergebnisse V) Limboplast D480 F Flugplatz nicht reflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BASt-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
17	Blau nach ICAO 3.000 μm	ohne (nicht reflektierend)	2.000 μm	0,0753	0,1862	0,1382	++
			3.000 μm				
18	Grün nach ICAO 3.000 μm	ohne (nicht reflektierend)	2.000 μm	0,1798	0,2250	0,4171	++
			3.000 μm				

Tab. 5b Messergebnisse V) Limboplast D480 F Flugplatz retroreflektierend

Lfd. Nr.	Farbton/Schichtdicke	Nachstreumittelbezeichnung; Nachstreumittelhersteller; Nachstreumittelmenge	gilt für BASt-Prüfzeugnis-Nr./Schichtdicke	Leuchtdichtekoeffizient β	Normfarbwertanteile		Bewertung nach Vorschriften unter 2. $\beta/x, y$
					x	y	
19	Blau nach ICAO 3.000 μm	Flughafenperle Typ I T18 GG30; SWARCO; 450 g/m ²	3.000 μm	0,0684	0,1928	0,1462	++
20	Grün nach ICAO 3.000 μm	Flughafenperle Typ I T18 GG30; SWARCO; 450 g/m ²	3.000 μm	0,1535	0,2344	0,4124	++

5. Bewertung

5.1 Spezifikationen

Folgende Spezifikationen geben die Vorschriften nach 2. für den Farbort x , y und den Leuchtdichtefaktor β vor:

Tab. 6 Anforderungen an den Leuchtdichtefaktor β laut EASA, ICAO und Hinweisen für Markierungen auf Flugbetriebsflächen

Eigenschaft	Mindestwert / Anforderung	Bemerkungen
Tagessichtbarkeit weiß	$\beta = 0,75$ $\beta = 0,27$	nicht reflektierend retroreflektierend
Tagessichtbarkeit gelb	$\beta = 0,45$ $\beta = 0,16$	nicht reflektierend retroreflektierend
Tagessichtbarkeit orange	$\beta = 0,20$ $\beta = 0,14$	nicht reflektierend retroreflektierend
Tagessichtbarkeit rot	$\beta = 0,07$ $\beta = 0,03$	nicht reflektierend retroreflektierend
Tagessichtbarkeit blau	$\beta = 0,01$	retroreflektierend
Tagessichtbarkeit grün	$\beta = 0,10$ $\beta = 0,03$	nicht reflektierend retroreflektierend
Tagessichtbarkeit schwarz	$\beta = 0,03$ (maximal)	nicht reflektierend

Tab. 7 Anforderungen an die Farbortgrenzen laut EASA und ICAO

Farbortgrenzen für	Anforderung
weiß nicht reflektierend	nach Purpur: $y = 0,010 + x$ nach Blau: $y = 0,610 - x$ nach Grün: $y = 0,030 + x$ nach Gelb: $y = 0,710 - x$
weiß retroreflektierend	nach Purpur: $y = x$ nach Blau: $y = 0,610 - x$ nach Grün: $y = 0,040 + x$ nach Gelb: $y = 0,710 - x$
gelb nicht reflektierend	nach Orange: $y = 0,108 + 0,707x$ nach Weiß: $y = 0,910 - x$ nach Grün: $y = 1,35x - 0,093$
gelb retroreflektierend	nach Orange: $y = 0,160 + 0,540x$ nach Weiß: $y = 0,910 - x$ nach Grün: $y = 1,35x - 0,093$
orange nicht reflektierend	nach Rot: $y = 0,285 + 0,100x$ nach Weiß: $y = 0,940 - x$ nach Gelb: $y = 0,250 + 0,220x$
orange retroreflektierend ¹	nach Rot: $y = 0,265 + 0,205x$ nach Weiß: $y = 0,910 - x$ nach Gelb: $y = 0,207 + 0,390x$
rot nicht reflektierend und retroreflektierend	nach Purpur: $y = 0,345 - 0,051x$ nach Weiß: $y = 0,910 - x$ nach Orange: $y = 0,314 + 0,047x$
blau retroreflektierend ²	nach Grün: $y = 0,118 + 0,675x$ nach Weiß: $y = 0,370 - x$ nach Purpur: $y = 1,65x - 0,187$
grün nicht reflektierend ³	nach Gelb: $x = 0,313$ nach Weiß: $y = 0,243 + 0,670x$ nach Blau: $y = 0,493 - 0,524x$
grün retroreflektierend ³	nach Gelb: $y = 0,711 - 1,22x$ nach Weiß: $y = 0,243 + 0,670x$ nach Blau: $y = 0,405 - 0,243x$
schwarz nicht reflektierend	nach Purpur: $y = x - 0,030$ nach Blau: $y = 0,570 - x$ nach Grün: $y = 0,050 + x$ nach Gelb: $y = 0,740 - x$

Abweichend hiervon wird laut Hinweisen für Markierungen auf Flugbetriebsflächen, FGSV Verlag, Ausgabe 2018,

¹ der RAL-Farbtöne RAL 2009 (Verkehrsorange) empfohlen

² der RAL-Farbtöne 5015 (Himmelblau) empfohlen

³ der RAL-Farbtöne 6010 (Grasgrün) empfohlen

obwohl diese Farbtöne außerhalb des nach EASA und ICAO genannten Farbortbereiches liegen.

5.2 Bewertung nach EASA und ICAO

Die vorgegebenen Spezifikationen nach EASA und ICAO wurden bei den untersuchten Markierungssystemen erreicht.

5.3 Bewertung nach Hinweisen für Markierungen auf Flugbetriebsflächen

Nach den Hinweisen für Markierungen auf Flugbetriebsflächen, FGSV Verlag, Ausgabe 2018, wird abweichend von den Anforderungen laut EASA und ICAO der RAL-Farbtone 5015 Himmelblau bzw. 6010 Grasgrün empfohlen, obwohl diese Farbtöne außerhalb der geforderten Farbtönebereiche liegen.

Ein visueller Vergleich der RAL-Karten K5 Classic semi matt RAL 5015 Himmelblau bzw. RAL 6010 Grasgrün mit den jeweiligen Probeaufzügen ergab folgende Ergebnisse:

Der Farbtone Blau nach ICAO (Lfd. Nrn. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 und 19) erscheint jeweils deutlich dunkler als RAL 5015 Himmelblau.

Der Farbtone Grün nach ICAO (Lfd. Nrn. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 und 20) erscheint jeweils deutlich heller als RAL 6010 Grasgrün.

Dieser Prüfbericht umfasst 13 Textseiten und darf nur ungekürzt weitergegeben oder veröffentlicht werden.

Kassel, 24.04.2023

Name der Prüfstelle / des Prüfers:

Prüfdienst der DSGS e. V. / Dr. Claudia Drewes



(Unterschrift des Prüfers)