

Technische Beschreibung

Befeuierung und farbliche Kennzeichnung

ENERCON Windenergieanlagen

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0248364-10		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-09-26	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
2	Befeuerungsleuchten	6
2.1	Befeuerungsleuchten Gondel.....	6
2.1.1	Hindernisfeuer	7
2.1.1.1	Hindernisfeuer – Tropfenform	7
2.1.1.2	Hindernisfeuer – Kompaktformen.....	8
2.1.2	Gefahrenfeuer	9
2.1.2.1	Gefahrenfeuer – Tropfenform.....	9
2.1.2.2	Gefahrenfeuer – Kompaktformen.....	11
2.2	Befeuerungsleuchten Turm	13
3	Befeuerungsmanagement.....	15
4	Farbliche Kennzeichnung	16
4.1	Rotorblatt.....	16
4.2	Gondel	16
4.3	Turm.....	17

Abkürzungsverzeichnis

AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
EPK	ENERCON PartnerKonzept
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtorganisation)
IR	Infrarot
MOD	Ministry of Defence (Verteidigungsministerium des Vereinigten Königreichs)
MST	Modularer Stahlturm

1 Allgemeines

Windenergieanlagen müssen abhängig von ihrer Höhe, ihrer exponierten Lage und den jeweils gültigen nationalen Vorschriften gegebenenfalls als Luftfahrthindernis gekennzeichnet werden.

Die Ausführung der Kennzeichnung richtet sich nach den vor Ort geltenden behördlichen Bestimmungen und kann durch Befeuerung und/oder farbliche Kennzeichnung realisiert werden.

ENERCON bietet Befeuerung an, die den Anforderungen der ICAO entspricht. Auch länderspezifische Vorschriften, wie die deutsche AVV zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (26.08.2015), die britischen Spezifikationen des MOD oder die Spezifikationen der finnischen Behörde Trafi werden berücksichtigt.

ENERCON verpflichtet sich zur Umsetzung der Handlungsempfehlung, die auf der Sitzung des „Arbeitskreises Kennzeichnung des Bundesverbands WindEnergie e.V.“ (6.11.2007) in Hannover abgestimmt worden ist.

Im Folgenden wird die von ENERCON international angebotene Befeuerung, das Befeuerungsmanagement und die farbliche Kennzeichnung für Standorte in Deutschland beschrieben. Lösungen für besondere Standortgegebenheiten sind nach Absprache möglich.

2 Befuerungsleuchten

ENERCON bezieht zertifizierte Befuerungsleuchten von einem Zulieferer. Eingesetzt werden ausschließlic Leuchten, bei denen die Abstrahlung nach unten mittels hochwertiger Optiken sehr stark reduziert ist und nur minimal über den geforderten Lichtstärken liegt. Als Leuchtmittel werden Leuchtdioden verwendet.

Die Befuerungsleuchten sind an einem zentralen Steuerschrank, dem Steuerschrank Befuerung, angeschlossen. Der Steuerschrank Befuerung befindet sich in der Gondel der Windenergieanlage. Akkumulatoren übernehmen die Stromversorgung bei Netzausfall.

2.1 Befuerungsleuchten Gondel

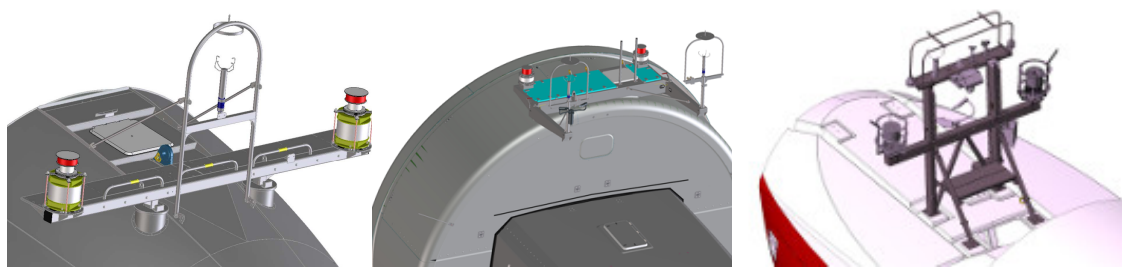


Abb. 1: Befuerungsleuchten auf der Gondel, Tropfenform (links) und Kompaktformen (mitig und rechts)

Die Befuerungsleuchten sind auf der Gondel der Windenergieanlage angebracht. Die Befuerungsleuchten sind in der Regel doppelt ausgeführt, um aus keiner Richtung von einem Hindernis verdeckt werden zu können.

Die Befuerungsleuchten auf der Gondel können als Hindernisfeuer oder Gefahrenfeuer ausgeführt sein.

2.1.1 Hindernisfeuer

Hindernisfeuer sind bei Nacht rot leuchtende Rundstrahl-Festfeuer mit einer mittleren Lichtstärke von mindestens 10 cd im horizontalen Strahlbereich (-2° bis +8°). Hindernisfeuer werden in der Regel dann gefordert, wenn der Abstand zwischen der Befeuerungsleuchte und der Blattspitze des senkrecht nach oben stehenden Rotorblatts kleiner als 15 m, im Bereich von Flugplätzen kleiner als 3 m, ist.

2.1.1.1 Hindernisfeuer – Tropfenform

Tab. 1: Befeuerungsleuchte MB15 (H, rot)

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	10 cd, 32 cd, 70 cd, 100 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	6 kg
Durchmesser, Höhe	240 mm, 220 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type A (10 cd), B (32 cd)

Tab. 2: Befeuerungsleuchte MB15 (rot), Sonderversion United Kingdom

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	32 cd, 70 cd, 100 cd, 200 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	6 kg
Durchmesser, Höhe	240 mm, 220 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type B (32 cd) und nach MOD: „Specification for IR and Low Intensity Red Vertical Obstruction Lighting“ (2012-02-09)

Tab. 3: Befeuerungsleuchte MB17 E-IR, (infrarot), Sonderversion United Kingdom

Angabe	Wert
Lichtintensität	900 mW/sr
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	6 kg
Durchmesser, Höhe	240 mm, 220 mm
Charakteristik	nach MOD: „Specification for IR and Low Intensity Red Vertical Obstruction Lighting“ (2012-02-09)

2.1.1.2 Hindernisfeuer – Kompaktformen

Tab. 4: Befeuerungsleuchte G4-20 (H, rot)

Abgabe	Wert
Lichtintensitäten	17 cd bis 170 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	6,7 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 180 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type A (10 cd), B (32 cd)

Tab. 5: Befeuerungsleuchte G4-66 (rot)

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	25 cd bis 200 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	6,7 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 180 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type B und nach MOD: low intensity red

Tab. 6: Befeuerungsleuchte G4-17 (infrarot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	900 mW/sr
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	8 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 180 mm
Charakteristik	nach MOD: Specification for IR and low intensity red vertical obstruction lighting (AL1) und nach Trafi: IR for medium intensity obstruction lights

2.1.2 Gefahrenfeuer

Gefahrenfeuer sind bei Nacht rot blinkende und bei Tag weiß blinkende Rundstrahler. Bei einer möglichen Gefährdung des Luftverkehrs müssen Gefahrenfeuer installiert werden. Gefahrenfeuer werden gefordert, wenn die Windenergieanlage eine Gesamthöhe von über 100 m hat, da der Abstand zwischen der Befeuerungsleuchte und der Blattspitze des senkrecht nach oben stehenden Rotorblatts in der Regel größer als 15 m ist.

2.1.2.1 Gefahrenfeuer – Tropfenform

Tab. 7: Befeuerungsleuchte MB20 (W, rot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	100 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	6 kg
Durchmesser, Höhe	240 mm, 220 mm
Charakteristik	nach AVV: Anhang 3

Erweiterte Spezifikation W, rot ES

Zur Vermeidung unnötiger Lichtemissionen sowie zur Harmonisierung von unterschiedlichen Befeuerungsleuchten kann es sinnvoll sein, Maximalwerte für die Lichtstärke der Befeuerungsleuchte W, rot zu fordern. Der lichttechnische Standard der Befeuerungsleuchte W, rot ES beschreibt angepasste Maximalwerte für die Lichtstärke. Ob der vorliegende Standard angewandt wird, muss durch die zuständigen Behörden festgelegt werden. Falls abweichende Vorgaben aus Genehmigungsverfahren oder von den zuständigen Behörden vorliegen, gelten diese vorrangig. ENERCON erfüllt die Anforderungen der Richtlinien der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Kennzeichnung von Windenergieanlagen und der Kreditanstalt für Wiederaufbau.

Tab. 8: Befeuerungsleuchte MB70 (rot), Sonderversion Frankreich

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	200 cd, 2 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	11 kg
Durchmesser, Höhe	290 mm, 270 mm
Charakteristik	länderspezifisch Frankreich

Tab. 9: Befeuerungsleuchte MB75 (rot), Sonderversion Brasilien

Angabe	Wert
Lichtintensität	2 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	11 kg
Durchmesser, Höhe	290 mm, 270 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type B/C

Tab. 10: Befuerungsleuchte MB80 (rot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	2 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	11 kg
Durchmesser, Höhe	290 mm, 270 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type B/C

Tab. 11: Befuerungsleuchte/Kombileuchte MB80/17 (MB80 rot und MB17 E-IR infrarot), Sonderversion Finnland

Angabe	Wert
Lichtintensität	2 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	17 kg
Durchmesser, Höhe	290 mm, 351 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type B/C und nach MOD: „Specification for IR and Low Intensity Red Vertical Obstruction Lighting“ (2012-02-09)

Tab. 12: Befuerungsleuchte MB300 (weiß)

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	2 000 cd, 20 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	25 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 345 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type A

Tab. 13: Befuerungsleuchte MB500 (weiß), Sonderversion Finnland, Schweden

Angabe	Wert
Lichtintensität	50 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	-
Durchmesser, Höhe	-
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type A

Tab. 14: Befeuerungsleuchte MB800 (weiß), Sonderversion Schweden

Angabe	Wert
Lichtintensität	100 000 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +50 °C
Gewicht	44 kg
Durchmesser, Höhe	-
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: high intensity type B

2.1.2.2 Gefahrenfeuer – Kompaktformen

Tab. 15: Befeuerungsleuchte G4-20 (W, rot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	100 cd Effektivintensität, 170 cd Peakintensität
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	6,7 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 180 mm
Charakteristik	nach AVV: Anhang 3 und nach ICAO: low intensity type B

Erweiterte Spezifikation W, rot ES

Zur Vermeidung unnötiger Lichtemissionen sowie zur Harmonisierung von unterschiedlichen Befeuerungsleuchten kann es sinnvoll sein, Maximalwerte für die Lichtstärke der Befeuerungsleuchte W, rot zu fordern. Der lichttechnische Standard der Befeuerungsleuchte W, rot ES beschreibt angepasste Maximalwerte für die Lichtstärke. Ob der vorliegende Standard angewandt wird, muss durch die zuständigen Behörden festgelegt werden. Falls abweichende Vorgaben aus Genehmigungsverfahren oder von den zuständigen Behörden vorliegen, gelten diese vorrangig. ENERCON erfüllt die Anforderungen der Richtlinien der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Kennzeichnung von Windenergieanlagen und der Kreditanstalt für Wiederaufbau.

Tab. 16: Befeuerungsleuchte G4-80 (rot)

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	200 cd, 2 000 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	8,3 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 180 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type B/C

Tab. 17: Befuerungsleuchte G4-200 (weiß)

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	2 000 cd, 20 000 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	19,3 kg
Durchmesser, Höhe	380 mm, 280 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type A

Tab. 18: Befuerungsleuchte 2x G4-200 (weiß), Sonderversion Finnland, Schweden

Angabe	Wert
Lichtintensität	50 000 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: medium intensity type A

Tab. 19: Befuerungsleuchte 4x G4-200 (weiß), Sonderversion Schweden/Schweiz

Angabe	Wert
Lichtintensität	100 000 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: high intensity type B

2.2 Befuerungsleuchten Turm



Abb. 2: Befuerungsleuchte Turm

Durch behördliche Vorschriften kann eine Befuerung des Turms gefordert werden. Dazu wird der Turm mit einer, seltener mit zwei Befuerungsebenen mit jeweils 4 Stableuchten ausgerüstet. Eine Nachrüstung von Leuchten am Turm ist nur mit sehr hohem Aufwand möglich.

Tab. 20: Stableuchte MB5 10 cd (rot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	10 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	1,25 kg
Durchmesser	50 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type A und nach AVV

Tab. 21: Stableuchte MB5 IR, Sonderversion Finnland

Angabe	Wert
Lichtintensität	10 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	1,25 kg
Durchmesser	50 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type A

Tab. 22: Stableuchte MB5 32 cd (rot)

Angabe	Wert
Lichtintensität	32 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	1,25 kg
Durchmesser	50 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type B

Tab. 23: Stableuchte MB5 50 cd IR, Sonderversion Niederlande

Angabe	Wert
Lichtintensität	50 cd
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	1,25 kg
Durchmesser	50 mm
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type B

Tab. 24: Stableuchte G4-5, 10 cd, 32 cd, 50 cd (rot) und IR

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	10 cd, 32 cd, 50 cd
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
Gewicht	0,9 kg
Durchmesser	50 mm (60 mm am Ring)
Charakteristik	10 cd - nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type A und nach AVV 32 cd - nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type B und länderspezifisch Frankreich 50 cd - länderspezifisch Niederlande optional IR – nach Trafi

Tab. 25: Stableuchte G4-5D17 (für MST), 10 cd, 32 cd, 50 cd (rot) und 150 mW

Angabe	Wert
Lichtintensitäten	10 cd, 32 cd, 50 cd und 150 mW
Temperaturbereich	-55 °C bis +55 °C
Gewicht	1,25 kg
Durchmesser	17 mm (an der Optik)
Charakteristik	nach ICAO, Annex 14, 6-1: low intensity type

3 Befeuerungsmanagement

Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung

Eine bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung beschränkt die Lichtemissionen von Windenergieanlagen durch bedarfsgerechte Befeuerung auf jenen Zeitraum, in dem Luftfahrzeuge den sicherheitsrelevanten Bereich einer Windenergieanlage durchqueren. In Genehmigungsbescheiden zum Betrieb von Windenergieanlagen können entsprechende Maßnahmen zur bedarfsgerechten Befeuerung in Deutschland gefordert werden.

Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung von ENERCON erfüllt diese Anforderungen. Grundlage bildet hier in Deutschland die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (26.08.2015).

Parksynchronisation

Die Befeuerung von Windenergieanlagen kann innerhalb eines Windparks zentral über einen Parkrechner synchronisiert werden. Mehrere Windparks können über ein GPS-System der einzelnen Parkrechner synchronisiert werden.

Mit der Parksynchronisation erfüllt ENERCON den Punkt 4 der Handlungsempfehlung des „Arbeitskreises Kennzeichnung des Bundesverbands WindEnergie e.V.“. Die Parksynchronisation der Befeuerung von ENERCON Windenergieanlagen und die Systeme anderer Windenergieanlagen-Hersteller sind kompatibel.

Sichtweitenmessung

Die Befeuerung einer Windenergieanlage kann mit einem Sichtweitenmessgerät und einer Lichtstärkenregelung ausgerüstet werden. Bei klarer Luft wird die Lichtstärke der Befeuerung reduziert. Dadurch wird Energie eingespart und eventuelle Beeinträchtigungen der Umgebung durch die Befeuerung werden verringert. Eine Vernetzung der Sichtweitenmessgeräte an Windenergieanlagen in verschiedenen Windparks ist nicht möglich. Die Sichtweitenmessung erfüllt die Anforderungen gemäß AVV zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen, Anhang 4.

Fernüberwachung

Warn- und Störmeldungen der Befeuerung werden automatisch über die Anbindung an die Anlagensteuerung der Windenergieanlage weitergeleitet und so über die Fernüberwachung ENERCON SCADA System gemeldet. Überwacht werden der Ausfall der Versorgungsspannung, der Ausfall der Befeuerungsleuchten, der Ausfall der Akkumulatoren der Notstromversorgung sowie Störungen am Sichtweitenmessgerät oder am Ladegerät für die Akkumulatoren.

Meldung von Ausfällen der Befeuerung

Totalausfälle der Befeuerung, die nicht sofort behoben werden können, und deren Aufhebung müssen der zuständigen Luftfahrtstelle, in Deutschland der NOTAM-Zentrale der Deutschen Flugsicherung in Frankfurt/Main, bekannt gegeben werden.

Bei abgeschlossenem ENERCON PartnerKonzept (EPK) benachrichtigt der technische Innendienst des ENERCON Service die zuständige Luftfahrtstelle über solche Störungen und deren Aufhebung.

4 Farbliche Kennzeichnung

Behördliche Vorschriften am jeweiligen Standort machen gegebenenfalls eine farbliche Kennzeichnung der Windenergieanlage erforderlich. Die farbliche Kennzeichnung dient der Kennzeichnung der Windenergieanlage am Tag. Sie kann mit Befeuerung kombiniert werden.

In Deutschland kann die farbliche Kennzeichnung folgendermaßen realisiert werden. In anderen Ländern und Regionen werden gegebenenfalls andere farbliche Kennzeichnungen der Windenergieanlage gefordert.

Informationen dazu sind auf Anfrage verfügbar.

4.1 Rotorblatt



Abb. 3: Farbliche Kennzeichnung am Rotorblatt

Zur farblichen Kennzeichnung werden 6 m breite Streifen im Farbtönen Verkehrsrot (RAL 3020) an den Rotorblättern angebracht.

4.2 Gondel

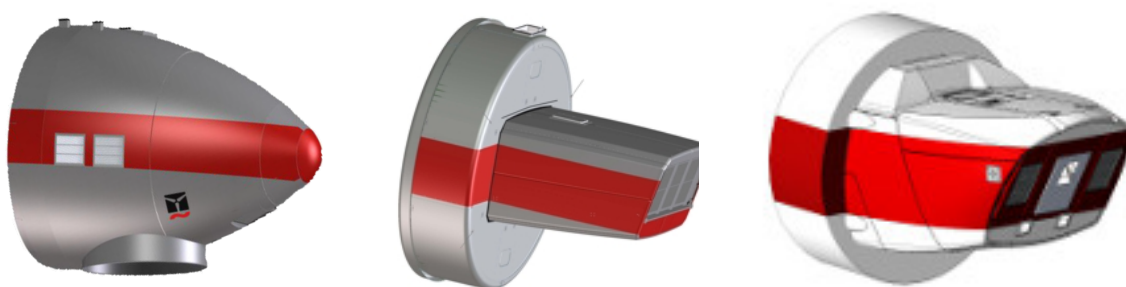


Abb. 4: Farbliche Kennzeichnung an der Gondel, Tropfenform (links) und Kompaktformen (mittig und rechts)

Zur farblichen Kennzeichnung wird ein 2 m hoher, umlaufender Farbstreifen in Verkehrsrot (RAL 3020) an der Gondel angebracht.

4.3 Turm



Abb. 5: Farbliche Kennzeichnung am Hybridturm (links), am Stahlrohrturm (mittig) und am modularen Stahlturm MST (rechts)

Zur farblichen Kennzeichnung wird ein 3 m hoher Farbstreifen in Verkehrsrot (RAL 3020) in 40 m $\pm$ 5 m Höhe am Turm angebracht.