



Specific Technical Requirements STR-9

Date: 19.02.2003

Lufttüchtigkeitsforderungen für Schleppkupplungen

1. Allgemeines

1.1 Art und Anwendbarkeit der Lufttüchtigkeitsforderungen

Diese Lufttüchtigkeitsforderungen für Schleppkupplungen (STR) gelten für den Nachweis der Lufttüchtigkeit von Schleppkupplungen, die

a) zum Schlepp von gesteuerten oder nicht gesteuerten Schleppanhängern oder in diesen selbst,

b) zum Schlepp mit Winde oder Kraftfahrzeugen

eingesetzt werden.

Anmerkung:

Gesteuerte Schleppanhänger sind z.B. Segelflugzeuge und Motorsegler.
Nicht gesteuerte Schleppanhänger sind z. B. Banner.

Die nachfolgend zur Sicherstellung der Lufttüchtigkeit der Schleppkupplungen im einzelnen getroffenen Festlegungen sind Mindestforderungen, die aus den bisher im Betrieb gesammelten Erfahrungen hergeleitet und in handliche Zahlenwerte gefasst wurden.

Abweichungen von diesen Forderungen können vom Luftfahrt-Bundesamt zugelassen oder verlangt werden, wenn neue Erkenntnisse oder Sicherheitsanforderungen dies rechtfertigen.

1.2 Zulassung des Musters

1.2.1. Das Muster einer Schleppkupplung kann mit Antrag in Form einer NTS-Berechtigung zugelassen werden, wenn diese Lufttüchtigkeitsforderungen vollständig erfüllt sind oder wenn bei Nichterfüllung einer oder mehrerer Forderungen ein Nachweis erbracht wird, der ein gleichwertiges Sicherheitsniveau ergibt.

In Zweifelsfällen entscheidet das Luftfahrt-Bundesamt.

1.2.3. Die Nachweisführung ist Sache des Antragsstellers; dieser hat auch die Musterunterlagen zu erstellen.

1.2.4. Als Musterunterlagen gelten die Unterlagen, die für die Festlegung der Gestaltung der Schleppkupplung und aller ihrer Konstruktionsmerkmale benötigt werden, die Gegenstand dieser STR sind.

1.3 **Bedingungen für den Einbau in Luftfahrzeuge**

Die Eignung für Einbau und Betrieb einer Schleppkupplung in ein Luftfahrzeug ist im Rahmen einer umfassenden Musterprüfung bzw. im Rahmen einer großen Änderung der Musterzulassung oder durch eine Ergänzung zur Musterzulassung des Luftfahrzeuges nachzuweisen. Der ordnungsgemäße Einbau unterliegt der Nachprüfpflicht.

2. **Gestaltung und Bauausführung**

2.1 **Werkstoffe**

Eignung und Zuverlässigkeit der verwendeten Werkstoffe müssen aufgrund von Erfahrungen oder Untersuchungen nachgewiesen werden.

Alle für beanspruchte Teile verwendeten Werkstoffe müssen Beschreibungen und Festlegungen (Spezifikationen) entsprechen, die vom Luftfahrt-Bundesamt anerkannt sind.

2.2 **Herstellungsverfahren**

Die angewendeten Herstellungsverfahren müssen einwandfreie Verbände ergeben. Wenn Herstellungsvorgänge zu diesem Zweck der genauen Überwachung bedürfen (z. B. Schweißen, Wärmebehandlung, Nieten usw.), müssen sie nach Arbeitsvorschriften durchgeführt werden, die vom Luftfahrt-Bundesamt anerkannt sind.

2.3 **Schutz der Bauteile**

Jedes Teil des kraftübertragenden Verbandes muss

- a) gegen schädigende Einflüsse oder Festigkeitsminderung im Betrieb, einschließlich Korrosion und Verschleiß, weitestgehend geschützt sein und
- b) so gestaltet sein, dass
 1. sich kein Wasser ansammeln kann und
 2. bei eingedrungenem Schmutz eine Reinigung ohne Demontage möglich ist.

2.4 **Sicherung von Verbindungselementen**

Für alle lösbaren Verbindungselemente der Schleppkupplung müssen anerkannte Sicherungsmittel verwendet werden.

2.5 **Anschlussringpaar**

Für jede Schleppkupplung mit Kupplungshaken ist das Anschlussringpaar gemäß Luftfahrt-Norm LN 65091 in der gültigen Ausgabe zu verwenden.

2.6 **Befestigung am Luftfahrzeug**

Die Schleppkupplung muss mit lösbaren Verbindungselementen am Luftfahrzeug befestigt werden.

2.7 **Besondere Anforderungen**

- 2.7.1 Schleppkupplungen mit beweglichem oder festem Ringmaul müssen so gestaltet sein, dass ein irrtümliches Einhängen des großen ovalen Ringes des Anschlussringpaares oder ein Verklemmen vor oder neben dem Haken nicht möglich ist.
- 2.7.2 In keinem Betriebszustand darf es möglich sein, dass das Anschlussringpaar im Ringmaul blockiert und damit ein Auslösen verhindert.
- 2.7.3 Schleppkupplungen, deren Einbauort sich in Schwerpunktnähe des Luftfahrzeuges befindet, müssen mit einer Einrichtung für selbsttätiges Auslösen ausgerüstet sein.

2.8 **Dauerverhalten**

Für die Nachweisführung sind mindestens 10.000 Betätigungen der Schleppkupplung unter Betriebsbedingungen durchzuführen. Dabei dürfen keine Schäden auftreten.

3. **Festigkeit**

3.1 **Festigkeitsnachweis**

In Belastungsversuchen gemäß 4.2.5 und 4.2.6 muss der Nachweis erbracht werden, dass die Festigkeit der Schleppkupplung bei den erfahrungsgemäß in der Praxis vorkommenden Betriebszuständen ausreicht.

3.2 **Kriterien für eine hinreichende Bemessung und Sicherheitszahl**

- 3.2.1 Die Festigkeitsforderungen liegen mit der nachstehend in 3.3 angegebenen sicheren Prüflast (die höchste im Betrieb erwartete Seillast) und der rechnerischen Bruchlast (die mit der vorgeschriebenen Sicherheitszahl multiplizierte höchste Seillast) fest.

Diese Lasten sind als Grenzwerte der Belastung in den Ablaufprogrammen für die Funktionsversuche enthalten.

- 3.2.2 Als Sicherheitszahl ist 1,5 anzusetzen.

Der Festigkeitsverband muss imstande sein,

- a) die sichere Prüflast ohne schädliche bleibende Verformung, Kerben, Risse usw. aufzunehmen und
- b) die rechnerische Bruchlast ohne zu versagen mindestens 3 Sekunden lang zu ertragen.

3.3 **Sichere Prüflast**

Schleppkupplungen zu den in 1.1 angeführten Verwendungszwecken müssen für eine sichere Prüflast L_{\max} N ausgelegt werden, die sich nach JAR22.581 und JAR22.583 wie folgt ergibt:

$$L_{\max} = 1,2 \times 1,3 \times m \times 9,81 \text{ [N]}$$

mit 1,2 / 1,3 : Sicherheitsfaktoren
m: max. Schleppmasse
9,81 m/s² Erdbeschleunigung / Umrechnung N

Anmerkung:

Für eine höchste Schleppmasse von z. B. 850 kg ergibt sich daraus die sichere Prüflast wie folgt:

$$L_{\max} = 1,2 \times 1,3 \times 850 \times 9,81 = 13.008 \text{ N} = L_{\max}$$

Vorgeschaltete Sollbruchstellen bleiben für den Ansatz der sicheren Prüflast unberücksichtigt.

4. Betriebsverhalten

4.1 Funktionsfähigkeit unter Last

4.1.1 Sicherer Betriebsbereich

Jede Schleppkupplung muss innerhalb der gemäß 5.1 festgelegten Grenzen der Seillasten und der Seilwinkel die entstehende Belastung ohne Beeinträchtigung der Funktionssicherheit aushalten und sicher auszulösen sein.

4.1.2 Selbstauslösewinkel

Bei Schleppkupplungen zum Einbau in Segelflugzeuge oder Motorsegler für den Winden- oder Kraftfahrzeug-Schleppstart muss das Schleppseil bei dem gemäß 5.1 festgelegten Selbstauslösewinkel sicher auslösen.

4.1.3 Auslösekraft

Bei einer Belastung der Schleppkupplung am Haken innerhalb der für die Seillasten und die Seilwinkel festgelegten Grenzen muß die höchste Ausklinkkraft am Kupplungs-Auslösehebel F_K bei einer Bezugshebellänge a des Auslösehebels von 68 mm (s. Abb. 1) zwischen 60 und 140 N liegen.

4.2 Funktionsversuche

4.2.1 Art der Versuche

In Funktionsversuchen mittels einer geeigneten Vorrichtung und mit Schleppkupplungen nach dem Muster, für das die Zulassung erteilt werden soll, ist nachzuweisen, dass die vorstehend in 4.1.1 bis 4.1.3 genannten Forderungen erfüllt sind.

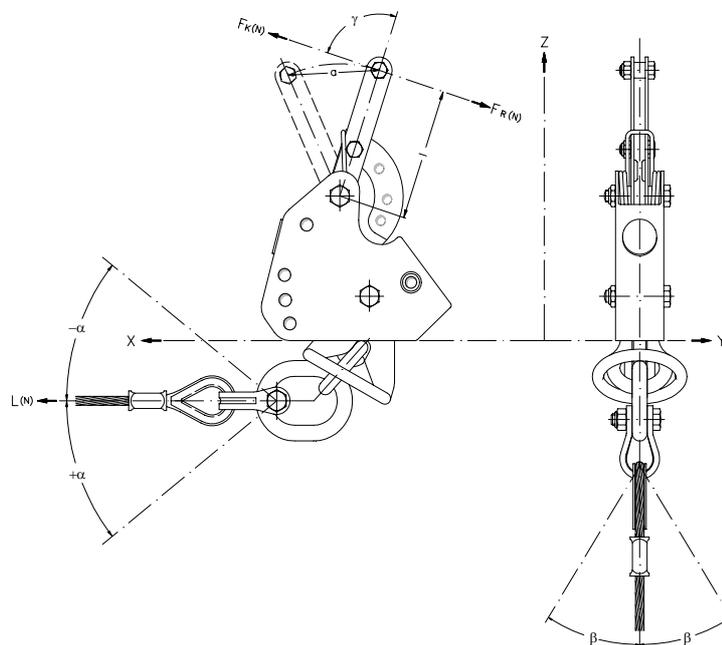
Die nach der Auslösung des Schleppseils vorhandene Rückstellkraft ist gemäß 4.2.4 zu messen.

Anmerkung:

Die Musterprüfung einer Schleppkupplung sollte auch den Einsatz im Flugbetrieb umfassen, um weitere Erkenntnisse hinsichtlich der Betriebstüchtigkeit zu gewinnen.

4.2.2 Belastungsschema

Bei der Aufbringung der Versuchslasten ist gemäß dem Belastungsschema in Abb.1 zu verfahren.

**Abb.1:** Belastungsschema

x-Achse	=	Längsachse (in Flugrichtung)
y-Achse	=	Querachse (in Spannweitenrichtung)
z-Achse	=	Hochachse
L	=	Seillast in N
F_K	=	Auslösekraft des Kupplungshebels in N
a	=	Auslöseweg des Kupplungshebels zwischen den Anschlägen in mm

l	=	Original-Hebellänge des Musters in mm
F_R	=	Rückstellkraft in N
α	=	Winkel zwischen L und der x-y-Ebene
β	=	Winkel zwischen L und der x-z-Ebene

Der Normal- oder O-Grad-Seilwinkel liegt parallel zur x-y-Ebene.

4.2.3 Versuchsvorrichtung

Die Schleppkupplung ist in eine geeignete Vorrichtung unter ausschließlicher Verwendung der zum Einbau in das Luftfahrzeug vorgesehenen Bohrungen und Auflageflächen so einzubauen, dass über das Anschlussringpaar die Seillasten unter allen geforderten Lastrichtungen aufgebracht und dabei die jeweils erforderlichen Auslösekräfte F_K am Kupplungshebel gemessen werden können.

Bei Schleppkupplungen mit Selbstausslösung (sog. Sicherheitskupplungen) müssen außerdem die Seilrichtung und die Größe der Seillasten, die zum selbsttätigen Auslösen führen, gemessen werden.

4.2.4 **Messung der Rückstellkraft**

Die Messung der Rückstellkraft ist vor Beginn der eigentlichen Funktionsversuche folgendermaßen durchzuführen:

- a) Die in die Versuchsvorrichtung eingebaute Schleppkupplung ist bei unbelasteten Kupplungshaken über den Kupplungshebel (Hebellänge $l = 68 \text{ mm}$) voll zu öffnen.
- b) Anschließend ist die in Abhängigkeit vom Auslöseweg a zwischen den Anschlägen am Kupplungshebel jeweils vorhandene Rückstellkraft zu messen.

Die Ergebnisse der Messung sind in einem Diagramm aufzutragen.

Die Rückstellkraft F_R soll 100 N nicht über- und 60 N nicht unterschreiten.

4.2.5 **Ablaufprogramme und Feststellung des Beanspruchungsbildes: Schleppkupplungen für den Flugzeugschlepp von gesteuerten und nicht gesteuerten Schleppanhängern** (Verwendung gemäß 1.1.a)

a) Versuch bis zur sicheren Prüflast

1. Die in die Versuchsvorrichtung eingebaute Schleppkupplung ist am Kupplungshaken über das Anschlussringpaar mit der Seil-(Prüf-)last L gemäß dem in Tabelle 1 zusammengestellten Programm zu belasten.
Die Belastungsgeschwindigkeit soll 300 N/sec betragen.

Bei jeder Belastungsstufe ist nach einer Belastungsdauer von je 5 sec. auszuklinken und dabei die Auslösekraft F_K bei einer Bezugs-Länge des Kupplungshebels von $l = 68 \text{ mm}$ zu messen.

Tabelle 1

Seil- (Prüf-)last		Seilwinkel		Seil- (Prüf-)last		Seilwinkel	
L		α	$\pm \beta$	L		α	$\pm \beta$
N		Grad	Grad	N		Grad	Grad
1500		-45	0	1500		+30	0
6000		-45	0	6000		+30	0
7500		-45	0	7500		+30	0
9000		-45	0	9000		+30	0
11700		-45	0				
				0,80	Lmax	+30	0
	Lmax	-45	0	0,60	Lmax	+30	30
0,60	Lmax	-45	30	0,80	Lmax	+30	30
0,80	Lmax	-45	30	0,60	Lmax	+30	45
0,60	Lmax	-45	45	0,80	Lmax	+30	45
0,80	Lmax	-45	45	1500		+45	0
				6000		+45	0
1500		-30	0	7500		+45	0
6000		-30	0	9000		+45	0
7500		-30	0	11700		+45	0
9000		-30	0				
					Lmax	+45	0
0,80	Lmax	-30	0	0,60	Lmax	+45	30
0,60	Lmax	-30	30	0,80	Lmax	+45	30
0,80	Lmax	-30	30	0,60	Lmax	+45	45
0,60	Lmax	-30	45	0,80	Lmax	+45	45
0,80	Lmax	-30	45	0,80	Lmax	+30	60
				0,80	Lmax	+30	75
1500		0	0	0,80	Lmax	+45	60
6000		0	0	0,80	Lmax	+45	75
7500		0	0	0,80	Lmax	+60	0
9000		0	0	0,80	Lmax	+60	30
11700		0	0	0,80	Lmax	+60	45
	Lmax	0	0	0,80	Lmax	+60	60
				0,80	Lmax	+60	75
1500		0	30				
6000		0	30	9000		+60	87
7500		0	30	11700		+60	87
9000		0	30		Lmax	+60	87
11700		0	30	0,40	Lmax	+120	0
	Lmax	0	30	0,40	Lmax	-120	0
1500		0	45				
6000		0	45				
7500		0	45				
9000		0	45				
11700		0	45				
	Lmax	0	45				
0,60	Lmax	0	90				
0,80	Lmax	0	90				

2. Zerlegungsprüfung

Nach Beendigung des Belastungsversuchs muss die Schleppkupplung vollständig zerlegt werden. Eine danach vorzunehmende Prüfung muss ergeben, dass

- kein Teil der Schleppkupplung bleibende Verformungen, Kerben, Risse usw. aufweist und dass
- die Schleppkupplung nach dem Wiederausammenbau voll funktionstüchtig ist.

b) Versuch bis zur rechnerischen Bruchlast

Im Anschluss an die Zerlegungsprüfung und den Wiedereinbau in die Versuchsvorrichtung ist die Schleppkupplung am Kupplungshaken über das Anschlussringpaar bis zur rechnerischen Bruchlast unter dem Seilwinkel $\alpha = 0$ Grad und $\beta = 0$ Grad zu belasten.

Die rechnerische Bruchlast muss 3 sec. gehalten werden. Anschließend ist auszuklinken und die Auslösekraft F_K zu messen. Anschließend ist die Schleppkupplung in ihre einzelnen Bestandteile zu zerlegen und auf Brüche, bleibende Verformungen, Kerben, Risse usw. zu überprüfen.

4.2.6 **Ablaufprogramme und Feststellung des Beanspruchungsbildes: Schleppkupplungen zum Einbau in Segelflugzeuge oder Motorsegler für den Winden- oder Kraftfahrzeug-Schleppstart (Verwendung gemäß 1.1.b)**

a) Versuch bis zur sicheren Prüflast

1. Die in die Versuchsvorrichtung eingebaute Schleppkupplung ist am Kupplungshaken über das Anschlussringpaar mit der Seil-(Prüf-)last L gemäß dem in Tabelle 2 zusammengestellten Programm zu belasten. Die Belastungsgeschwindigkeit soll 300 N/sec betragen. Bei jeder Belastungsstufe ist nach einer Belastungsdauer von je 5 sec. auszuklinken und dabei die Auslösekraft F_K bei einer Bezugs-länge des Kupplungshebels von $l = 68$ mm zu messen.

Innerhalb dieses Versuchsprogramms darf kein Selbstausrösen erfolgen.

Tabelle 2

Seil- (Prüf-)last L	Seilwinkel		Seil- (Prüf-)last L	Seilwinkel		
	α	$\pm \beta$		α	$\pm \beta$	
N	Grad	Grad	N	Grad	Grad	
1500	0	0	1500	+45	0	
6000	0	0	6000	+45	0	
7500	0	0	7500	+45	0	
9000	0	0	9000	+45	0	
11700	0	0				
	Lmax	0	0,80	Lmax	+45	0
1500	0	30	1500	+45	30	
6000	0	30	6000	+45	30	
7500	0	30	7500	+45	30	
9000	0	30	9000	+45	30	
11700	0	30	11700	+45	30	
	Lmax	0		Lmax	+45	30
1500	0	45	1500	+45	45	
6000	0	45	6000	+45	45	
7500	0	45	7500	+45	45	
9000	0	45	9000	+45	45	
11700	0	45	0,80	Lmax	+45	45
	Lmax	0		Lmax	+45	45
1500	+30	0	1500	+45	60	
6000	+30	0	6000	+45	60	
7500	+30	0	7500	+45	60	
9000	+30	0	9000	+45	60	
0,80	Lmax	+30	11700	+45	60	
	Lmax	+30		Lmax	+45	60
1500	+30	30	1500	+45	75	
6000	+30	30	6000	+45	75	
7500	+30	30	7500	+45	75	
9000	+30	30	9000	+45	75	
11700	+30	30	11700	+45	75	
	Lmax	+30		Lmax	+45	75
0,60	Lmax	+30	0,60	Lmax	+60	0
0,80	Lmax	+30	0,80	Lmax	+60	0
0,60	Lmax	+30	0,60	Lmax	+60	30
0,80	Lmax	+30	0,80	Lmax	+60	30
	Lmax	+30		Lmax	+60	30
1500	+30	75	1500	+60	45	
6000	+30	75	6000	+60	45	
7500	+30	75	7500	+60	45	
9000	+30	75	9000	+60	45	
11700	+30	75	11700	+60	45	
	Lmax	+30		Lmax	+60	45

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Seil- (Prüf-)last L		Seilwinkel	
		α	$\pm \beta$
N		Grad	Grad
0,60	Lmax	+60	60
0,80	Lmax	+60	60
1500		+60	75
6000		+60	75
7500		+60	75
9000		+60	75
11700		+60	75
	Lmax	+60	75
11700		+60	87
	Lmax	+60	87
1500		+75	0
6000		+75	0
7500		+75	0
9000		+75	0
11700		+75	0
	Lmax	+75	0
0,60	Lmax	+75	30
0,80	Lmax	+75	30
0,60	Lmax	+75	45
0,80	Lmax	+75	45
0,60	Lmax	+75	60
0,80	Lmax	+75	60
0,80	Lmax	0	75
1500		0	87
6000		0	87
7500		0	87
9000		0	87
11700		0	87
	Lmax	0	87

2. Zerlegungsprüfung

Nach Beendigung des Belastungsversuchs muss die Schleppkupplung vollständig zerlegt werden. Eine danach vorzunehmende Prüfung muss ergeben, dass

- kein Teil der Schleppkupplung bleibende Verformungen, Kerben, Risse usw. aufweist und dass
- die Schleppkupplung nach dem Wiederausammenbau voll funktionstüchtig ist.

b. Ermittlung des Winkels für die selbsttätige Auslösung

1. Die in die Versuchsvorrichtung eingebaute Schleppkupplung ist am Kupplungshaken über das Anschlussringpaar mit der Seil-(Prüf-)last L gemäß dem in Tabelle 3 zusammengestellten Programm zu belasten.
2. Bei jeder Belastungsstufe ist der Winkel α_s , der zur selbsttätigen Auslösung führt, zu messen.

Tabelle 3

Seil- (Prüf-)last	Seilwinkel	Seil- (Prüf-)last	Seilwinkel
L	β	L	β
N	Grad	N	Grad
20	0	100	75
20	45	150	0
20	75	150	45
30	0	150	75
30	45	500	0
30	75	500	30
40	0	500	45
40	45	500	60
40	75	500	75
50	0	1000	0
50	45	1000	0
50	75	2000	0
100	0	2000	60
100	45	3000	0
		3000	80

c) Versuch bis zur rechnerischen Bruchlast

Im Anschluss an den Belastungsversuch gemäß a) und der danach vorzunehmenden Zerlegungsprüfung sowie der Ermittlung des Selbstauslösewinkels gemäß b) ist die Schleppkupplung nach dem Wiedereinbau in die Versuchsvorrichtung am Kupplungshaken über das Anschlussringpaar bis zur rechnerischen Bruchlast unter dem Seilwinkel $\alpha = 0$ Grad und $\beta = 0$ Grad zu belasten.

Die rechnerische Bruchlast muss 3 sec. gehalten werden. Sodann ist auszuklinken und die Auslösekraft F_K zu messen. Anschließend ist die Schleppkupplung in ihre einzelnen Bestandteile zu zerlegen und auf Brüche, bleibende Verformungen, Kerben, Risse usw. zu überprüfen.

5. **Betriebsgrenzen und Angaben**5.1 **Betriebsgrenzen**

- 5.1.1 Die in 4.2.5 und 4.2.6 angeführten Betriebsgrenzen müssen für jedes Muster einer Schleppkupplung festgelegt und dem Halter des Luftfahrzeuges, in das eine Schleppkupplung nach dem betreffenden Muster eingebaut wird, zugänglich gemacht werden (siehe auch Tabelle 4).

Tabelle 4

Schleppkupplung nach	1.1.a)	1.1.b)
Seilwinkel , bei denen das Schleppseil sicher ausgeklinkt werden kann		
α (nach oben)	-90°	-, -
α (nach unten)	+90°	+75°
β (nach beiden Seiten)	0-87°	0-87°
Höchstzulässige Seillast , bei der das Schleppseil sicher ausgeklinkt werden kann		
L_{\max}	Seillast	Seillast
1 Selbstauslösewinkel		
α_s	-, -	75°-90°

5.2 Kennzeichnungen

Jede Schleppkupplung muss dauerhaft und gut lesbar gemäß JAR 21, Abschnitt Q gekennzeichnet sein.

5.3 Betriebs- und Instandhaltungsunterlagen

5.3.1 Bei der Auslieferung der Schleppkupplungen müssen dem Halter Betriebs- und Instandhaltungsunterlagen ausgehändigt werden, die die für die Aufrechterhaltung der vollen Betriebstüchtigkeit notwendigen Angaben enthalten müssen.

5.3.2 Instandhaltungsunterlagen sind dem Luffahrt-Bundesamt vorzuweisen.

5.3.3 Alle in 5.1 festgelegten Angaben sowie weitere Angaben, die zum sicheren Einsatz der Schleppkupplung notwendig sind, müssen in die Betriebsunterlagen aufgenommen werden.

5.3.4 Die Instandhaltungsunterlagen müssen mindestens Angaben zu Folgendem enthalten:

- Einbau der Schleppkupplung in das Luftfahrzeug,
- Einstelldaten, welche für die einwandfreie Funktion der Schleppkupplung erforderlich sind,
- durchzuführende Kontrollen und Prüfungen nach dem Einbau
- Reinigung und Pflege der Schleppkupplung,
- Häufigkeit sowie Art und Umfang der Wartungsarbeiten (planmäßige Kontrollen)