

# Verschraubungen: Umsetzung der Qualitätsanforderungen der DIN EN 1090-2 im Anlagenbau

Hamburg, 8. März 2019

# Unternehmen der Doppelmayr Gruppe



Doppelmayr Seilbahnen GmbH  
Garaventa AG



Doppelmayr Cable Car GmbH & Co KG



Doppelmayr Transport Technology GmbH



Input Projektentwicklungs GmbH  
Skyglide Event GmbH



CWA Constructions SA/Corp. (Kabinen)  
Gassner Stahlbau GmbH (Sessel)



LTW Intralogistics GmbH

## Fakten zur Doppelmayr-Gruppe (2018)

14800

Seilbahnanlagen weltweit

Kunden in

91

Ländern der  
Welt

42

Länder mit  
Tochterunternehmen  
oder Vertretung

2933

Mitarbeiter weltweit

1462

davon in Österreich

103

Lehrlinge in Österreich

28

Auszubildende in der  
Schweiz

846

Millionen Euro  
Umsatz

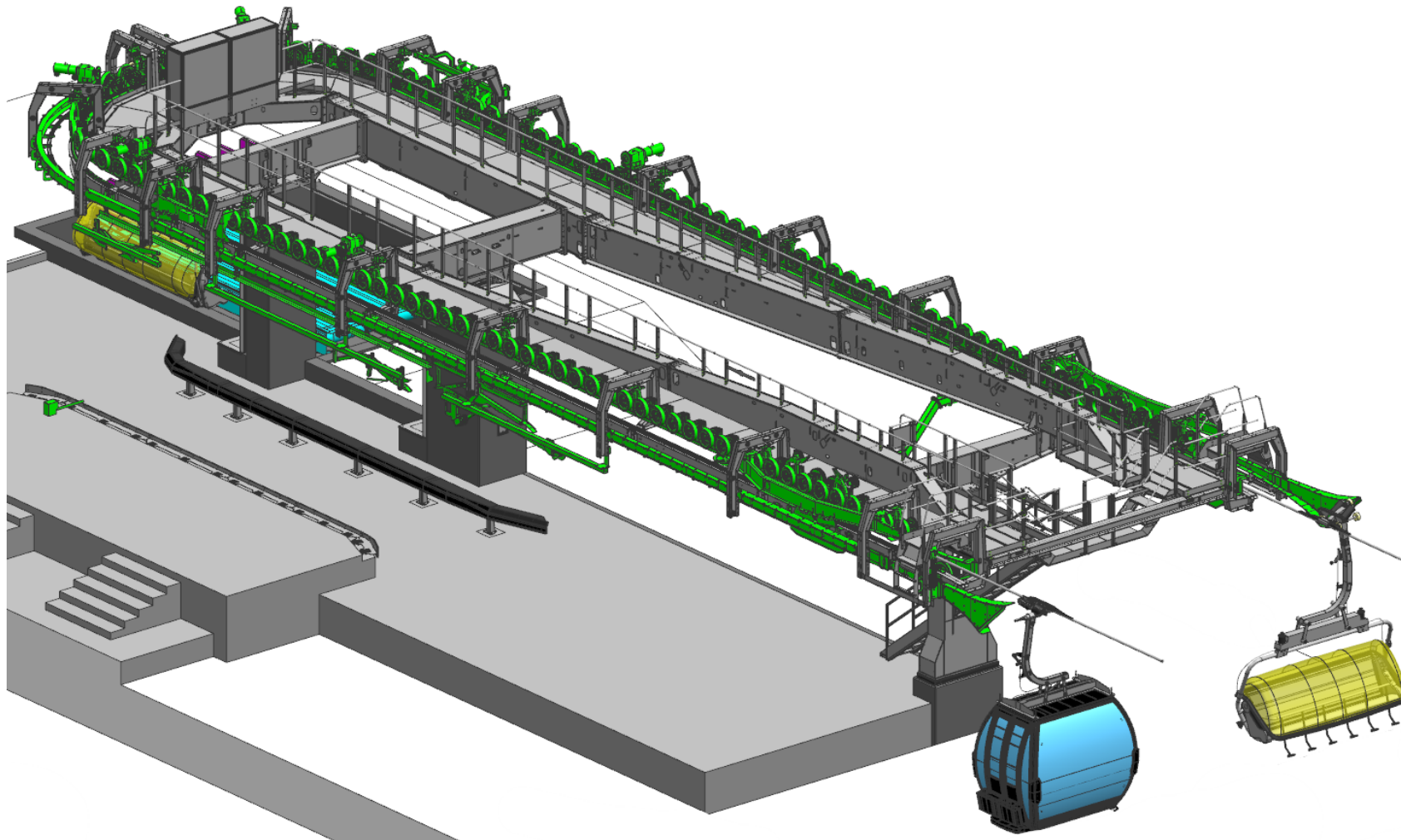
## Umsatz nach Regionen 2016/2017



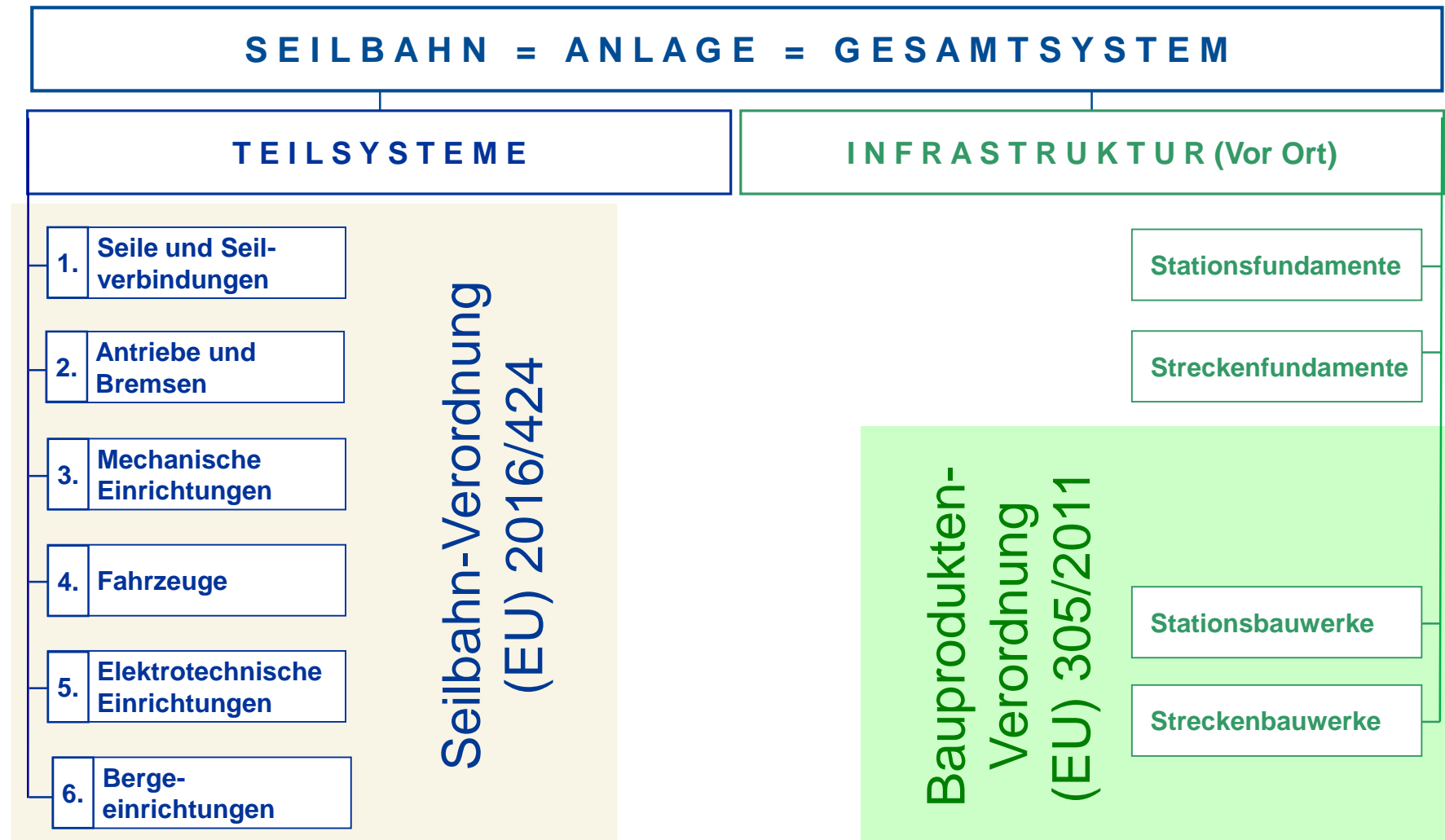
# Produktionsstandorte weltweit



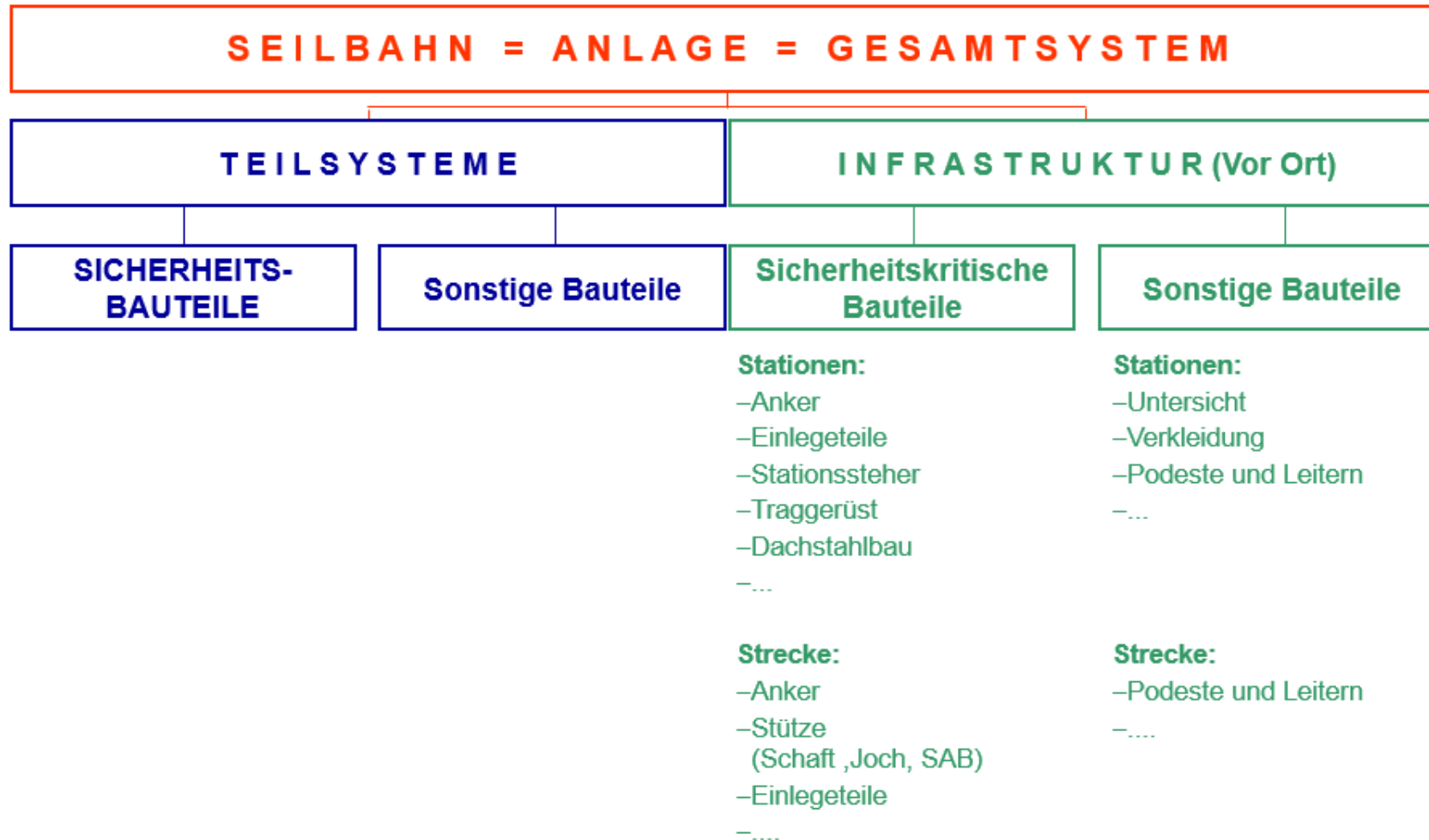
# Gesetzliche Vorgaben



# Gesetzliche Vorgaben



# Gesetzliche Vorgaben



# Problemstellungen

---

- Laut EN 1090-2 für vorgespannte Verbindungen nur Garnituren nach EN 14399-ff mit garantierter  $k$ -Klasse (K2 oder K1) zulässig
  
- Generelle Problematik / Besonderheiten im Seilbahnbau:
  - Sehr große Sortenvielfalt
  - Kleine Klemmlängenabstufungen bei HV-Garnituren
  - SB-Garnituren nur schwer erhältlich
  - Keine (?) SB-Garnituren mit  $k$ -Klassen erhältlich
  - Viele gleitfeste Verbindungen im Seilbahnbau
  - Wiederkehrende Überprüfungen der Schraubenverbindungen:
    - Stahlbau: „einmal montiert, nie wieder geprüft“
    - Seilbahnbau: gesetzlich vorgeschriebene regelmäßige Überprüfungen der Schraubenverbindungen



# ISO 4104 + ISO 4017

[illegible]

# HV-Garnituren

# Lösungsansatz

---

- Auszug EN 1090-2, Punkt 8.5 (Anziehen vorgespannter Schraubengarnituren):
  - Dieses Vorspannkraftniveau muss für alle gleitfest vorgespannten Verbindungen und für alle anderen vorgespannten Verbindungen angesetzt werden, **falls nicht ein geringeres Vorspannkraftniveau festgelegt** wird. Im letztgenannten Fall müssen die **Schraubengarnituren**, das **Anziehverfahren**, die **Anziehparameter** und die **Inspektionsanforderungen** ebenfalls **festgelegt werden**.
- Interne Versuche:
  - Ermittlung der Reibungskoeffizienten bei Einsatz von feuerverzinkten Schrauben und gezielter Schmierung der Muttern
- Festlegung von Annahmekriterien
  - Detaillierte Spezifikation der Verbindungselemente
  - Wareneingangsprüfungen bzw. Warenausgangsprüfungen bei Lieferanten

# Lösungsansatz

➤ Wareneingangs-Prüfstand:



# Lösungsansatz

## ➤ Anziehen mit Drehmoment-Vorspannverfahren:

- Normalgewinde, Festigkeitsklasse 8.8:
  - Vorspannkraft und Anziehmomente für Reibungszahl  $\mu = \text{ca. } 0,125$
  - Vorspannkraft = 75% der Streckgrenzen-Kraft (abweichend von DIN EN 1993-1-8/NA (=70% der Streckgrenzen-Kraft ))
- Normalgewinde, Festigkeitsklasse 10.9:
  - Vorspannkraft und Anziehmomente für Reibungszahl  $\mu = \text{ca. } 0,125$
  - Vorspannkraft = 70% der Streckgrenzen-Kraft (entspricht DIN EN 1993-1-8/NA und „alter“ DIN 18800-7)

## ➤ Anziehen mit kombinierten Drehmoment- / Drehwinkelverfahren:

- Normalgewinde, Festigkeitsklasse 10.9 (HV-Garnituren):
  - Voranziehmoment nach EN 1090-2
  - Weiterdrehwinkel nach EN 1090-2

# Bestellspezifikation. Feuerverzinkte Schraube

Pos	Artikel Nr. <i>Ihre Nr.</i>	Artikelbezeichnung <i>Ihre Artikelbezeichnung</i>	Menge	ME	Preis / PE	Grundbetrag	Nettobetrag
1/1	11136964	SHR ISO 4014- 8.8U M16X 60 FVZ 6KT-SHR, FEUERVERZINKT	5.000,00	pcs	/ 100,00		

**Lieferdatum**

**06.03.2019**

**TOLERANZKLASSE 6az NACH ISO 965-4**

MECH.EIGENSCHAFTEN NACH ISO 898-1

OBERFLAECHENAUSFUEHRUNG NACH ISO 10684

ZUGELASSEN SIND NUR HERSTELLER, DIE NACHWEISLICH IN DER LAGE SIND, SCHRAUBEN NACH OBEN ANGEFUEHRTEN NORMEN ZU FERTIGEN.

DER HAENDLER BZW. HERSTELLER BRINGT IN EINER JAHRESBESTAETIGUNG BEI, DASS SAEMTLICHE LIEFERUNGEN OBIGER SPEZIFIKATION ENTSPRECHEN.  
DIE ENTSPRECHENDEN 2.1 WERKS BESCHEINIGUNGEN NACH EN 10204 LIEGEN ABRUFBEREIT JE BESTELLUNG BEIM HAENDLER BZW. HERSTELLER AUF.

# Bestellspezifikation: feuerverzinkte Mutter

Pos	Artikel Nr. <i>Ihre Nr.</i>	Artikelbezeichnung <i>Ihre Artikelbezeichnung</i>	Menge	ME	Preis / PE	Grundbetrag	Nettobetrag
1/1	11136923	6KT-MUTTER ISO 4032- 8 M24 FVZ FEUERVERZINKT	25.000,00	pcs	/ 100,00		

**Lieferdatum**

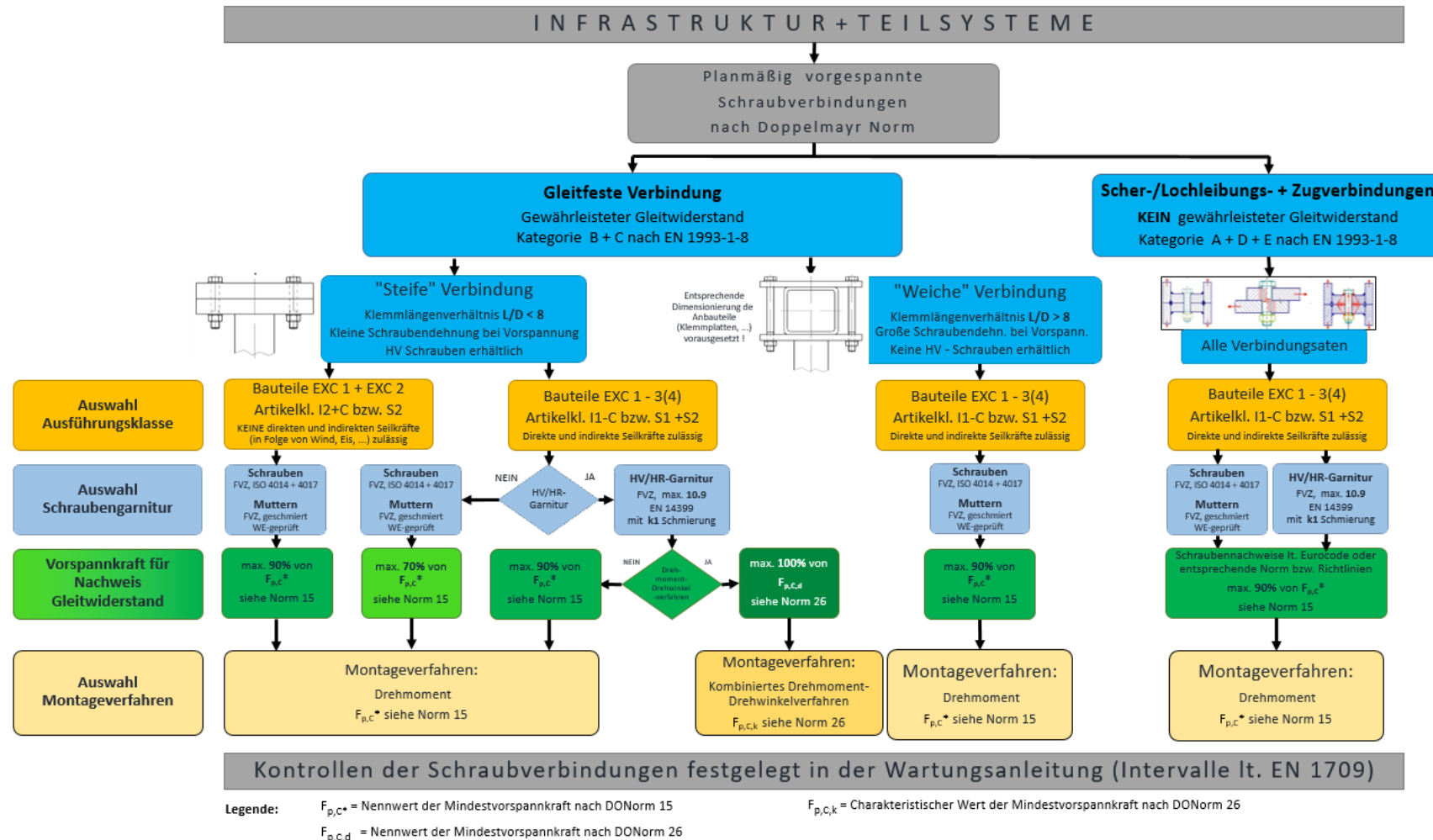
**07.01.2019**

**TOLERANZKLASSE 6H NACH ISO 965-2**  
 MECH.EIGENSCHAFTEN NACH ISO 898-2  
 OBERFLAECHENAUSFUEHRUNG NACH ISO 10684,  
**GEWINDE BESCHICHTET,**  
**GARANTIERTES REIBWERTFENSTER MY = 0,10 - 0,14**

ZUGELASSEN SIND NUR HERSTELLER, DIE NACHWEISLICH IN DER LAGE SIND, MUTTERN NACH OBEN ANGEFUEHRTEN NORMEN ZU FERTIGEN.

DER HAENDLER BZW. HERSTELLER BRINGT IN EINER  
 JAHRESBESTAETIGUNG BEI, DASS SAEMTLICHE LIEFERUNGEN  
 OBIGER SPEZIFIKATION ENTSPRECHEN.  
 DIE ENTSPRECHENDEN 2.1 WERKS BESCHEINIGUNGEN NACH  
 EN 10204 LIEGEN ABRUFBEREIT JE BESTELLUNG BEIM HAENDLER  
 BZW. HERSTELLER AUF.

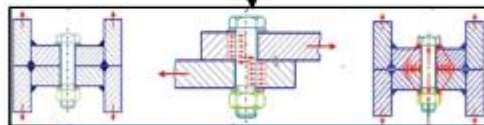
# Vorgespannte Schraubenverbindungen



# Scher-/Lochleibungsverbindungen und Zugverbindungen

## Scher-/Lochleibungs- + Zugverbindungen

**KEIN** gewährleisteter Gleitwiderstand  
Kategorie A + D + E nach EN 1993-1-8



Alle Verbindungsarten

**Auswahl  
Ausführungs-  
klasse**

**Auswahl  
Schraubengarnitur**

**Vorspannkraft für  
Nachweis  
Gleitwiderstand**

**Auswahl  
Montageverfahren**

**Bauteile EXC 1 - 3(4)**

Artikelkl. I1-C bzw. S1 +S2

Direkte und indirekte Seilkräfte zulässig

**Schrauben**

FVZ, ISO 4014 + 4017

**Muttern**

FVZ, geschmiert  
WE-geprüft

**HV/HR-Garnitur**

FVZ, max. 10.9  
EN 14399  
mit k1 Schmierung

Schraubennachweise lt. Eurocode oder  
entsprechende Norm bzw. Richtlinien

max. 90% von  $F_{p,C}^*$

siehe Norm 15

**Montageverfahren:**

Drehmoment

$F_{p,C}^*$  siehe Norm 15

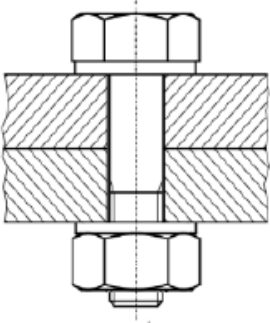
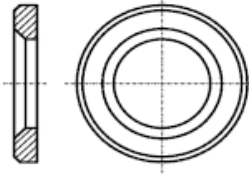
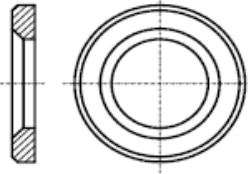
# Scher-/Lochleibungsverbindungen und Zugverbindungen

➤ Norm Nr. 15: Durchgangverschraubung: HV- Garnituren und Schrauben der Festigkeitskl. 8.8:

Gewinde	Schlüsselweite [mm]	Festigkeit	Vorspannkraft $F_{p,C^*}$			Anziehmoment $M_A$ [Nm]
			100%	90%	70%	
M8 x 1	13	8.8	17	15	12	22
M10 x 1,25	17	8.8	26	23	18	44
M12 x 1,25	19	8.8	40	36	28	79
M14 x 1,5	22	8.8	54	49	38	125
M16 x 1,5	24	8.8	73	66	51	190
M18 x 1,5	27	8.8	95	86	67	270
M20 x 1,5	30	8.8	120	108	84	380
M22 x 1,5	32	8.8	147	132	103	510
M24 x 2	36	8.8	168	151	118	640

# Scher-/Lochleibungsverbindungen und Zugverbindungen

## ➤ Norm Nr. 14: Durchgangsverschraubung: HV- Garnituren :

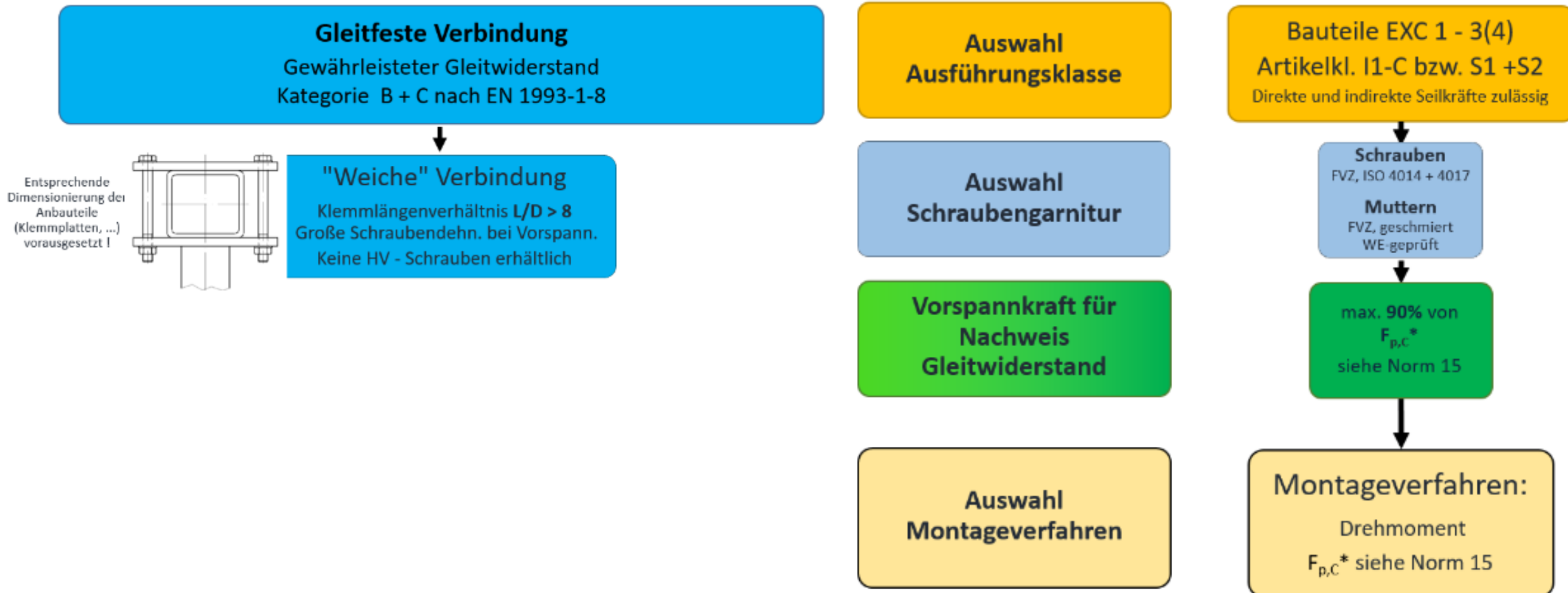
	HV-Schraube	HV-Mutter	Scheibe b. Schraube	Scheibe bei Mutter	Dim.
	ISO 14399-4  FK 10.9	ISO 14399-4  FK 10	ISO 14399-6 300- 370 HV 	ISO 14399-6 300- 370 HV 	ab M 12
<b>Anmerkungen:</b> HV-Verbindung (nur als Garnitur nach ISO 14399-4 von einem Hersteller) Mit Drehmoment anzuziehen Achtung: erhöhte Kosten - eventueller Einsatz von ISO 4014 bzw. ISO 4017 prüfen.					

# HV-Garnituren mit überlangem Gewinde

Sondergewindel.	
M 20 x 100	11507851
M 20 x 110	11509202
M 20 x 150	11507852
M 20 x 200	11507853
M 24 x 100	11507854
M 24 x 120	11507855
M 24 x 130	11507856
M 24 x 140	11507857
M 24 x 150	11507858
M 24 x 180	11507859
M 27 x 110	11507860
M 27 x 130	11507861
M 27 x 260	11507862

Pos	Artikel Nr. Ihre Nr.	Artikelbezeichnung Ihre Artikelbezeichnung	Menge	ME	Preis / PE	Grundbetrag	Nettobetrag
1/1	11507851	HV-G <b>EN14399-4(S)</b> 10.9 M20X100 FVZ (SHR+MU+2 SHB) <b>GEW.L= 46</b>	500,00	pcs	/ 100,00		
					<b>Lieferdatum</b>	<b>07.12.2018</b>	
		OBERFLAECHENAUSFUEHRUNG NACH ISO 10684					
		BESTEHEND AUS:					
		1x HV-SCHRAUBE AEHNLICH EN 14399-4 10.9 (K-KLASSE: K1), <b>GEW. SONDERLAENGE</b>					
		1x HV-MUTTER EN 14399-4 10 (MOLYKOTISIERT)					
		2x HV-SCHEIBE EN 14399-6 300 – 370 HV					
		AUFGEMUTTERT AUF 2-3 GEWINDEGAENGE UEBER DAS SCHRAUBENENDE (INKL. SCHEIBEN)					
		MIT CE-KENNZEICHNUNG NACH EN 14399-1					
		DER HAENDLER BZW. HERSTELLER BRINGT IN EINER JAHRESBESTAETIGUNG BEI, DASS SAEMTLICHE LIEFERUNGEN OBIGER SPEZIFIKATION ENTSPRECHEN. DIE ENTSPRECHENDEN 2.1 WERKS BESCHEINIGUNGEN NACH EN 10204 LIEGEN ABRUFBEREIT JE BESTELLUNG BEIM HAENDLER BZW. HERSTELLER AUF.					
		Werkstoff					

# Gleitfeste „weiche“ Verbindungen



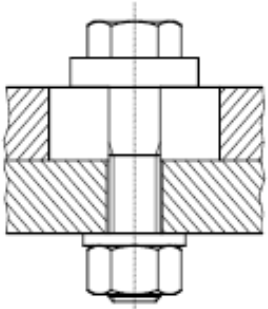
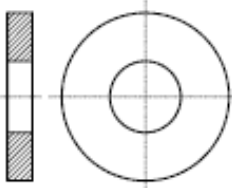
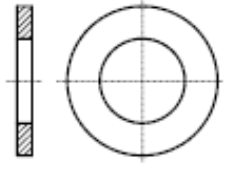
# Gleitfeste „weiche“ Verbindungen

➤ Norm Nr. 15: Durchgangverschraubung: Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8:

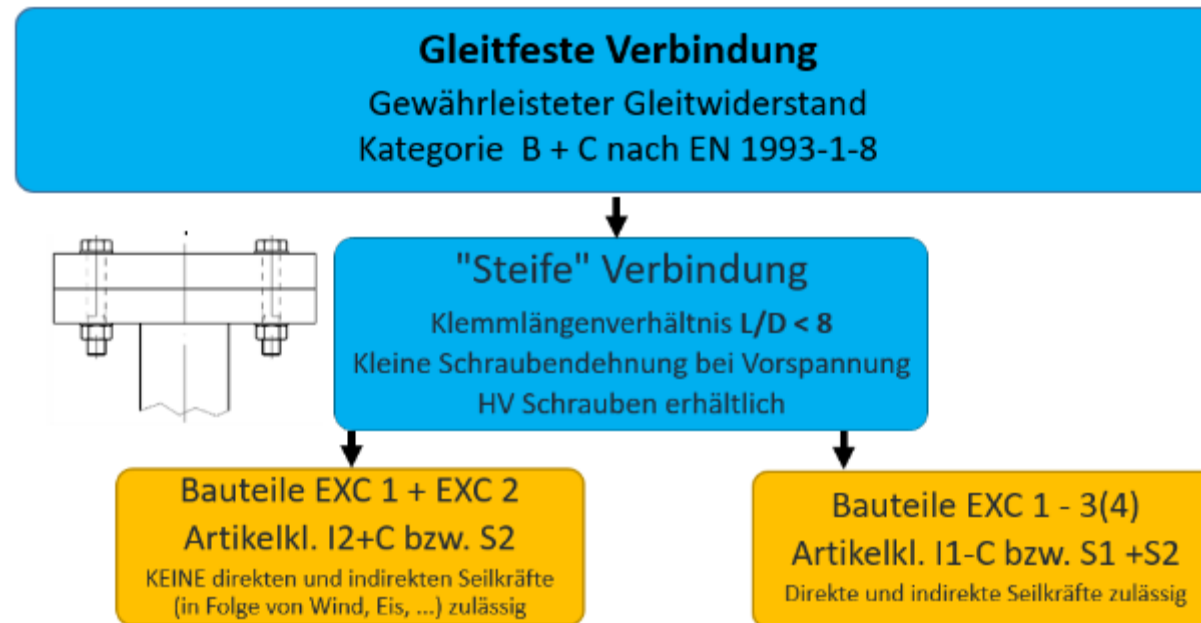
Gewinde	Schlüsselweite [mm]	Festigkeit	Vorspannkraft $F_{p,C^*}$			Anziehmoment $M_A$ [Nm]
			100%	90%	70%	
(M8)	(13)	8.8	(17)	(15)	(12)	(24)
(M10)	(17)	8.8	(27)	(24)	(19)	(48)
M12	19	8.8	40	36	28	83
M14	22	8.8	54	49	38	132
M16	24	8.8	75	68	53	200
M18	27	8.8	91	82	64	275
M20	30	8.8	117	105	82	390
M22	32	8.8	146	131	102	530
M24	36	8.8	168	151	118	675
M27	41	8.8	221	199	155	995
M30	46	8.8	269	242	188	1350
M36	55	8.8	394	355	276	2360

# Gleitfeste „weiche“ Verbindungen

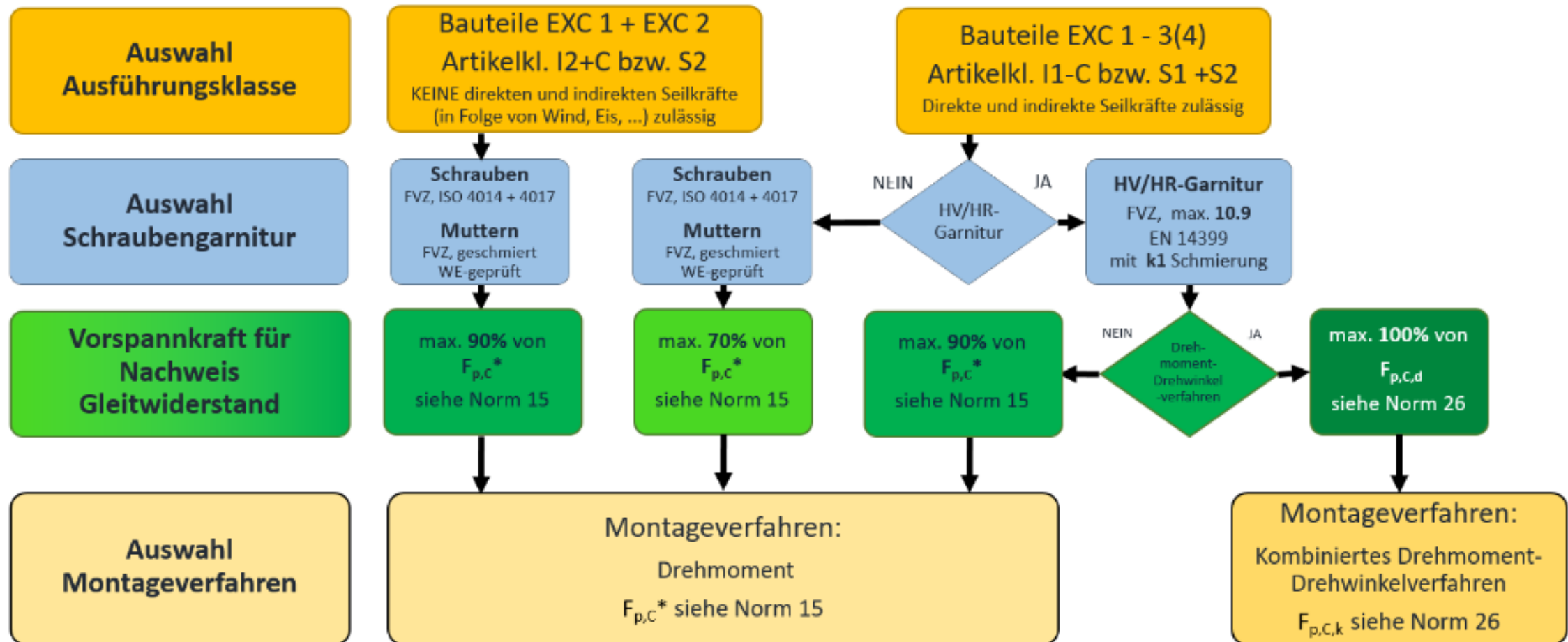
➤ Norm Nr. 15: Langloch / Durchgangsloch: Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8:

	Schraube	Mutter	Scheibe b. Schraube	Scheibe bei Mutter	Dim.
	ISO 4014 ISO 4017  FK 8.8	ISO 4032  FK 8	DIN 7349 300 HV 	ISO 7089 Form A / 300 HV 	ab M 12
<b>Anmerkungen:</b> Mit Drehmoment anzuziehen <b>Nicht</b> bei dynamischer Querbeanspruchung mit <b>kurzer Klemmlänge</b>					

# Gleitfeste „steife“ Verbindungen



# Gleitfeste „steife“ Verbindungen



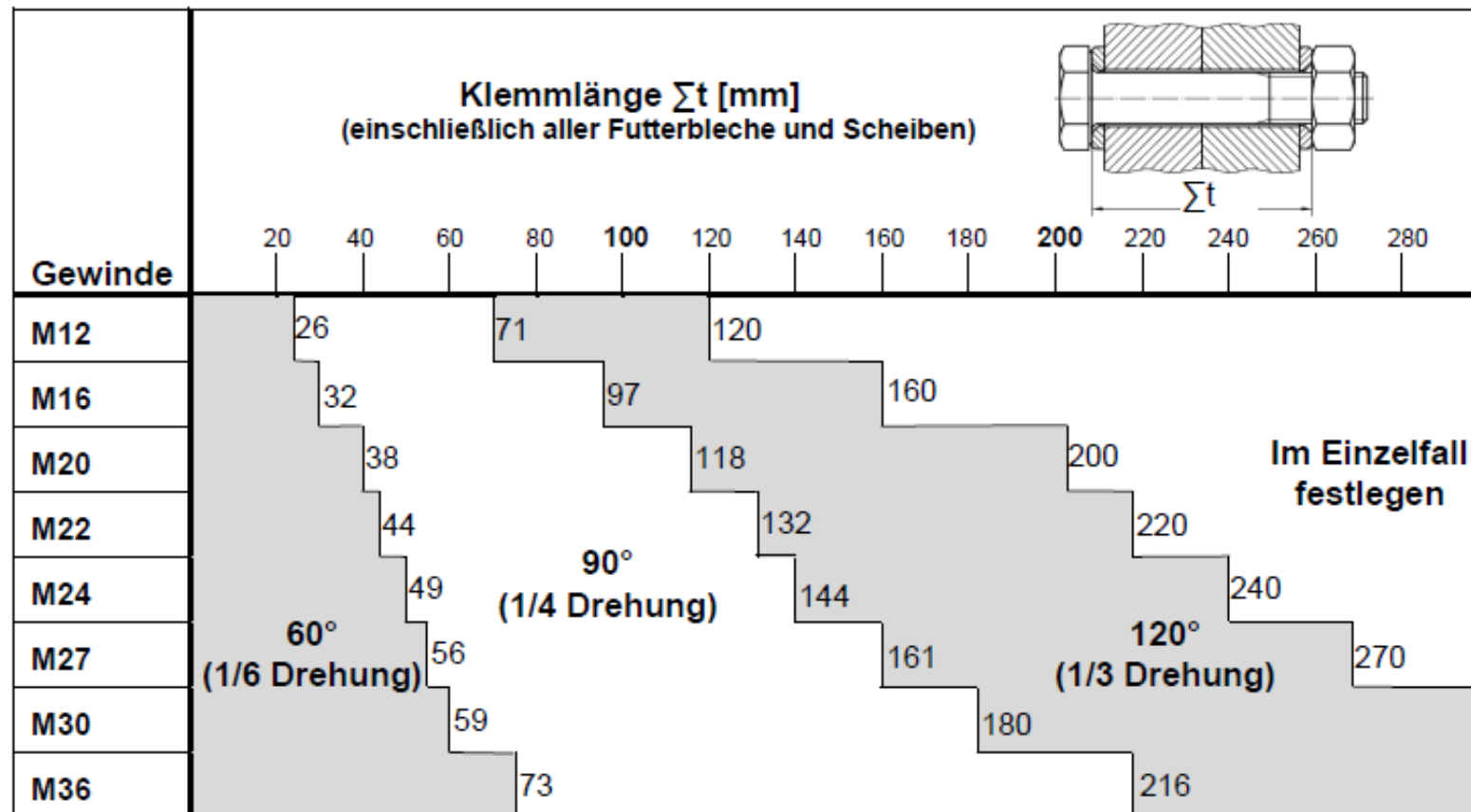
# Gleitfeste „steife“ Verbindungen, direkte Seilkräfte

➤ Norm Nr. 26: Kombiniertes Vorspann-Verfahren bei GV-Verbindungen (HV-Garnituren) :

Gewinde	Schlüsselweite [mm]	Festigkeit	Vorspannkraft [kN]		Vor-Anziehmoment [Nm]
			vorhanden $F_{p,C,K}$	rechnerisch $F_{p,C,d}$	
M12	22	10.9	(59)	50	69
M16	27	10.9	(110)	100	172
M20	32	10.9	(172)	160	335
M22	36	10.9	(212)	190	455
M24	41	10.9	(247)	220	578
M27	46	10.9	(321)	290	845
M30	50	10.9	(393)	350	1150
M36	60	10.9	(572)	510	2008

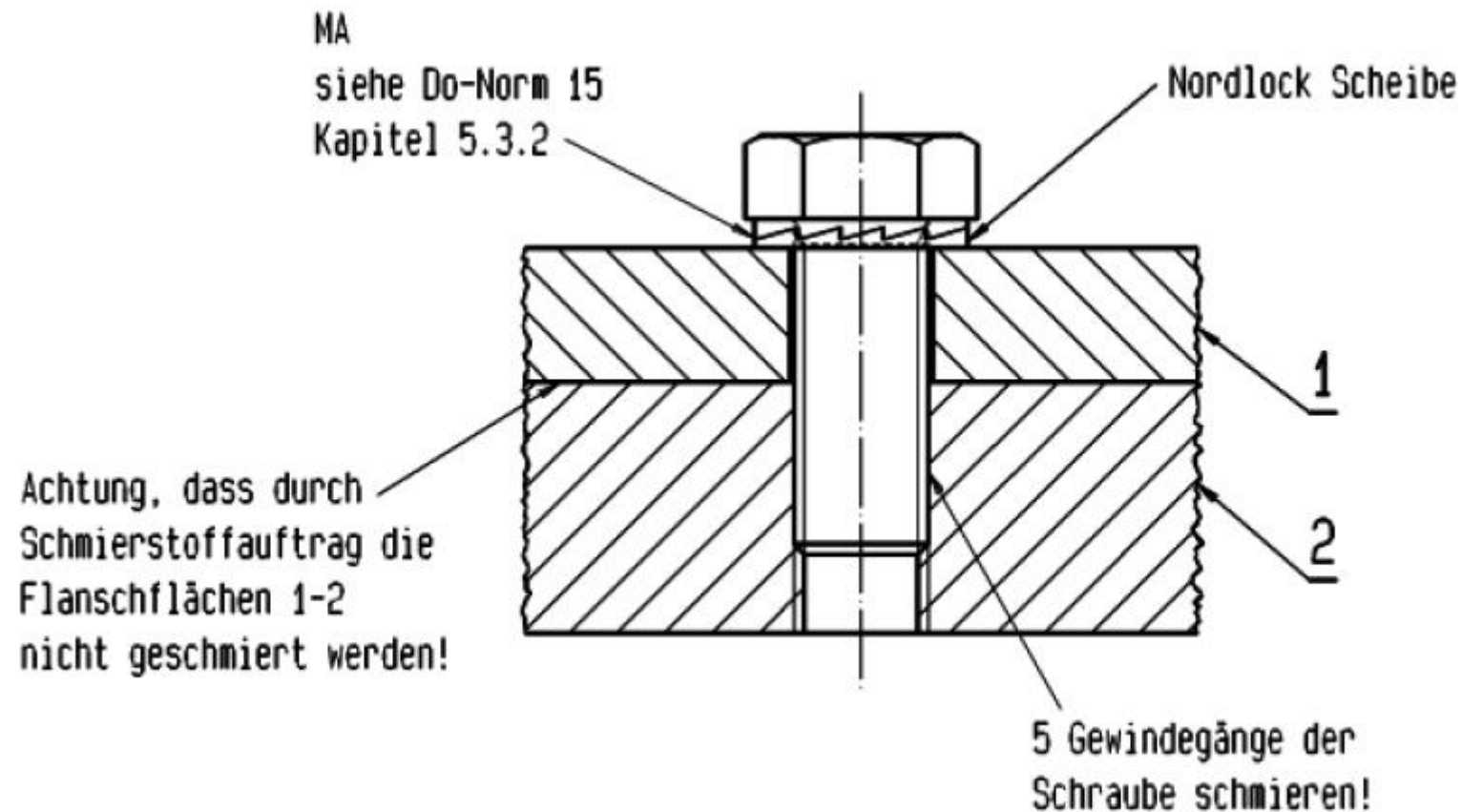
# Gleitfeste „steife“ Verbindungen, direkte Seilkräfte

➤ Norm Nr. 26: Kombiniertes Vorspann-Verfahren: Weiterdrehwinkel in Abhängigkeit von Klemmlänge:



# Gleitfeste „steife“ Verbindungen, direkte Seilkräfte

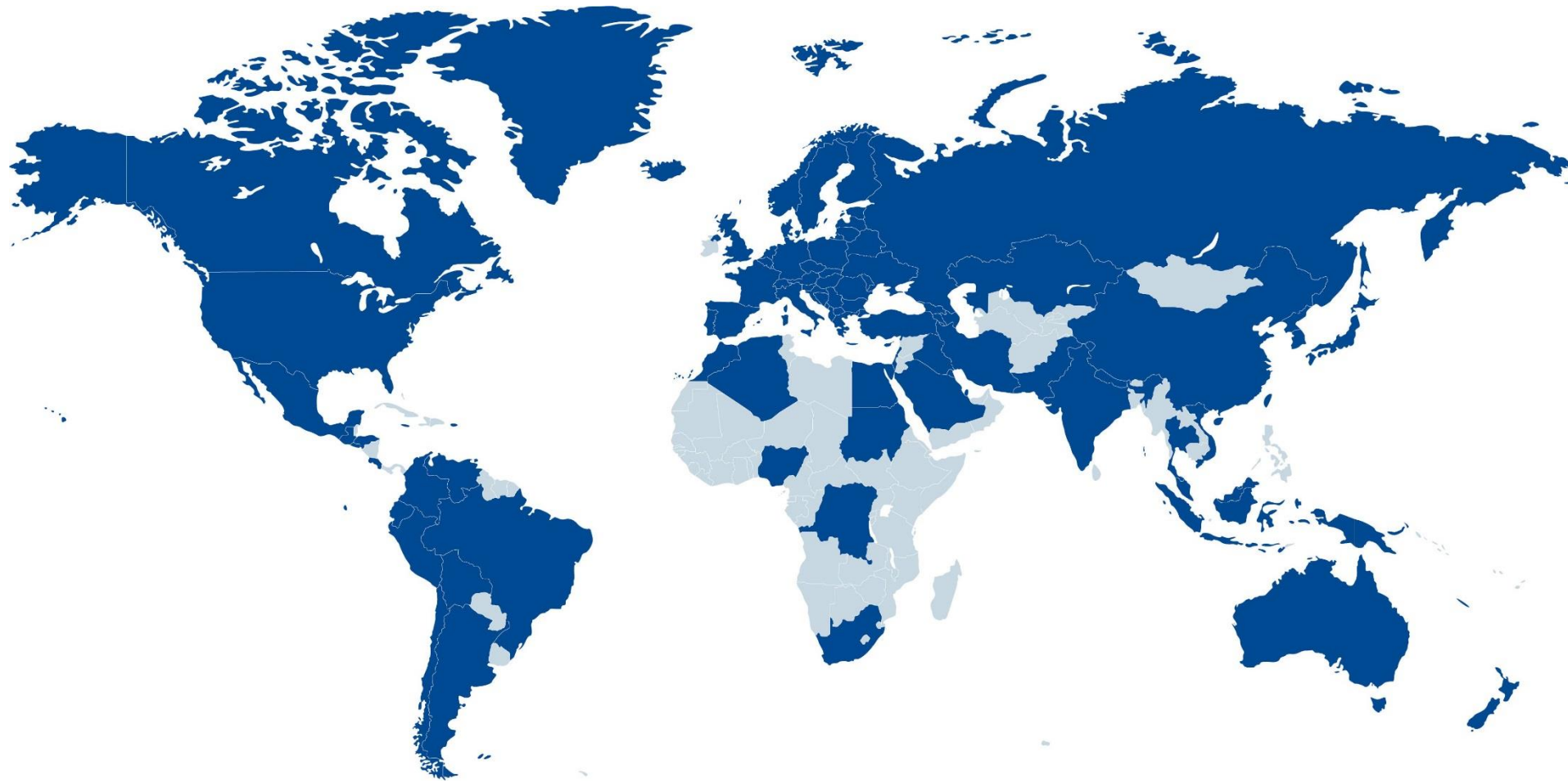
➤ Norm Nr. 15: Einschraubverschraubung: „Nord-Lock“:



# Gleitfeste „steife“ Verbindungen, direkte Seilkräfte

➤ Norm Nr. 15: Einschraubverschraubung: „Nord-Lock“:

Gewinde	Schlüsselweite [mm]	Festigkeit	Vorspannkraft $F_{p,C^*}$ [kN]			Anziehmoment $M_A$ [Nm]
			100%	90%	70%	
(M8)	(13)	8.8	(17)	(15)	(12)	(30)
(M10)	(17)	8.8	(27)	(24)	(19)	(60)
M12	19	8.8	40	36	28	100
M14	22	8.8	54	49	38	160
M16	24	8.8	75	68	53	240
M18	27	8.8	91	82	64	330
M20	30	8.8	117	105	82	470
M22	32	8.8	146	131	102	640
M24	36	8.8	168	151	118	810
M27	41	8.8	221	199	155	1200
M30	46	8.8	269	242	188	1650



 **Die Welt der Seilbahnen**  
Weitere Informationen unter: [doppelmayr.com](https://doppelmayr.com)