

FIS Spezifikation für Kippstangen (Mai 2008)

1 Anwendungsbereich und Grundsätzliches

Die vorliegende FIS Spezifikation für Kippstangen soll gewährleisten, dass weltweit bei Wettkämpfen das gleiche Verhalten von Kippstangen angetroffen wird. Die Spezifikation bezieht sich auf eine Stange, die aus einem Verankerungselement, einem Kippelement an der Schneeoberfläche und einem Standrohr besteht. In dieser Spezifikation werden die Anforderungen an den Stangenwerkstoff, das Kippelement und die Funktionsweise der Stange festgelegt. Die Bestimmungen der Internationalen Skiwettkampfordnung (IWO) bleiben durch diese Spezifikation unberührt.

Eine Kippstange, die alle im folgenden definierten Anforderungen erfüllt, muss die Funktionstüchtigkeit bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen (z.B. tiefe Temperaturen) über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren (ca. 8000 Vorbeifahrten) beibehalten. Andererseits sind die Anforderungen so festgelegt, dass gesundheitsschädigende Auswirkungen auf den Rennläufer weitgehend vermieden werden. Mit der Anwendung dieser Spezifikation bzw. der Erfüllung der Anforderungen ist jedoch keine wie immer geartete Gewährleistung gegen Bruch der Kippstange oder gegen Verletzungen beim Gebrauch der Kippstange durch die FIS verbunden.

Sofern für eine Kippstange der Nachweis der Erfüllung der Anforderungen mit den erforderlichen Prüfungen (Abschnitt 6) durchgeführt und mit einem Prüfzeugnis dokumentiert wird, gilt die Kippstange als für FIS-Rennen qualifiziert.

Die Spezifikation legt ausdrücklich nur zahlenmässige Anforderungen für Werkstoffe, Abmessungen und Funktionsweise der Kippstange fest, nicht jedoch Regeln für die konstruktive Ausführung. So können für das Standrohr und das Kippelement beliebige Werkstoffe verwendet werden. Die Beschränkung auf nur ein Kippelement in Höhe der Schneeoberfläche ist notwendig, da sich bei Anordnung mehrerer Gelenke das dynamische Verhalten der Kippstange wesentlich ändert. Grundsätzlich soll die Möglichkeit für Neuentwicklungen aber offen bleiben.

2 Begriffsbestimmungen

Eine Kippstange gemäss dieser Spezifikation besteht aus Bodenrohr, Kippelement und Standrohr (Bild 1).

2.1 Kippelement

Als Kippelement wird der Mechanismus in Höhe der Schneeoberfläche bezeichnet, der das Umkippen und Wiederaufrichten der Kippstange ermöglicht. Das Kippelement erlaubt entweder das Abknicken der Kippstange in einem Kippunkt oder im Verlauf einer Kippzone.

2.2 Kippunkt

Ist das Kippelement als Kippunkt ausgebildet, so kippt das Standrohr in einem Punkt auf der Oberkante der Schneeoberfläche ab (Bild 2).

2.3 Kippzone

Bei der Kippzone erfolgt das Abkippen der Stange in einem bestimmten Bereich, so dass sich die Unterkante des Standrohres in gekipptem Zustand über der Schneeoberfläche befindet (Bild 2).

2.4 Kippwiderstand

Der Kippwiderstand der Stange ist jene Kraft senkrecht zur Stangenlängsachse, die notwendig ist, um das Standrohr umzukippen (Bild 3). Er wird wesentlich durch die Biegesteifigkeit des Kippelements bestimmt und ist für die Funktionsweise der Kippstange von entscheidender Bedeutung.

2.5 Biegesteifigkeit

Unter der Biegesteifigkeit B versteht man jenen Widerstand, der bei rechtwinkliger Krafteinwirkung zur Achse des betrachteten Bauteiles (z.B. Standrohr) infolge Biegung entsteht. Die Biegesteifigkeit wird zur Festlegung des Verformungsverhaltens der Kippstange benötigt und errechnet sich als Produkt von Elastizitätsmodul und Biegeträgheitsmoment.

$$B = EI = E \frac{(d_a^4 - d_i^4)\pi}{64} [kNm^2] \quad (\text{Formel 1})$$

E Elastizitätsmodul [kN / m^2]

d_a Aussendurchmesser des Standrohres [m]

d_i Innendurchmesser des Standrohres [m]

2.6 Peitscheneffekt

Der Peitscheneffekt ist eine Folge der sehr grossen Beschleunigung des Standrohres beim Auftreffen des Rennläufers (Bild 4).

Infolge von Trägheitskräften, die im Wesentlichen durch die Masse des Standrohres verursacht werden, schlägt die Spitze des Standrohres kurz nach dem Auftreffen des Läufers zurück. Ein ausgeprägter Peitscheneffekt kann Verletzungen zur Folge haben. Je grösser die Biegesteifigkeit des Standrohres und je kleiner dessen Masse ist, um so geringer ist der Peitscheneffekt. Andererseits übt eine steifere Stange bei gleicher Masse eine grössere Schlagwirkung auf den Fahrer aus. Der Peitscheneffekt wird durch den Kippwiderstand praktisch nicht beeinflusst.

2.7 Schlagzähigkeit

Eine wichtige Eigenschaft des Standrohrwerkstoffes ist die Schlagzähigkeit. Sie ist jene Festigkeit des Werkstoffes, die bei sehr hohen Belastungsgeschwindigkeiten gemessen wird. Bei Polymerwerkstoffen ist sie temperaturabhängig und nimmt im Allgemeinen mit sinkender Temperatur ab. Durch Festlegung einer Mindestschlagzähigkeit wird sichergestellt, dass das Standrohr beim Aufprall des Läufers oder beim Aufschlagen auf den Boden nicht bricht oder splittert. Die Schlagzähigkeit wird durch die beim Abschlagen einer Probe mit dem Pendelschlagwerk verbrauchte Schlagarbeit definiert.

2.8 Kerbschlagzähigkeit

Die Kerbschlagzähigkeit ist die Schlagzähigkeit einer gekerbten Probe und gibt Aufschluss über die Kerbempfindlichkeit des Werkstoffes.

2.9 Proportionalitätsgrenze

Das Verformungsverhalten des Standrohres wird durch Festlegung der Proportionalitätsgrenze im Zug- und Biegeversuch bestimmt. Unter Proportionalitätsgrenze versteht man jene Spannung, bis zu der ein Werkstoff seine Elastizität oder sein linearelastisches Verhalten beibehält bzw. bis zu der die Spannung proportional zur Dehnung wächst.

3 Einheiten

Masse, Massen und mechanische Kennwerte werden in dieser Spezifikation in SI-Einheiten angegeben.

<i>Kenngrösse</i>	<i>Einheit</i>
Bruchspannung oder -festigkeit, Proportionalitätsgrenze	N/mm ²
Elastizitätsmodul	N/mm ²
Kerbschlagzähigkeit, Schlagzähigkeit	kJ/m ²
Biegesteifigkeit	kNm ²

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Die Anforderungen an die zu prüfenden Kennwerte müssen durch statistische Auswertungen abgesichert werden. Es sind jeweils 5 Proben zu prüfen. Daraus wird der Mittelwert \bar{x} und die Standardabweichung mit s (n-1) Wichtung (siehe DIN 53398, Teil 1) der jeweils geprüften Kenngrösse berechnet. Die in der Spezifikation festgelegte Anforderung gilt als erfüllt, wenn die nach Formel 2 berechnete 95%ige Vertrauensgrenze A des Mittelwertes grösser bzw. kleiner als der in der Anforderung festgelegte Wert ist. Die 95%ige Vertrauensgrenze A des Mittelwertes ergibt sich bei 5 Proben mit

$$A = \bar{x} \pm 1.24 \cdot s \quad (\text{Formel 2})$$

Sofern kein anders lautender Hinweis gegeben ist, müssen alle Anforderungen bezüglich mechanischer Kennwerte im Temperaturbereich von -20°C bis +20°C erfüllt sein. Ferner ist die Beständigkeit der verwendeten Werkstoffe bei UV-Strahlung zu garantieren.

4.2 Allgemeine Anforderungen

4.2.1 Form der Kippstange

Das Standrohr der Kippstange muss einen konstanten Durchmesser und eine konstante Wandstärke aufweisen. Die maximale Durchbiegung des Standrohres darf im senkrechten Zustand 1 cm nicht überschreiten. Ein Schutz des Kippgelenkes ist nicht zulässig. Falls das Kippelenment breiter als das Standrohr ausfällt, ist ein konisch verlaufender Übergang auf den Standrohrdurchmesser ohne Kanten auszubilden.

4.2.2 Oberfläche des Standrohres

Die Oberfläche des Standrohres muss gleichförmig glatt sein.

4.2.3 *Kippelement*

Das Abkippen des Standrohres kann entweder in einem Kippunkt oder in einer Kippzone erfolgen. Die maximale Länge des Kippelementes inklusive des Überganges auf den Durchmesser des Standrohres ist in Pkt. 4.3.5 festgelegt. Eine Kippstange mit Kippunkt oder Kippzone muss dieselben Anforderungen bezüglich Kippwiderstand erfüllen und nach Abkippen um 120 Grad sicher aufstehen (Pkt. 4.6.1).

Der Kippmechanismus ist so auszuführen, dass die Funktionstüchtigkeit des Kippelementes bei ungünstigen Witterungsbedingungen (Schneefall, Vereisung, tiefen Temperaturen) sichergestellt ist. Alle Metallteile im Kippelement sollten aus korrosionsbeständigem Material ausgeführt werden.

4.2.4 *Schutz des Standrohres*

Das Standrohr ist an seinem oberen Ende zu verschliessen, um das Eindringen von Schnee und Regen zu verhindern. Dieser Verschluss muss abgerundet werden und soll die Spitze des Standrohres beim Aufprall auf den Boden schützen. Er darf den Durchmesser des Standrohres nicht überragen. Der Schutz muss so leicht sein, dass er das dynamische Verhalten der Kippstange nicht beeinflusst.

Für den Fall, dass die Länge des Kippgelenkes geringer ist als nach Pkt. 4.3.5, ist ein Schutz des Standrohres oberhalb des Kippgelenkes bis zu einer Höhe von 30 cm über der Schneeoberfläche zulässig. Die Oberfläche des Schutzes muss dieselben Anforderungen wie das Standrohr erfüllen. Der Schutz ist gegen Verschieben auf dem Standrohr zu sichern. Der Durchmesser des Schutzes darf 35 mm nicht überschreiten und muss ohne scharfe Kanten auf das Standrohr übergehen.

4.2.5 *Austauschbarkeit aller Teile*

Die Verbindung vom Bodenrohr mit dem Kippelement und vom Standrohr mit dem Kippelement soll lösbar sein, so dass die Austauschbarkeit dieser Teile für ein Fabrikat gewährleistet ist.

4.2.6 *Ausführung der Verankerung im Boden*

Die sichere und dauerhafte Verankerung der Kippstange in der Piste stellt eine wichtige Voraussetzung für die Funktionstüchtigkeit der Kippstange während des Rennens dar.

4.3 Anforderungen an Abmessung und Masse der Kippstange

4.3.1	<i>Länge des Standrohres ab Oberkante Schnee</i>	<i>mind. 1800 mm</i>
4.3.2	<i>Durchmesser Standrohr</i>	
	<i>Typ A (zugelassen für alle FIS-Rennen)</i>	<i>29-32 mm</i>
	<i>Typ B (zugelassen für FIS-Rennen mit Ausnahme von Weltcup-Rennen)</i>	<i>25-28,9 mm</i>
4.3.3	<i>Wandstärke Standrohr</i>	<i>mind. 2 mm</i>
4.3.4	<i>Durchmesser im Bereich des Kippelementes</i>	<i>max. 35 mm</i>
4.3.5	<i>Länge Kippzone inklusive Übergang</i>	<i>max. 300 mm</i>
4.3.6	<i>Masse des Standrohres</i>	
	<i>Typ A (zugelassen für alle FIS-Rennen)</i>	<i>max. 300 g/lfm</i>
	<i>Typ B (zugelassen für FIS-Rennen mit Ausnahme von Weltcup-Rennen)</i>	

4.4 Anforderungen an den Grundwerkstoff des Standrohres

Die Anforderungen für den Grundwerkstoff, der für Stand- und Bodenrohr verwendet wird, werden im Hinblick auf grundsätzliche Auswahl eines geeigneten Werkstoffes festgelegt. Eine Prüfung dieser Anforderungen von seiten des Kippstangenherstellers ist nicht vorgesehen. Der Nachweis der Erfüllung dieser Anforderungen kann durch den Rohstofflieferanten des Standrohrwerkstoffes erfolgen. Wenn Werkstoffe mit richtungsabhängigen Eigenschaften verwendet werden (z.B. Faserkunststoffverbunde), so sind die geforderten Eigenschaften für die vorgesehene Orientierung des Werkstoffes in Axial- und Umfangrichtung des Standrohres einzuhalten.

Die im Folgenden genannten Anforderungen müssen bei thermoplastischen Kunststoffen an Proben geprüft worden sein, die aus der Formmasse beim Herstellvorgang entnommen wurden. Bei Faserkunststoffverbunden können die Eigenschaften an Probeplatten, die im jeweiligen Herstellverfahren gefertigt wurden, nachgewiesen werden. Folgende Anforderungen müssen mindestens eingehalten werden:

4.4.1	<i>Kurzzeitzugfestigkeit</i>	<i>mind. 55 N/mm²</i>
4.4.2	<i>Elastizitätsmodul, Zug</i>	<i>mind. 1900 N/mm²</i>
4.4.3	<i>Proportionalitätsgrenze, Zug</i>	<i>mind. 45 N/mm²</i>
4.4.4	<i>Kerbschlagbiege Zähigkeit</i>	
	- bei Raumtemperatur	<i>mind. 30 kJ/m²</i>
	- bei -20° C	<i>mind. 12 kJ/m²</i>

4.5 Anforderungen an das Standrohr (Halbzeug)

Die im Folgenden definierten Anforderungen gelten für das fertig hergestellte Standrohr und werden an diesem bzw. an Abschnitten daraus geprüft.

4.5.1 *Proportionalitätsgrenze im Kurzzeitbiegeversuch*

Die Proportionalitätsgrenze wird im Kurzzeitbiegeversuch geprüft und muss mindestens 40 N/mm² betragen. Geringe Abweichungen im linearen Anstieg des Kraftverformungsdiagramms sind zulässig, wenn bei der Entlastung des Standrohrabschnittes rein elastisches Verhalten festgestellt wird, d.h. die Entlastungskurve durch den Ursprung geht. Die Einhaltung der Proportionalitätsgrenze gewährleistet eine einwandfreie Rückbiegung des Standrohres beim Auftreten von grossen Biegeverformungen, wie sie z.B. beim Anprall des Rennläufers vorkommen. Damit wird verhindert, dass am Standrohr eine bleibende Formänderung (Krümmung) auftritt.

4.5.2 *Bruchverhalten des Standrohres bei Schlageinwirkung*

Die Wahl der Wandstärke des Rohres hat so zu erfolgen, dass unter normaler Betriebsbelastung des Standrohres infolge von Stosseinwirkung durch den Rennläufer kein Bruch im Verlauf des Standrohres auftritt. Diese Forderung gilt auch besonders für den Bereich der Standrohrspitze. Beim Bruch des Standrohres infolge von Schlageinwirkung darf im geforderten Temperaturbereich keine Splitterung bzw. kein Sprödbruch des Stangenwerkstoffes auftreten (duktils Bruchverhalten). Dies stellt ein

qualitativer Test für die Schlagzähigkeit des Standrohres dar. Um eine Verletzungsgefahr zu vermeiden, muss überdies gewährleistet sein, dass das Standrohr beim Bruch nur abknickt und nicht vollkommen abbricht.

4.5.3 Biegesteifigkeit des Standrohres

Die Biegesteifigkeit des Standrohres errechnet sich nach Formel 1 (Pkt. 2.5) als Produkt von Elastizitätsmodul und Biegeträgheitsmoment. Der Elastizitätsmodul des Standrohres muss nach Pkt. 5.2 bestimmt werden. Die *Biegesteifigkeit des Standrohres muss zwischen*

$0,022 \text{ kNm}^2$ und
 $0,055 \text{ kNm}^2$

liegen.

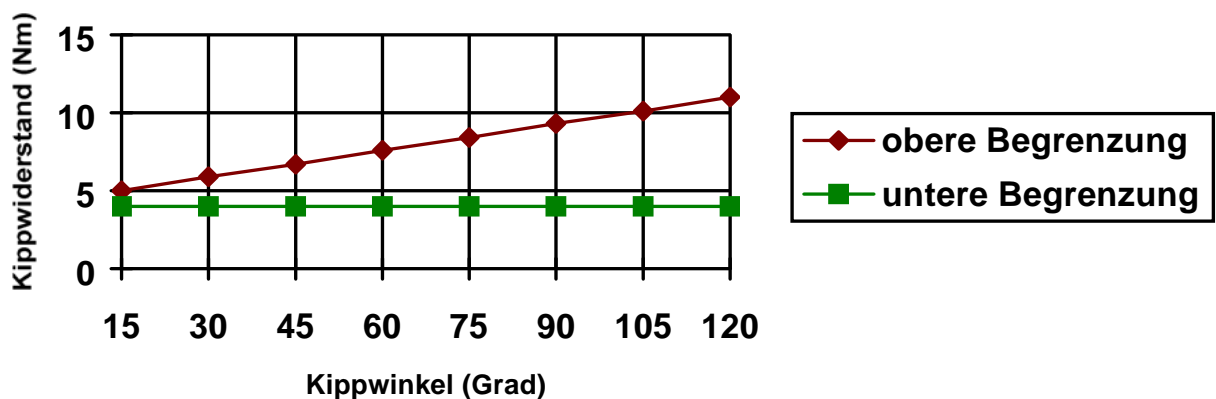
4.6 Anforderungen an das Kippverhalten

Die im Folgenden definierten Anforderungen sollen insbesondere die Funktionstüchtigkeit der gesamten Kippstange sicherstellen.

4.6.1 Kippwiderstand

Der Kippwiderstand wird als Kraft in 1 m Höhe über dem Mittelpunkt des Kippeslementes mit einer Federwaage senkrecht zur Stangenachse angegeben. Das Aufstehen der Kippstange nach einer Auslenkung des Standrohres um 120 Grad muss in allen Richtungen gewährleistet sein.

Der Kippwiderstand muss im Kippwinkelbereich von 15 bis 120 Grad mindestens 4 Nm erreichen. Die obere Begrenzung des Kippwiderstandes ist nachfolgend angeführt.



Kippwinkel (Grad)	obere Begrenzung des Kippwiderstandes (Nm)
15	5,0
30	5,9
45	6,7
60	7,6
75	8,4
90	9,3
105	10,1
120	11,0

4.6.2 *Wechselbiegefestigkeit des Kippelementes*

Das Kippelement und der anschliessende Bereich des Standrohres muss 10 000 Auslenkungen nach der Prüfung unter Pkt. 5.3 ohne sichtbare Schädigungen ertragen. Diese Anforderung kann bei Raumtemperatur geprüft werden, sofern im Kippelement nur metallische Werkstoffe verwendet werden. Bei Verwendung von Polymerwerkstoffen im Kippelement muss die Wechselbiegefestigkeit im Temperaturbereich bis -20° C nachgewiesen werden. Nach Abschluss dieser Prüfung muss die Erfüllung der Anforderungen bezüglich des Kippwiderstandes (Pkt. 4.6.1) voll gewährleistet sein.

4.6.3 *Stillstand der Standrohrspitze nach Auslenkung*

Die Standrohrspitze darf 15 s nach der Auslenkung um 90 Grad keine grössere Schrägstellung als 2,5 Grad aufweisen. Ist die Einhaltung dieses Zeitraumes nicht möglich, so muss im Kippmechanismus eine entsprechende Dämpfungseinrichtung vorgesehen werden. Nach dem vollständigen Stillstand des Standrohres ist eine verbleibende Schrägstellung von max. 2,5 Grad zulässig.

5. **Prüfungen**

In diesem Abschnitt werden die Prüfmethoden für den Nachweis der Erfüllung der in den Abschnitten 4.4, 4.5 und 4.6 definierten Anforderungen beschrieben. Sie stützen sich soweit als möglich auf genormte Prüfverfahren. Als Prüfnormen werden ISO-Normen (der International Organisation for Standardisation), DIN-Normen (des Deutschen Normenausschusses) bzw. ASTM-Standards (der American Society for Testing and Materials) vorgeschlagen.

5.1 **Prüfungen der Anforderungen von 4.4**

Die Prüfung dieser Anforderungen durch den Kippstangenhersteller ist nicht vorgesehen. Wird auf die Angabe von Werkstoffkennwerten durch Dritte zurückgegriffen, so muss die Prüfung dieser Anforderungen nach folgenden Prüfverfahren durchgeführt worden sein:

Kurzzeitzugfestigkeit (4.4.1), Elastizitätsmodul (4.4.2) und Proportionalitätsgrenze (4.4.3)

Die Prüfung erfolgt nach ISO 527 (DIN 53455, ASTM D 638) an mindestens 5 Proben.

Kerbschlagbiege Zähigkeit (4.4.4)

Die Prüfung erfolgt nach ISO 179 (DIN 53453, ASTM D 256, Charpy-Prüfanordnung) an mindestens 5 Proben.

5.2 **Prüfungen der Anforderungen von 4.5**

Proportionalitätsgrenze im Kurzzeitbiegeversuch (4.5.1)

Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an ISO 178 (DIN 53452, ASTM D 790) im Biegeversuch an mindestens 5 Proben. Der für die Prüfung zu verwenden-

dende Prüfkörper wird aus dem Standrohr herausgeschnitten und bei einer Einspannlänge von 800 mm (Bild 5) belastet.

Biegesteifigkeit des Standrohres (4.5.3)

Für die Bestimmung des Elastizitätsmoduls wird ein 300 mm langer Probekörper aus dem Standrohr herausgeschnitten. Die so erhaltene röhrenförmige Probe wird nach ISO 527 (DIN 53455, ASTM D 638) (Zugversuch) geprüft. An Stelle der röhrenförmigen Probe können auch aus dem Standrohr durch spanende Bearbeitung hergestellte Probekörper verwendet werden. Die Prüfung erfolgt an mindestens 5 Proben bei Temperaturen von -20°, 0° und 20°C und einer Prüfgeschwindigkeit von mindestens 1 mm/s, um der Kurzzeitbeanspruchung des Rohres Rechnung zu tragen. Bei Standrohren mit abschnittsweise unterschiedlicher Biegesteifigkeit ist jeder Abschnitt eigens zu prüfen.

5.3 Prüfungen der Anforderungen von 4.6

Kippwiderstand (4.6.1)

Der Kippwiderstand wird mit einer Federwaage in 1 m Höhe über Mitte des Kippelements an mindestens 5 Kippstangen für drei im Grundriss unter 120 Grad zueinander versetzte Richtungen gemessen. Für die Auswertung wird der Mittelwert aus diesen 15 Messwerten gebildet. Die Federwaage steht während des gesamten Kippvorganges senkrecht zur Standrohrachse. Die Prüfanordnung ist in Bild 3 dargestellt.

Wechselbiegefestigkeit des Kippelements (4.6.2)

Die Wechselbiegefestigkeit des Kippelementes kann mit einer beliebigen Prüfanordnung geprüft werden. Dabei ist die maximale Auslenkung des Standrohrabschnittes, mit dem das Kippelement geprüft wird: + und - 60 Grad aus der Vertikalen, wobei abwechselnd eine positive Auslenkung einer negativen Auslenkung folgt. Es müssen also jeweils 5000 Auslenkungen in beiden Richtungen vorgenommen werden. Dabei ist es zulässig, jeweils ein Drittel dieser Lastwechsel in drei im Grundriss um 120 Grad zueinander versetzten Richtungen aufzubringen.

Stillstand der Standrohrspitze nach Auslenkung (4.6.3)

Die Standrohrspitze wird um 90 Grad gegenüber der Vertikalen abgekippt. Die Prüfung des Stillstandes erfolgt visuell und mit einer Stoppuhr.

6. Qualitätssicherung und Prüfumfang

6.1 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung ist bei Neuentwicklung einer Kippstange bzw. bei Fehlen eines Prüfzeugnisses für das Stangenfabrikat bei einer autorisierten Prüfanstalt durchzuführen. Die Prüfergebnisse sind in einem Prüfzeugnis festzuhalten, wobei die Erfüllung der für die Eignungsprüfung vorgeschriebenen Anforderungen zu bestätigen ist. Das Prüfzeugnis hat weiters eine Konstruktionszeichnung, aus der eindeutig die Zuordnung zum geprüften Kippstangenmuster hervorgeht, und eine Materialdeklaration für das Standrohr zu enthalten. Es ist die Erfüllung aller Anforderungen ge-

mäss Abschnitt 4 zu dokumentieren. Eine Abschrift des Prüfzeugnisses ist der FIS vorzulegen.

6.2 Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung müssen die Prüfungen nach Pkt. 6.1 im Abstand von drei Jahren wiederholt werden, ansonsten erlischt die Zulassung der Kippstange durch die FIS.

6.3 Prüfungen bei Rennanlässen

Bei Rennen kann die Einhaltung der Anforderungen gemäss Pkt. 4.2, 4.3 und 4.6.1 durch die FIS jederzeit stichprobenartig überprüft werden.

14.04.08/KIP98d.DOC