



Rat der
Europäischen Union

**Brüssel, den 23. September 2014
(OR. en)**

**13533/14
ADD 3**

**AGRI 593
ENT 204
MI 698
DELECT 177**

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender:	Herr Jordi AYET PUIGARNAU, Direktor, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission
Eingangsdatum:	19. September 2014
Empfänger:	Herr Uwe CORSEPIUS, Generalsekretär des Rates der Europäischen Union

Nr. Komm.dok.:	C(2014) 6494 final ANNEXES 9 to 13
Betr.:	ANHÄNGE der Delegierten Verordnung der Kommission vom XXX zur Ergänzung und Änderung der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die Bauweise von Fahrzeugen und der allgemeinen Anforderungen im Zusammenhang mit der Typgenehmigung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument C(2014) 6494 final ANNEXES 9 to 13.

Anl.: C(2014) 6494 final ANNEXES 9 to 13



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 19.9.2014
C(2014) 6494 final

ANNEXES 9 to 13

ANHÄNGE

der

Delegierten Verordnung der Kommission

vom XXX

zur Ergänzung und Änderung der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die Bauweise von Fahrzeugen und der allgemeinen Anforderungen im Zusammenhang mit der Typgenehmigung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen

ANHANG IX

Anforderungen für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen vorn angebrachte Überrollschutzstrukturen)

A. **Allgemeine Bestimmungen**

1. Die Unionsvorschriften für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen vorn angebrachte Überrollschutzstrukturen) sind unter Buchstabe B aufgeführt.
2. Die Prüfungen können nach dem statischen oder, alternativ, nach dem dynamischen Prüfverfahren gemäß den Abschnitten B1 und B2 durchgeführt werden. Beide Verfahren sind gleichwertig.
3. Zusätzlich zu den Anforderungen gemäß Nummer 2 sind die Leistungsanforderungen für einklappbare ROPS gemäß Abschnitt B 3 zu erfüllen.
4. In Abschnitt B4 ist das bei der virtuellen Prüfung einzusetzende Computerprogramm zur Bestimmung des Kipp- und Rollverhaltens dargestellt.

B. **Anforderungen für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen vorn angebrachte Überrollschutzstrukturen)⁽¹⁾**

1. **BEGRIFFSBESTIMMUNGEN**

1.1. [Entfällt]

1.2. ***Überrollschutzstruktur (ROPS)***

Eine Überrollschutzstruktur (Schutzkabine/Schutzrahmen), nachstehend „Schutzstruktur“ genannt, ist eine Struktur an einer Zugmaschine, die im Wesentlichen dazu dient, den Fahrer vor den Gefahren zu schützen, die durch Umstürzen der Zugmaschine bei normaler Verwendung auftreten können, oder diese Gefahren zu begrenzen.

Überrollschutzstrukturen verfügen über eine Freiraumzone, deren Größe den Fahrer schützt, wenn dieser sich in der Sitzposition entweder innerhalb der Struktur oder innerhalb eines Raumes befindet, der begrenzt ist durch eine Reihe gerader Linien, die von den Außenkanten der Schutzstruktur zu jedem möglicherweise mit dem Boden in Berührung kommenden Teil der Zugmaschine verlaufen, das im Falle eines Umstürzens die Zugmaschine abstützen kann.

1.3. ***Spurweite***

1.3.1. Vorläufige Begriffsbestimmungen: Radmittelebene

Die Radmittelebene liegt in der Mitte zwischen den beiden Ebenen, die an den Außenkanten der Felgen anliegen.

1.3.2. Begriffsbestimmung „Spurweite“

Die durch die Radachse verlaufende Ebene schneidet die Radmittelebene in einer Linie, die an einem bestimmten Punkt auf die Aufstandsfläche trifft. Werden die so definierten Punkte der Räder einer Achse der Zugmaschine mit **A** und **B** bezeichnet, ist die Spurweite der Abstand zwischen den Punkten **A** und **B**. Diese Definition der Spurweite gilt für Vorder- und Hinterachse gleichermaßen. Bei Zwillingbereifung ist die Spurweite der Abstand zwischen den Mittelebenen der Reifenpaare.

1.3.3. Zusätzliche Begriffsbestimmung: Mittelebene der Zugmaschine

Die äußerste Lage der Punkte **A** und **B** der Hinterachse der Zugmaschine stellt den größtmöglichen Wert für die Spurweite dar. Die senkrechte Ebene, die rechtwinklig zu der durch die Punkte **A** und **B** beschriebenen Linie durch deren Mittelpunkt verläuft, ist die Mittelebene der Zugmaschine.

1.4. *Radstand*

Der Abstand der zwei senkrechten Ebenen, die die beiden durch die Punkte **A** und **B** beschriebenen Linien, jeweils für die Vorder- und die Hinterräder, wie oben definiert, durchlaufen.

1.5. *Bestimmung des Sitz-Index-Punktes; Anbringungsstelle des Sitzes und Sitzeinstellung für Prüfzwecke*

1.5.1. Sitz-Index-Punkt (SIP)⁽²⁾

Der Sitz-Index-Punkt ist gemäß ISO 5353:1995 zu bestimmen.

1.5.2. Anbringungsstelle des Sitzes und Sitzeinstellung für Prüfzwecke

1.5.2.1. Ist die Sitzposition einstellbar, ist der Sitz in die hinterste oberste Stellung zu bringen:

1.5.2.2. ist die Neigung der Sitzlehne verstellbar, ist sie in Mittelstellung zu bringen;

1.5.2.3. ist der Sitz mit einer Federung ausgestattet, ist er in der Mitte des Schwingungsbereiches festzustellen, sofern der Sitzhersteller nicht eindeutig etwas anderes angibt;

1.5.2.4. ist der Sitz nur in der Längsrichtung und in der Höhe verstellbar, so muss die durch den Sitz-Index-Punkt verlaufende Längsachse parallel zu der durch den Mittelpunkt des

Lenkrads verlaufenden senkrechten Längsebene der Zugmaschine sein und darf nicht mehr als 100 mm von dieser Längsebene entfernt verlaufen.

1.6. *Freiraumzone*

1.6.1. Vertikale Bezugsebene und -linie

Die Freiraumzone (Abbildung 6.1) ist durch eine vertikale Bezugsebene und eine Bezugslinie definiert:

1.6.1.1. Die Bezugsebene ist eine vertikale Ebene, die im Allgemeinen längs der Zugmaschine durch den Sitz-Index-Punkt sowie durch die Mitte des Lenkrades verläuft. Die Bezugsebene ist in der Regel mit der Längsmittlebene der Zugmaschine identisch. Es wird angenommen, dass sich diese Bezugsebene bei Belastung horizontal mit dem Sitz und dem Lenkrad verschiebt, jedoch in ihrer senkrechten Stellung in Bezug auf die Zugmaschine bzw. den Boden der Überrollschutzstruktur verbleibt.

1.6.1.2. Die Bezugslinie ist die in der Bezugsebene enthaltene Linie, die sowohl durch einen Punkt verläuft, der sich $140 + a_h$ hinter und $90 - a_v$ unterhalb des Sitz-Index-Punkts befindet, als auch durch den ersten Punkt des Lenkradkranzes, den sie schneidet, wenn sie horizontal verlängert wird.

1.6.2. Bestimmung der Freiraumzone für Zugmaschinen mit nicht umkehrbarem Sitz.

Die Freiraumzone für Zugmaschinen mit nicht umkehrbarem Sitz ist unter den Nummern 1.6.2.1 bis 1.6.2.11 definiert; sie wird von folgenden Ebenen begrenzt, wobei sich die Zugmaschine auf einer horizontalen Fläche befindet, der Sitz gemäß den Nummern 1.5.2.1 bis 1.5.2.4 eingestellt und positioniert⁽³⁾ ist und das Lenkrad, falls verstellbar, in mittlerer Stellung für einen sitzenden Fahrer eingestellt ist:

1.6.2.1. zwei beiderseitig im Abstand von 250 mm zur Bezugsebene verlaufenden vertikalen Ebenen; diese vertikalen Ebenen erstrecken sich über der unter der Nummer 1.6.2.8 definierten Ebene 300 mm nach oben und in Längsrichtung mindestens 550 mm vor einer vertikalen Ebene senkrecht zur Bezugsebene, die $(210 - a_h)$ mm vor dem Sitz-Index-Punkt verläuft;

1.6.2.2. zwei beiderseitig im Abstand von 200 mm zur Bezugsebene verlaufenden vertikalen Ebenen; diese vertikalen Ebenen erstrecken sich über der unter Nummer 1.6.2.8 definierten Ebene 300 mm nach oben und in Längsrichtung von der unter der Nummer 1.6.2.11 definierten Fläche bis zur vertikalen Ebene senkrecht zur Bezugsebene, die $(210 - a_h)$ mm vor dem Sitz-Index-Punkt verläuft;

1.6.2.3. einer geneigten Ebene senkrecht zur Bezugsebene verlaufend, parallel zu und 400 mm über der Bezugslinie liegend, nach hinten zu dem Punkt auslaufend, wo sie die vertikale, senkrecht zur Bezugsebene verlaufende Ebene schneidet, die durch einen Punkt $(140 + a_h)$ mm hinter dem Sitz-Index-Punktes verläuft;

- 1.6.2.4. einer geneigten Ebene, die sich rechtwinklig zur Bezugsebene anschließt, auf die unter Nummer 1.6.2.3 definierte Ebene an ihrem hintersten Punkt auftrifft und auf dem höchsten Punkt der Sitzrückenlehne aufliegt;
- 1.6.2.5. einer vertikalen Ebene senkrecht zur Bezugsebene, mindestens 40 mm vor dem Lenkrad und mindestens $760 - a_h$ vor dem Sitz-Index-Punkt verlaufend;
- 1.6.2.6. einer zylindrischen Fläche, deren Achse rechtwinklig zur Bezugsebene verläuft und mit einem Radius von 150 mm tangential an die unter den Nummern 1.6.2.3 und 1.6.2.5 definierten Ebenen anschließt;
- 1.6.2.7. zwei geneigten parallelen Ebenen, die durch die oberen Begrenzungen der unter Nummer 1.6.2.1 festgelegten Ebenen verlaufen, wobei die geneigte Ebene, auf deren Seite der Schlag angesetzt wird, mindestens 100 mm von der Bezugsebene oberhalb des Freiraums entfernt ist;
- 1.6.2.8. einer horizontalen Ebene, die durch einen $90 - a_v$ unter dem Sitz-Index-Punkt gelegenen Punkt verläuft;
- 1.6.2.9. zwei Ausschnitten der vertikalen Ebene, die senkrecht zur Bezugsebene und $210 - a_h$ vor dem Sitz-Index-Punkt verläuft; diese beiden Teilebenen verbinden jeweils die hinteren Begrenzungen der unter Nummer 1.6.2.1 festgelegten Ebenen und die vorderen Begrenzungen der unter Nummer 1.6.2.2 festgelegten Ebenen;
- 1.6.2.10. zwei Ausschnitten der horizontalen Ebene, die 300 mm oberhalb der unter Nummer 1.6.2.8 definierten Ebene verläuft; diese beiden Teilebenen verbinden jeweils die oberen Begrenzungen der unter Nummer 1.6.2.2 festgelegten vertikalen Ebenen und die unteren Begrenzungen der unter Nummer 1.6.2.7 festgelegten geneigten Ebenen;
- 1.6.2.11. einer gegebenenfalls gekrümmten Fläche, deren Mantellinie senkrecht zur Bezugsebene verläuft und die an der Rückseite der Sitzrückenlehne anliegt.

1.6.3. Bestimmung der Freiraumzone für Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand

Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) besteht der Freiraum aus dem von den beiden Freiraumzonen umgebenen Bereich; die Freiraumzonen werden durch die beiden unterschiedlichen Stellungen des Lenkrads und des Sitzes bestimmt. Die Freiraumzone ist für jede Position des Lenkrads und des Sitzes auf der Grundlage der Nummern 1.6.1 und 1.6.2 dieses Anhangs für die normale Position des Fahrerstandes und nach Anhang X Nummern 1.6.1 und 1.6.2 für die umgekehrte Stellung des Fahrerstandes (siehe Abbildung 6.2) zu bestimmen.

1.6.4. Zusätzliche Sitze

1.6.4.1. Bei einer Zugmaschine, die mit zusätzlichen Sitzen ausgestattet werden kann, wird bei

den Prüfungen der von den Freiraumzonen umgebene Bereich verwendet, der die Sitz-Index-Punkte aller möglichen Sitzpositionen enthält. Die Schutzstruktur darf nicht Teil der größeren Freiraumzone sein, in der diese unterschiedlichen Sitz-Index-Punkte berücksichtigt sind.

1.6.4.2. Wird nach der Prüfung eine neue Sitzposition angeboten, ist zu bestimmen, ob sich die Freiraumzone um den neuen Sitz-Index-Punkt innerhalb des vorher festgelegten Raums befindet. Falls nicht, ist eine neue Prüfung durchzuführen.

1.6.4.3. Ein Sitz für eine zusätzliche Person zum Fahrer, von dem aus die Zugmaschine nicht gesteuert werden kann, gilt nicht als zusätzlicher Sitz. Der SIP wird nicht ermittelt, da die Festlegung der Freiraumzone im Verhältnis zum Fahrersitz erfolgt.

1.7. *Masse*

1.7.1. Masse ohne Ballast/Leermasse

Die Masse der Zugmaschine ohne Sonderzubehör, jedoch mit Kühlflüssigkeit, Schmiermittel, Kraftstoff und Werkzeug zuzüglich der Schutzstruktur. Nicht zu berücksichtigen sind etwaige zusätzliche Front- oder Heckbelastungsgewichte, Reifenballast, Anbaugeräte oder sonstiges Sonderzubehör;

1.7.2. Zulässige Höchstmasse

Die vom Hersteller angegebene Höchstmasse der Zugmaschine, die technisch zulässig und auf dem Kennzeichnungsschild des Fahrzeugs und/oder im Bedienungshandbuch angegeben ist;

1.7.3. Bezugsmasse

Die vom Hersteller gewählte Masse, die in den Formeln zur Berechnung der Fallhöhe des Pendelblocks, der Eingangsenergie und der Druckkräfte für die Prüfung zugrunde gelegt wird. Sie darf nicht kleiner als die Masse ohne Ballast sein und muss ausreichend groß sein, damit das Massenverhältnis nicht über 1,75 beträgt (*siehe Nummern 1.7.4 und 2.1.3*);

1.7.4. Massenverhältnis

Der Quotient $\left(\frac{\text{Zulässige Höchstmasse}}{\text{Bezugsmasse}} \right)$ Dieser darf nicht größer als 1,75 sein.

1.8. *Zulässige Messtoleranzen*

Längenmaße:	± 3 mm
davon ausgenommen sind -- Reifenverformung:	± 1 mm
-- Verformung der Schutzstruktur bei horizontalen Belastungen:	± 1 mm
-- Fallhöhe des Pendelblocks:	± 1 mm
Massen:	± 0,2 %
(des Skalenendwertes des Sensors)	

Kräfte: $\pm 0,1 \%$ (des Skalenendwertes des Sensors)

Winkel:

$\pm 0,1^\circ$

1.9.

Symbole

a_h	(mm)	Hälfte der horizontalen Sitzverstellung;
a_v	(mm)	Hälfte der vertikalen Sitzverstellung;
B	(mm)	Mindestgesamtbreite der Zugmaschine;
B_b	(mm)	Größte Außenbreite der Schutzstruktur;
D	(mm)	Verformung der Schutzstruktur am Aufschlagpunkt (dynamische Prüfungen) bzw. Verformung an der Stelle und in der Richtung der Belastung (statische Prüfungen);
D'	(mm)	Verformung der Schutzstruktur für die errechnete erforderliche Energie;
E_a	(J)	Absorbierte Verformungsenergie bei Wegnahme der Belastung. Bereich innerhalb der Kurve F-D ;
E_i	(J)	Absorbierte Verformungsenergie. Bereich unterhalb der Kurve F-D
E'_i	(J)	Absorbierte Verformungsenergie nach einer zusätzlichen infolge von Brüchen oder Rissen vorgenommenen Belastungsprüfung;
E''_i	(J)	Während der Überlastprüfung absorbierte Verformungsenergie bei Wegnahme der Belastung vor der Prüfung mit Überlast. Bereich unterhalb der Kurve F-D ;
E_{il}	(J)	Bei Belastung in Längsrichtung zu absorbierende Eingangsenergie;
E_{is}	(J)	Bei seitlicher Belastung zu absorbierende Eingangsenergie;
F	(N)	Statische Kraft während der Belastung;
F'	(N)	Belastungskraft für errechnete erforderliche Energie entsprechend E'_i ;
F-D		Kraft/Verformungs-Schaubild;
F_i	(N)	Am hinteren starren Teil aufgebrachte Kraft;
F_{max}	(N)	Höchste statische Kraft während der Belastung, Überlast nicht berücksichtigt;
F_v	(N)	Vertikale Druckkraft;
H	(mm)	Fallhöhe des Pendelblocks (dynamische Prüfungen);
H'	(mm)	Fallhöhe des Pendelblocks bei zusätzlicher Prüfung (dynamische Prüfungen);
I	(kg.m ²)	Bezugsträgheitsmoment der Zugmaschine um die Achse der Hinterräder, unabhängig von der Masse der Hinterräder;
L	(mm)	Bezugsradstand der Zugmaschine;
M	(kg)	Bezugsmasse der Zugmaschine bei den Festigkeitsprüfungen.

2.

ANWENDUNGSBEREICH

2.1.

Dieser Anhang gilt für Zugmaschinen mit folgenden Merkmalen:

2.1.1.

Bodenfreiheit von höchstens 600 mm unter dem niedrigsten Punkt der Vorder- bzw. der Hinterachse einschließlich des Differentials;

2.1.2.

feste oder einstellbare Mindestspurweite der mit den breiteren Reifen bestückten Achse von weniger als 1150 mm. Es wird vorausgesetzt, dass die mit den breiteren Reifen bestückte Achse auf eine Spurweite von höchstens 1150 mm eingestellt ist. Die Spurweite der anderen Achse muss so eingestellt werden können, dass die Außenkanten der schmaleren Reifen nicht über die Außenkanten der Reifen der anderen Achse hinausragen. Sind beide Achsen mit Felgen und Reifen gleicher Abmessung bestückt, muss die feste

oder einstellbare Spurweite beider Achsen weniger als 1150 mm betragen;

- 2.1.3. eine Masse von mehr als 400 kg, jedoch weniger als 3500 kg, entsprechend der Leermasse der Zugmaschine einschließlich der Überrollschutzstruktur und der Reifen mit der größten vom Hersteller empfohlenen Abmessung. Die zulässige Höchstmasse darf 5250 kg nicht überschreiten, und das Massenverhältnis (zulässige Höchstmasse/Bezugsmasse) darf nicht über 1,75 betragen;
- 2.1.4. Ausstattung mit einer Überrollschutzstruktur mit zwei Pfosten, die nur vor dem Sitz-Index-Punkt befestigt ist und wegen der geringeren Abmessungen der Zugmaschine eine kleinere Freiraumzone aufweist, weshalb der Zugang zum Fahrerstand auf keinen Fall behindert, die Verwendung solcher (abklappbaren oder nicht abklappbaren) Strukturen wegen ihrer unbestritten einfachen Handhabung jedoch beibehalten werden sollte.
- 2.2. Es wird anerkannt, dass es möglicherweise Zugmaschinen gibt, etwa besondere forstwirtschaftliche Maschinen wie Forwarder und Skidder, auf die dieser Anhang wegen ihrer Bauart nicht zutrifft.

B1 STATISCHES PRÜFVERFAHREN

3. VORSCHRIFTEN UND HINWEISE

3.1. *Vorbedingungen für die Festigkeitsprüfungen*

3.1.1. Durchführung von zwei Vorprüfungen

Die Schutzstruktur ist den Festigkeitsprüfungen nur dann zu unterziehen, wenn sowohl die Kippsicherheitsprüfung als auch die Nichtweiterrollprüfung zufriedenstellend verlaufen sind (siehe Flussdiagramm Abbildung 6.3).

3.1.2. Vorbereitung der Vorprüfungen

3.1.2.1. Die Zugmaschine muss mit der Schutzstruktur in Sicherheitsstellung ausgerüstet sein.

3.1.2.2. Die Zugmaschine muss mit Reifen mit dem größten vom Hersteller angegebenen Durchmesser und mit dem kleinsten Reifenquerschnitt für diesen Durchmesser ausgestattet sein. Die Reifen dürfen keinen Flüssigkeitsballast haben; sie müssen auf den Druck aufgepumpt sein, den der Zugmaschinenhersteller für Feldarbeit angibt.

3.1.2.3. Die Hinterräder müssen auf die kleinste Spurweite eingestellt sein; die Vorderräder müssen so weit möglich die gleiche Spurweite haben. Sind zwei Vorderrad-Spurweiten möglich, die sich um den gleichen Wert von der kleinsten Hinterradspurweite unterscheiden, ist die größere zu wählen.

- 3.1.2.4. Alle Zugmaschinentanks müssen gefüllt oder die Flüssigkeiten durch eine entsprechende Masse an der entsprechenden Stelle ersetzt werden.
- 3.1.2.5. Alle in der serienmäßigen Ausführung verwendeten Befestigungen sind in der normalen Stellung an der Zugmaschine anzubringen.
- 3.1.3. Kippsicherheitsprüfung
- 3.1.3.1. Die gemäß den obigen Bestimmungen vorbereitete Zugmaschine ist auf eine horizontale Ebene zu stellen; der Vorderachsendrehpunkt oder – bei Zugmaschinen mit Knicklenkung der horizontale Drehpunkt zwischen den zwei Achsen – muss dabei frei beweglich sein.
- 3.1.3.2. Mit einer Winde oder einem Hebezeug ist der Teil der Zugmaschine zu kippen, der fest mit der Achse verbunden ist, die mehr als 50 % des Zugmaschinengewichtes trägt; dabei ist der Neigungswinkel ständig zu messen. Wenn die Zugmaschine auf den am Boden befindlichen Rädern im labilen Gleichgewicht ist, muss dieser Winkel mindestens 38 ° betragen. Der Versuch ist einmal mit einem völlig nach rechts und ein zweites Mal mit einem völlig nach links eingeschlagenen Lenkrad durchzuführen.
- 3.1.4. Nichtweiterrollprüfung
- 3.1.4.1. Allgemeine Bemerkungen
 Mit der Nichtweiterrollprüfung soll festgestellt werden, ob eine an der Zugmaschine befestigte Vorrichtung zum Schutz des Fahrers das Weiterrollen der Zugmaschine wirkungsvoll verhindern kann, wenn sie an einem Hang mit einer Neigung von 1 zu 1,5 seitlich umstürzt (Abbildung 6.4).

 Der Nachweis des Nichtweiterrollens kann nach einer der beiden unter den Nummern 3.1.4.2 und 3.1.4.3 beschriebenen Methoden erbracht werden.
- 3.1.4.2. Nachweis des Nichtweiterrollens durch Umsturzversuch
- 3.1.4.2.1. Der Umsturzversuch ist auf einer mindestens 4 m langen geneigten Prüffläche (siehe Abbildung 6.4) durchzuführen. Die Oberfläche ist mit einer 18 cm dicken Schicht eines Materials zu bedecken, das bei Messung nach den Normen ASAE S313.3 FEB1999 und ASAE EP542 FEB1999 für Kegelpenetrometer für Bodenproben folgenden Konuspenetrationsindex hat:
- $$A = 235 \pm 20$$
- oder
- $$B = 335 \pm 20$$
- 3.1.4.2.2. Die Zugmaschine (gemäß Nummer 3.1.2 vorbereitet) wird seitlich mit einer Anfangsgeschwindigkeit Null gekippt. Dazu wird sie an den Anfang der Prüffläche so gestellt, dass die Räder auf der Talseite am Boden bleiben und die Mittelebene der Zugmaschine parallel zu den Höhenschichtlinien liegt. Nachdem die Zugmaschine auf die Oberfläche der Prüffläche aufgetroffen ist, darf sie sich selbst von der Fläche abheben,

indem sie sich um die obere Ecke der Schutzstruktur dreht, sie darf sich aber nicht überschlagen. Sie muss auf die Seite, auf die sie zuerst aufgeschlagen ist, wieder zurückfallen.

3.1.4.3. Rechnerischer Nachweis des Nichtweiterrollens

3.1.4.3.1. Für den rechnerischen Nachweis des Nichtweiterrollens sind folgende charakteristische Daten der Zugmaschine zu ermitteln (siehe Abbildung 6.5):

B₀	(m)	Breite der Hinterreifen
B₆	(m)	Breite der Schutzstruktur zwischen linkem und rechtem Aufschlagpunkt
B₇	(m)	Breite der Motorhaube
D₀	(rad)	Pendelwinkel der Vorderachse (Null-Lage bis Anschlag)
D₂	(m)	Höhe der Vorderrad-Reifen bei maximaler Achslast
D₃	(m)	Höhe der Hinterrad-Reifen bei maximaler Achslast
H₀	(m)	Höhe des Vorderachsdrehpunkts
H₁	(m)	Höhe des Schwerpunkts
H₆	(m)	Höhe am Aufschlagpunkt
H₇	(m)	Höhe der Motorhaube
L₂	(m)	Horizontaler Abstand des Schwerpunkts von der Vorderachse
L₃	(m)	Horizontaler Abstand des Schwerpunkts von der Hinterachse
L₆	(m)	Horizontaler Abstand des Schwerpunkts vom vorderen Schnittpunkt der Schutzstruktur (mit negativem Vorzeichen einzusetzen, wenn dieser Punkt vor dem Schwerpunkt liegt)
L₇	(m)	Horizontaler Abstand des Schwerpunkts von der vorderen Ecke der Motorhaube
M_c	(kg)	Masse der Zugmaschine für Berechnungszwecke
Q	(kgm ²)	Massenträgheitsmoment um die Längsachse durch den Schwerpunkt
S	(m)	Spurweite der Hinterachse

Dabei muss die Summe der Spurweite (**S**) und der Reifenbreite (**B₀**) größer sein als die Breite **B₆** der Schutzstruktur.

3.1.4.3.2. Bei der Berechnung werden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

3.1.4.3.2.1. Die stehende Zugmaschine kippt am Hang mit der Neigung 1 zu 1,5 mit eingependelter Vorderachse, wenn der Schwerpunkt senkrecht über der Drehachse liegt;

3.1.4.3.2.2. die Drehachse liegt parallel zur Zugmaschinen-Längsachse und verläuft durch die Mitte der Aufstandsflächen des talseitigen Vorder- und Hinterrades;

3.1.4.3.2.3. Die Zugmaschine rutscht nicht hangabwärts;

3.1.4.3.2.4. Der Aufschlag auf den Hang erfolgt teilelastisch mit dem Elastizitätsfaktor

$$U = 0,2$$

3.1.4.3.2.5. Die Eindringtiefe in den Hang und die Verformung der Schutzstruktur betragen zusammen

$$T = 0,2 \text{ m}$$

- 3.1.4.3.2.6. Andere Bauteile der Zugmaschine dringen nicht in den Hang ein.
- 3.1.4.3.3. Das Computerprogramm (BASIC⁽⁴⁾) zur Bestimmung des Kipp- und Rollverhaltens einer seitlich umstürzenden Schmalspurzugmaschine mit vorne angebaute Überrollschutzstruktur ist in Abschnitt B4 mit den Beispielen 6.1 bis 6.11 dargestellt.
- 3.1.5. Messmethoden
- 3.1.5.1. Horizontaler Abstand des Schwerpunkts von der Hinterachse (L_3) oder der Vorderachse (L_2)
- Der Abstand zwischen Hinter- und Vorderachse ist auf beiden Seiten der Zugmaschine zu messen, um zu gewährleisten, dass kein Lenkeinschlag besteht.
- Die Abstände des Schwerpunkts von der Hinterachse (L_3) oder der Vorderachse (L_2) sind ausgehend von der Verteilung der Masse der Zugmaschine zwischen den Vorder- und Hinterrädern zu messen.
- 3.1.5.2. Höhe der Hinter- (D_3) und Vorderreifen (D_2)
- Der Abstand vom höchsten Punkt des Reifens zur Bodenebene ist zu messen (Abbildung 6.5); dasselbe Verfahren ist bei Hinterrad- und Vorderradreifen anzuwenden.
- 3.1.5.3. Horizontaler Abstand des Schwerpunkts vom vorderen Schnittpunkt der Schutzstruktur (L_6)
- Der Abstand des Schwerpunkts vom vorderen Schnittpunkt der Schutzstruktur ist zu messen (Abbildungen 6.6.a, 6.6.b und 6.6.c). Befindet sich die Schutzstruktur vor der durch den Schwerpunkt verlaufenden Vertikalebene, ist dem Messergebnis ein negatives Vorzeichen ($-L_6$) voranzustellen.
- 3.1.5.4. Breite der Schutzstruktur (B_6)
- Der Abstand zwischen linkem und rechtem Aufschlagpunkt der beiden senkrechten Pfosten der Schutzstruktur ist zu messen.
- Der Aufschlagpunkt wird bestimmt durch die sich tangential an die Schutzstruktur anschließende Ebene, die durch die von den höchsten äußeren Punkten der Vorderrad- und Hinterradreifen gebildete Linie verläuft (Abbildung 6.7).
- 3.1.5.5. Höhe der Schutzstruktur (H_6)
- Der senkrechte Abstand zwischen dem Aufschlagpunkt der Schutzstruktur und der Bodenebene ist zu messen.
- 3.1.5.6. Höhe der Motorhaube (H_7)
- Der senkrechte Abstand zwischen dem Aufschlagpunkt der Motorhaube und der Bodenebene ist zu messen.
- Der Aufschlagpunkt wird bestimmt durch die sich tangential an die Motorhaube und die Schutzvorrichtung anschließende Ebene, die durch die von den höchsten äußeren Punkten des Vorderradreifens gebildete Linie verläuft (Abbildung 6.7). Die Messung ist auf beiden Seiten der Motorhaube vorzunehmen.
- 3.1.5.7. Breite der Motorhaube (B_7)
- Der Abstand zwischen den beiden Aufschlagpunkten der Motorhaube ist wie oben beschrieben zu messen.

- 3.1.5.8. Horizontaler Abstand des Schwerpunkts von der vorderen Ecke der Motorhaube (L_7)
Der Abstand des Aufschlagpunkts der Motorhaube vom Schwerpunkt ist wie oben beschrieben zu messen.
- 3.1.5.9. Höhe des Vorderachsdrehpunkts (H_0)
Der senkrechte Abstand zwischen dem Vorderachsdrehpunkt und der Achse der Vorderradreifen (H_{01}) muss im technischen Bericht des Herstellers enthalten sein und ist zu prüfen.
Der senkrechte Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Achse der Vorderradreifen und der Bodenebene (H_{02}) ist zu messen (Abbildung 6.8).
Die Höhe des Vorderachsdrehpunkts (H_0) ist die Summe beider Werte.
- 3.1.5.10. Spurweite der Hinterachse (S)
Die Mindestspurweite der Hinterachse mit den breitesten vom Hersteller empfohlenen Reifen ist zu messen (Abbildung 6.9).
- 3.1.5.11. Breite der Hinterreifen (B_0)
Der Abstand zwischen der äußeren und der inneren am Reifen anliegenden Vertikalebene ist im oberen Teil des Reifens zu messen (Abbildung 6.9).
- 3.1.5.12. Pendelwinkel der Vorderachse (D_0)
Der größte Pendelwinkel der Vorderachse gegen die Horizontale ist auf beiden Seiten der Achse unter Berücksichtigung vorhandener Anschläge zu messen. Der größte gemessene Winkel ist zu verwenden.
- 3.1.5.13. Masse der Zugmaschine
Die Masse der Zugmaschine ist gemäß Nummer 1.7.1 zu bestimmen.
- 3.2. ***Bedingungen für die Prüfung der Festigkeit von Schutzstrukturen und ihrer Befestigung an der Zugmaschine***
- 3.2.1. **Allgemeine Anforderungen**
- 3.2.1.1. Zweck der Prüfung
Zweck der mit Spezialvorrichtungen durchgeführten Prüfungen ist es, die Belastungen zu simulieren, denen die Schutzstruktur beim Umstürzen der Zugmaschine ausgesetzt ist. Diese Prüfungen sollen Aufschluss geben über die Festigkeit der Schutzstruktur, ihrer Befestigung an der Zugmaschine und sonstiger, die Prüfkraft übertragender Zugmaschinenbauteile.
- 3.2.1.2. Prüfmethoden
Die Prüfungen können entweder nach dem dynamischen oder nach dem statischen Verfahren durchgeführt werden (siehe Anhang A). Beide Verfahren sind gleichwertig.
- 3.2.1.3. Allgemeine Regeln für die Vorbereitung der Prüfungen
- 3.2.1.3.1. Die Schutzstruktur muss der Serienausführung entsprechen. Sie ist nach Empfehlung des Herstellers auf einer der Zugmaschinen zu befestigen, für die sie bestimmt ist.
Anmerkung: Eine vollständige Zugmaschine ist für die statische Prüfung nicht erforderlich; die Schutzstruktur und die Teile der Zugmaschine, an denen sie befestigt ist, müssen jedoch eine betriebsmäßige Einheit, im folgenden „Verbund“ genannt, bilden.

3.2.1.3.2. Die Zugmaschine (bzw. der Verbund) ist sowohl zur statischen als auch zur dynamischen Prüfung mit allen für die Montage benötigten Bauelementen der serienmäßigen Ausführung zu versehen, die die Festigkeit der Schutzstruktur beeinflussen können oder die gegebenenfalls zur Durchführung der Festigkeitsprüfung erforderlich sind.

Bauteile, die in der Freiraumzone eine Gefahr darstellen können, müssen ebenfalls an der Zugmaschine (bzw. dem Verbund) vorhanden sein, damit geprüft werden kann, ob die Annahmekriterien nach Nummer 3.2.3 erfüllt sind.

Alle Teile der Zugmaschine und der Schutzstruktur einschließlich der Wetterschutzeinrichtung, sind mitzuliefern oder auf Plänen darzustellen.

3.2.1.3.3. Für die Festigkeitsprüfungen sind alle abnehmbaren Verkleidungen und nichttragenden Teile zu entfernen, damit sie nicht die Festigkeit der Schutzstruktur verstärken können.

3.2.1.3.4. Die Spurweite der Räder ist so einzustellen, dass die Schutzstruktur bei den Festigkeitsprüfungen möglichst nicht durch die Reifen abgestützt wird. Werden diese Prüfungen nach dem statischen Verfahren durchgeführt, können die Räder abmontiert werden.

3.2.2. **Prüfungen**

3.2.2.1. Reihenfolge der Prüfungen nach dem statischen Verfahren

Unbeschadet der unter den Nummern 3.3.1.6 und 3.3.1.7 erwähnten zusätzlichen Prüfungen werden die Prüfungen in dieser Reihenfolge durchgeführt:

- 1) **Belastung der Struktur von hinten**
(siehe Nummer 3.3.1.1)
- 2) **Druckprüfung hinten**
(siehe Nummer 3.3.1.4);
- 3) **Belastung der Struktur vorn**
(siehe Nummer 3.3.1.2)
- 4) **Seitliche Belastung der Struktur**
(siehe Nummer 3.3.1.3);
- 5) **Druckprüfung am vorderen Teil der Struktur**
(siehe Nummer 3.3.1.5);

3.2.2.2. Allgemeine Vorschriften

3.2.2.2.1. Bricht oder bewegt sich ein Teil der Haltevorrichtung während einer Prüfung, ist diese Prüfung zu wiederholen.

3.2.2.2.2. Während der Prüfungen dürfen an der Zugmaschine oder an der Schutzstruktur keine Reparaturen oder Einstellungen vorgenommen werden.

3.2.2.2.3. Während der Prüfung befindet sich der Schalthebel der Zugmaschine in Leerlaufstellung, und die Bremsen sind gelöst.

3.2.2.2.4. Sind die Räder der Zugmaschine gegen den Fahrzeugrahmen gefedert, ist die Federung während der Prüfungen zu blockieren.

3.2.2.2.5. Die erste Belastung des hinteren Teils der Struktur muss auf der Seite erfolgen, auf der Belastungen nach Ansicht der Prüfbehörden die ungünstigeren Auswirkungen haben. Die Belastung von der Seite und von hinten muss auf beiden Seiten der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen. Die Belastung von vorn muss auf derselben Seite der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen wie die seitliche Belastung.

- 3.2.3. **Annahmekriterien**
- 3.2.3.1. Eine Schutzstruktur gilt hinsichtlich der Festigkeit als zufriedenstellend, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:
- 3.2.3.1.1. Nach jeder Teilprüfung muss sie frei von Brüchen oder Rissen im Sinne der Nummern 3.3.2.1 oder 3.2.3.1.2 sein.
- 3.2.3.1.2. Treten bei einer der Druckprüfungen bedeutende Risse oder Brüche auf, muss nach Nummer 3.3.1.7 eine zusätzliche Prüfung unmittelbar nach der Druckbelastung vorgenommen werden, die die Risse oder Brüche verursacht hat;
- 3.2.3.1.3. kein Teil der Schutzstruktur darf während der Prüfungen, ausgenommen die Überlastprüfung, in die Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 eindringen;
- 3.2.3.1.4. während der Prüfungen mit Ausnahme der Überlastprüfung müssen gemäß Nummer 3.3.2.2 alle Teile der Freiraumzone innerhalb der Schutzstruktur liegen;
- 3.2.3.1.5. während der Prüfungen darf die Schutzstruktur keinerlei Druck auf die tragenden Teile des Sitzes ausüben;
- 3.2.3.1.6. die gemäß Nummer 3.3.2.4 gemessene elastische Verformung muss unter 250 mm liegen.
- 3.2.3.2. Von keinem Zubehörteil darf eine Gefahr für den Fahrer ausgehen. Es darf kein vorstehendes Teil oder Zubehörteil vorhanden sein, das bei Umsturz der Zugmaschine den Fahrer verletzen oder ihn z. B. an den Füßen oder Beinen einklemmen kann, wenn es zu einer Verformung der Schutzstruktur kommt.
- 3.2.4. [Entfällt]
- 3.2.5. Prüfaufbau und -ausrüstung
- 3.2.5.1. Gerät für statische Prüfungen
- 3.2.5.1.1. Das Gerät soll Aufschlag- oder Druckbelastungen der Schutzstruktur ermöglichen.
- 3.2.5.1.2. Es ist dafür zu sorgen, dass die Belastung senkrecht zur Krafrichtung gleichmäßig auf die gesamte Länge eines Aufsatzstücks verteilt wird, deren Länge ein ganzzahliges Vielfaches von 50 betragen und zwischen 250 mm und 700 mm liegen muss. Der Balken muss 150 mm hoch sein. Die mit der Schutzstruktur in Berührung kommenden Kanten des Balkens müssen mit einem Radius von höchstens 50 mm abgerundet sein.
- 3.2.5.1.3. Das Aufsatzstück muss jedem Winkel zur Belastungsrichtung angepasst werden können, so dass es bei Verformung der Schutzstruktur den Winkeländerungen der Last aufnehmenden Fläche der Schutzvorrichtung folgen kann.
- 3.2.5.1.4. Krafrichtung (Abweichung von der Waagerechten und von der Senkrechten):
- bei Prüfungsbeginn, unbelastet: $\pm 2^\circ$;
 - bei Prüfung unter Last: 10° über und 20° unter der Horizontalen. Diese Abweichungen müssen so klein wie möglich gehalten werden.
- 3.2.5.1.5. Die Verformungsgeschwindigkeit muss hinreichend langsam sein (weniger als 5 mm/s), damit die Belastung zu jedem Zeitpunkt als statisch angesehen werden kann.
- 3.2.5.2. Gerät zur Messung der von der Schutzstruktur absorbierten Energie
- 3.2.5.2.1. Die Kraft-Verformungs-Kurve ist aufzuzeichnen, um die von der Schutzstruktur absorbierte Energie zu ermitteln. Kraft und Verformung brauchen nicht an dem Punkt gemessen zu werden, an dem die Belastung auf die Schutzstruktur aufgebracht wird; sie

sind jedoch gleichzeitig auf der gleichen Linie zu messen.

3.2.5.2.2. Der Bezugspunkt der Verformungsmessungen ist so zu wählen, dass nur die von der Schutzstruktur und bestimmten Zugmaschinenteilen absorbierte Energie in die Berechnung eingeht. Die bei der Verformung und/oder dem Rutschen der Verankerung absorbierte Energie ist nicht zu berücksichtigen.

3.2.5.3. Verankerung der Zugmaschine am Boden

3.2.5.3.1. Verankerungsschienen sind in einem Abstand, der für das Verankern der Zugmaschine in allen abgebildeten Fällen erforderlich ist, an einer widerstandsfähigen Platte in der Nähe der Prüfvorrichtung starr zu befestigen.

3.2.5.3.2. Die Zugmaschine ist an den Schienen durch geeignete Mittel (Platten, Keile, Drahtseile, Stützen usw.) zu verankern, so dass sie sich während der Prüfungen nicht bewegen kann. Dies ist während der Durchführung der Belastungen mit den üblichen Geräten zur Längenmessung zu kontrollieren.

Bewegt sich die Zugmaschine, ist die gesamte Prüfung zu wiederholen, es sei denn, das System zur Messung der Verformungen, die für die Auswertung der Kraft-Verformungskurve berücksichtigt wurden, ist an der Zugmaschine befestigt.

3.2.5.4. Vorrichtung für die Druckprüfung

Mit einer Vorrichtung gemäß Abbildung 6.10 muss es möglich sein, eine nach unten gerichtete Kraft auf die Schutzstruktur über einen ca. 250 mm breiten steifen Balken auszuüben, der mit der Belastungsvorrichtung über Kardangelenke verbunden ist. Die Achsen der Zugmaschine sind so abzustützen, dass die Reifen der Zugmaschine die Drucklast nicht zu tragen haben.

3.2.5.5. Sonstige Messgeräte

Folgende Messgeräte werden ebenfalls benötigt:

3.2.5.5.1. ein Gerät zur Messung der elastischen Verformung (Differenz zwischen der höchsten momentanen Verformung und der bleibenden Verformung, siehe Abbildung 6.11);

3.2.5.5.2. ein Gerät, mit dem überprüft werden kann, ob die Schutzstruktur nicht in die Freiraumzone eingedrungen ist und die Freiraumzone während der Prüfung innerhalb des Schutzbereiches der Schutzstruktur geblieben ist (siehe 3.3.2.2).

3.3. *Statisches Prüfverfahren*

3.3.1. Belastungs- und Druckprüfungen

3.3.1.1. Belastung hinten

3.3.1.1.1. Die Last ist waagrecht und parallel zur senkrechten Mittelebene der Zugmaschine aufzubringen.

Die Last ist in dem Punkt an der Überrollschutzstruktur einzuleiten, der bei einem Überschlag nach hinten voraussichtlich den Boden zuerst berührt, normalerweise die obere Kante. Die senkrechte Ebene, auf die die Last aufgebracht wird, muss ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur an diesem Punkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe die Belastung dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

3.3.1.1.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.2.6.3 am Boden zu verspannen.

- 3.3.1.1.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M$$

- 3.3.1.1.4. Für Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) gilt dieselbe Formel.

- 3.3.1.2. Belastung vorn

- 3.3.1.2.1. Die Last ist horizontal auf eine senkrechte Ebene aufzubringen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verlaufenden senkrechten Ebene liegt, die die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Als Lasteinleitungspunkt an der Überrollschutzstruktur ist der Punkt zu wählen, der voraussichtlich den Boden zuerst berührt, wenn die Zugmaschine bei Vorwärtsfahrt seitlich umstürzt, d. h. normalerweise die vordere obere Ecke.

Ist die Schutzstruktur an diesem Punkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe die Belastung dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

- 3.3.1.2.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.2.5.3 am Boden zu verspannen.

- 3.3.1.2.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M$$

- 3.3.1.2.4. Bei Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (Sitz und Lenkrad sind umkehrbar) muss die Energie dem höchsten Wert entsprechen, der sich aus der obigen Formel oder einer der nachstehenden Formeln ergibt:

$$E_{i1} = 2,165 \times 10^{-7} M \times L^2$$

oder

$$E_{i1} = 0,574 I$$

- 3.3.1.3. Seitliche Belastung

- 3.3.1.3.1. Die seitliche Last ist waagrecht und parallel zur senkrechten Mittelebene der Zugmaschine aufzubringen. Die Last ist an dem Teil der Schutzstruktur einzuleiten, der bei einem seitlichen Umsturz voraussichtlich zuerst den Boden berührt, normalerweise der oberen Kante.

- 3.3.1.3.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.2.5.3 am Boden zu verspannen.

- 3.3.1.3.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{is} = 1,75 M(B_6+B) / 2B$$

- 3.3.1.3.4. Bei Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (Sitz und Lenkrad sind umkehrbar) muss die Energie dem höchsten Wert entsprechen, der sich aus der obigen oder der nachstehenden Formel ergibt:

$$E_{is} = 1,75 M$$

- 3.3.1.4. Druckprüfung hinten

Der Druckbalken ist über das hinterste oberste tragende Teil der Schutzstruktur zu legen, die Resultierende aus den Druckkräften muss sich in der Mittelebene der Zugmaschine befinden. Eine Kraft F_v ist aufzubringen:

$$F_v = 20 M$$

Die Kraft F_v ist nach dem Ende der mit bloßem Auge feststellbaren Bewegung der Schutzstruktur noch fünf Sekunden lang aufrechtzuerhalten.

Hält der hintere Teil des Daches der Schutzstruktur der vollen Druckkraft nicht stand, ist die Kraft so lange aufzubringen, bis die Verformung des Daches die Ebene erreicht, die den oberen Teil der Schutzstruktur mit dem Teil des Zugmaschinenhecks verbindet, der imstande ist, im Falle eines Überschlags die Zugmaschine abzustützen.

Anschließend ist die Belastung aufzuheben und der Druckbalken wieder so in Position zu bringen, dass er sich oberhalb des Punktes der Schutzstruktur befindet, der bei einem vollständigen Überrollen die Zugmaschine abzustützen hätte. Es wird dann wieder die Druckkraft F_v aufgebracht.

3.3.1.5. Druckprüfung vorn

Der Druckbalken ist über das vorderste oberste tragende Teil der Schutzstruktur zu legen, die Resultierende aus den Druckkräften muss sich in der Mittelebene der Zugmaschine befinden. Eine Kraft F_v ist aufzubringen:

$$F_v = 20 M$$

Die Kraft F_v ist nach dem Ende der mit bloßem Auge feststellbaren Bewegung der Schutzstruktur noch fünf Sekunden lang aufrechtzuerhalten.

Hält der Vorderteil des Daches der Schutzstruktur der vollen Druckkraft nicht stand, ist die Kraft so lange aufzubringen, bis die Verformung des Daches die Ebene erreicht, die den oberen Teil der Schutzstruktur mit dem Vorderteil der Zugmaschine verbindet, der im Falle eines Umstürzens die Zugmaschine abstützen kann.

Anschließend ist die Belastung aufzuheben und der Druckbalken wieder so in Position zu bringen, dass er sich oberhalb des Punktes der Schutzstruktur befindet, der bei einem vollständigen Überrollen die Zugmaschine abzustützen hätte. Es wird dann wieder die Druckkraft F_v aufgebracht.

3.3.1.6. Zusätzliche Überlastprüfung (Abbildungen 6.14 bis 6.16)

Die Überlastprüfung ist immer dann durchzuführen, wenn die Belastungskraft über die letzten 5 % der erreichten Verformung um mehr als 3 % abnimmt, nachdem die erforderliche Energie von der Schutzvorrichtung absorbiert ist (siehe Abbildung 6.15).

Die Überlastprüfung besteht darin, die waagerechte Belastung in Schritten von 5 % der zu Beginn erforderlichen Energie bis zu einer zusätzlichen Energie von höchstens 20 % fortzusetzen (siehe Abbildung 6.16).

Die Überlastprüfung gilt als bestanden, wenn die Kraft bei der Erhöhung der erforderlichen Energie um 5 %, 10 % und 15 % nach jeder fünfprozentigen Steigerung um weniger als 3 % abnimmt und die Kraft auch weiterhin über $0,8 F_{max}$ beträgt.

Die Überlastprüfung gilt als bestanden, wenn die Kraft, nachdem die Schutzstruktur 20 % der zusätzlichen Energie absorbiert hat, über $0,8 F_{max}$ beträgt.

Zusätzliche Brüche oder Risse und/oder das Eindringen der Schutzstruktur in die Freiraumzone oder der fehlende Schutz dieser Zone aufgrund einer elastischen Verformung sind während der Überlastprüfung zulässig. Nach dem Wegfall der Überlast darf die Schutzvorrichtung jedoch nicht in die Freiraumzone eindringen und die Zone

muss vollständig geschützt sein.

3.3.1.7. Zusätzliche Druckprüfungen

Entstehen bei der Druckprüfung erhebliche Brüche oder Risse, ist eine zweite ähnliche Druckprüfung, jedoch mit einer Kraft von $1,2 F_v$ unmittelbar nach der Druckprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat.

3.3.2. Durchzuführende Messungen

3.3.2.1. Brüche und Risse

Nach jeder Prüfung sind die tragenden Teile, Verbindungen und Befestigungsteile einer Sichtprüfung auf Brüche oder Risse zu unterziehen, wobei jedoch kleine Risse an unbedeutenden Teilen nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

3.3.2.2. Eindringen in die Freiraumzone

Bei jedem Versuch ist die Schutzstruktur daraufhin zu prüfen, ob Teile davon in die Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 eingedrungen sind.

Außerdem darf die Freiraumzone nicht außerhalb der Schutzzone der Schutzstruktur liegen. Dieser Fall liegt vor, wenn ein Teil der Freiraumzone nach dem Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite, an der die Belastung aufgebracht wurde, mit dem Boden in Berührung kommen würde. Bei dieser Prüfung werden die vom Hersteller für Reifen und Spurweite angegebenen kleinsten Standardwerte zugrunde gelegt.

3.3.2.3. Prüfungen am hinteren festen Element

Ist die Zugmaschine mit einem hinter dem Fahrersitz angebrachten starren Teil, Gehäuse oder sonstigen festen Element ausgestattet, wird angenommen, dass dieses Element bei einem Umsturz nach hinten oder zur Seite einen Auflagepunkt bildet. Dieses feste Element hinter dem Fahrersitz muss ohne Bruch oder Eindringen in die Freiraumzone einer abwärts gerichteten Kraft F_i standhalten können, wobei

$$F_i = 15 M$$

in der Mittelebene der Zugmaschine senkrecht auf den oberen Teil des Rahmens aufgebracht wird. Die Richtung der eingeleiteten Kraft muss zu Beginn der Belastung mit einer parallel zum Boden verlaufenden Geraden einen Winkel von 40° bilden (siehe Abbildung 6.12). Die Mindestbreite dieses starren Teils muss 500 mm betragen (siehe Abbildung 6.13).

Außerdem muss es von ausreichender Steifigkeit und an der Zugmaschine hinten fest angebracht sein.

3.3.2.4. Elastische Verformung bei seitlicher Belastung

Die elastische Verformung ist $(810 + av)$ mm über dem Sitz-Index-Punkt in einer vertikalen Ebene zu messen, die durch den Aufschlagpunkt führt. Für diese Messung sind Geräte nach Abbildung 6.11 zu verwenden.

3.3.2.5. Bleibende Verformung

Nach der letzten Druckprüfung wird die bleibende Verformung der Schutzstruktur ermittelt. Zu diesem Zweck wird vor der Prüfung die Lage der wesentlichen Teile der Überrollschutzstruktur gegenüber dem Sitz-Index-Punkt festgestellt.

3.4. *Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen*

3.4.1. [Entfällt]

3.4.2.

Technische Erweiterung

Wurden an einer Zugmaschine, der Schutzstruktur oder der Art der Befestigung der Schutzstruktur an einer Zugmaschine technische Änderungen vorgenommen, kann die Prüfstelle, die die ursprüngliche Prüfung durchgeführt hat, in folgenden Fällen einen „Bericht über eine technische Erweiterung“ ausstellen, wenn die Zugmaschine und die Schutzstruktur die Vorprüfungen zur seitlichen Stabilität und zum Nichtweiterrollen gemäß den Nummern 3.1.3 und 3.1.4 bestanden haben und wenn das unter Nummer 3.3.2.3 beschriebene hintere feste Element (sofern vorhanden) gemäß dem in diesem Absatz beschriebenen Verfahren geprüft worden ist (außer Nummer 3.4.2.2.4):

3.4.2.1.

Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfungen auf andere Zugmaschinentypen

Entsprechen die Schutzstruktur und die Zugmaschine den Bedingungen unter den Nummern 3.4.2.1.1 bis 3.4.2.1.5, müssen die Schlag- oder Belastungs- und Druckprüfungen nicht an jedem Zugmaschinentyp durchgeführt werden.

3.4.2.1.1.

Die Vorrichtung (einschließlich des hinteren festen Elements) ist identisch mit der geprüften Vorrichtung;

3.4.2.1.2.

die erforderliche Energie übersteigt die für die ursprüngliche Prüfung berechnete Energie um nicht mehr als 5 %;

3.4.2.1.3.

die Art der Befestigung der Schutzstruktur und das Bauteil der Zugmaschine, an dem sie befestigt wird, sind gleich;

3.4.2.1.4.

Bauteile wie Kotflügel und Motorhauben, die als Abstützung für die Schutzstruktur dienen können, sind identisch;

3.4.2.1.5.

die Anordnung und die wesentlichen Abmessungen des Sitzes innerhalb der Schutzstruktur sowie die Anordnung der Schutzstruktur an der Zugmaschine müssen dergestalt sein, dass die Freiraumzone bei allen Prüfungen ungeachtet der Verformungen der Schutzstruktur erhalten bleibt (um dies zu prüfen, werden die im Originalprüfbericht angegebenen Bezugswerte für die Freiraumzone verwendet, nämlich der Sitz-Bezugspunkt oder der Sitz-Index-Punkt).

3.4.2.2.

Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfung auf geänderte Schutzstrukturen

Dieses Verfahren kommt zur Anwendung, wenn die unter der Nummer 3.4.2.1 genannten Bedingungen nicht erfüllt sind, es darf nicht angewendet werden, wenn die Art der Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine grundsätzlich anders ist (z. B. Aufhängeeinrichtung statt Gummiabstützung):

3.4.2.2.1.

Änderungen, die sich nicht auf die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung auswirken (z. B. Schweißbefestigung der Grundplatte eines Zubehörteils an einer unkritischen Stelle der Struktur), das Hinzufügen von Sitzen mit einem anderen Sitz-Index-Punkt in der Schutzstruktur (sofern die Prüfung ergibt, dass die neuen Freiraumzonen bei sämtlichen Prüfungen innerhalb des Schutzbereichs der verformten Struktur bleiben).

3.4.2.2.2.

Änderungen, die sich möglicherweise auf die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung auswirken, ohne jedoch die Zulässigkeit der Schutzstruktur in Frage zu stellen (z. B. Änderung eines tragenden Teils, Änderung der Art der Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine). Es kann eine Validierungsprüfung durchgeführt werden, deren Ergebnisse im Erweiterungsbericht anzugeben sind.

Für diese Erweiterung der Typgenehmigung bestehen folgende Beschränkungen:

3.4.2.2.2.1.

Ohne Validierungsprüfung dürfen höchstens fünf Erweiterungen angenommen werden;

3.4.2.2.2.2.

die Ergebnisse der Validierungsprüfung werden für eine Erweiterung zugelassen, wenn alle Annahmekriterien dieses Anhangs erfüllt sind und:

- wenn die nach den einzelnen Schlagprüfungen gemessene Verformung nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der im Originalprüfbericht in Bezug auf die einzelnen Schlagprüfungen angegebenen Verformung abweicht (bei dynamischer Prüfung);
 - wenn die Kraft, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei den einzelnen waagerechten Belastungsprüfungen gemessen wurde, nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der Kraft abweicht, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei der ursprünglichen Prüfung gemessen wurde, und wenn die Verformung, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei den einzelnen waagerechten Belastungsprüfungen gemessen wurde⁽⁴⁾, nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der Verformung abweicht, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei der ursprünglichen Prüfung gemessen wurde (bei statischer Prüfung).
- 3.4.2.2.2.3. In einem einzigen Erweiterungsbericht können mehrere Schutzstrukturänderungen zusammengefasst werden, wenn sie verschiedene Ausführungen derselben Schutzstruktur betreffen, in einem einzigen Erweiterungsbericht ist jedoch nur eine Validierungsprüfung zulässig. Die nicht geprüften Ausführungen sind in einem eigenen Abschnitt des Erweiterungsberichts zu beschreiben.
- 3.4.2.2.3. Erhöhung der vom Hersteller angegebenen Bezugsmasse für eine bereits geprüfte Schutzstruktur. Will der Hersteller dieselbe Genehmigungsnummer beibehalten, kann nach Durchführung einer Validierungsprüfung ein Erweiterungsbericht ausgestellt werden (die Beschränkung von $\pm 7\%$ gemäß Nummer 3.4.2.2.2 gilt in einem solchen Fall nicht).
- 3.4.2.2.4. Änderung des hinteren festen Elements oder Hinzufügen eines neuen hinteren festen Elements: Es muss geprüft werden, ob die Freiraumzone bei sämtlichen Prüfungen mit dem neuen oder geänderten hinteren festen Element innerhalb des Schutzbereichs der verformten Struktur bleibt. Das hintere feste Element ist mit der Prüfung nach Nummer 3.3.2.3 zu validieren, und die Ergebnisse sind im Erweiterungsbericht anzugeben.
- 3.5. [Entfällt]
- 3.6. *Verhalten von Schutzstrukturen bei niedrigen Temperaturen***
- 3.6.1. Wird eine Schutzstruktur als unempfindlich gegen Kaltversprödung deklariert, hat der Hersteller Angaben hierzu vorzulegen, die in den Bericht aufgenommen werden.
- 3.6.2. Die nachstehenden Anforderungen und Verfahren stellen ab auf die Gewährleistung der Festigkeit und der Unempfindlichkeit gegen Kaltversprödung. Es wird empfohlen, folgende Mindestanforderungen an die Werkstoffe zugrunde zu legen, wenn beurteilt wird, ob eine Schutzstruktur für den Einsatz bei tiefen Temperaturen geeignet ist, für den in einigen Ländern zusätzliche Anforderungen gelten.
- 3.6.2.1. Schrauben und Muttern, die zur Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine und zur Verbindung von Bauteilen der Schutzstruktur dienen, müssen nachweislich eine ausreichende Kaltzähigkeit besitzen.
- 3.6.2.2. Alle bei der Herstellung von Bauteilen und Halterungen verwendeten Schweißelektroden müssen mit dem Material der Schutzstruktur gemäß Nummer 3.6.2.3 kompatibel sein.
- 3.6.2.3. Die Stähle für tragende Teile der Schutzstruktur müssen nachweislich ausreichend zäh sein und mindestens die Anforderungen des Kerbschlagbiegeversuchs nach Charpy (V-Kerbe) gemäß Tabelle 6.1 erfüllen. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995 bestimmt.
- Stahl mit einer Walzdicke von weniger als 2,5 mm und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,2 % gilt als geeignet.

Tragende Teile der Schutzstruktur aus anderen Materialien als Stahl müssen eine vergleichbare Kaltzähigkeit aufweisen.

- 3.6.2.4. Der Probekörper für den Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche der in Tabelle 6.1 genannten Größen.
- 3.6.2.5. Der Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) erfolgt gemäß ASTM A 370-1979, außer bei Probekörpergrößen, die den in Tabelle 6.1 genannten Abmessungen entsprechen.
- 3.6.2.6. Alternativ zu diesem Verfahren kann beruhigter oder halbberuhigter Stahl verwendet werden, für den entsprechende Eigenschaften nachzuweisen sind. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995, Amd 1:2003 bestimmt.
- 3.6.2.7. Verwendet werden längliche Proben, die vor der Formgebung oder dem Schweißen zur Verwendung in der Schutzstruktur aus Flachmaterial, Stäben oder Profilen entnommen sind. Proben von Stäben oder Profilen müssen aus der Mitte der Seite mit der größten Abmessung entnommen sein und dürfen keine Schweißnähte aufweisen.

Probekörpergröße	Energie bei	Energie bei
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tabelle 6.1

Mindestschlagenergie, Charpy-Prüfung (V-Kerbe)

a) Bevorzugte Größe. Der Probekörper darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche bevorzugte Größe.

b) Die erforderliche Energie bei -20 °C beträgt 2,5-mal den für -30 °C angegebenen Wert. Die Größe der Aufschlagenergie wird auch von anderen Faktoren beeinflusst, nämlich von Walzrichtung, Formänderungsfestigkeit, Kornorientierung und Schweißung. Bei der Auswahl und Verwendung von Stahl sind diese Faktoren zu beachten.

3.7. [Entfällt]

Abbildung 6.1

Freiraumzone

Abmessungen in mm

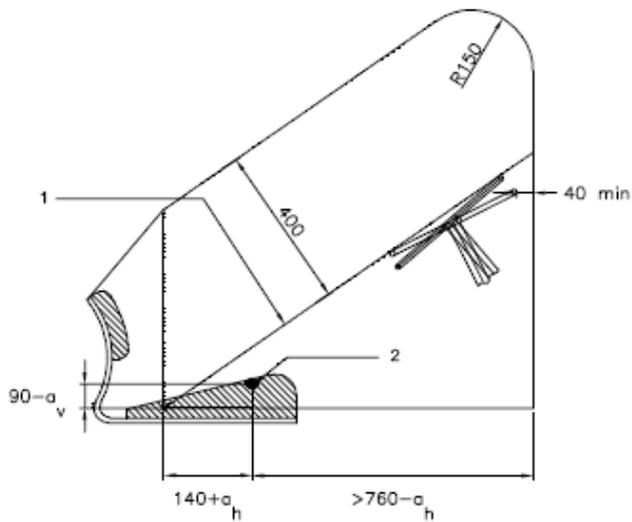


Abbildung 6.1.a

Seitenansicht

Schnitt durch die Bezugsebene

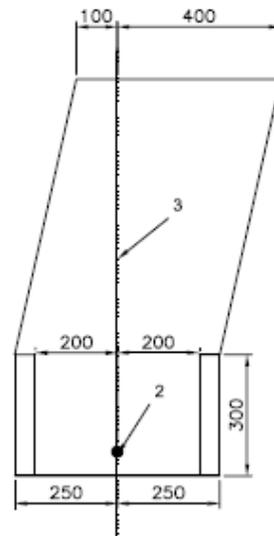


Abbildung 6.1.b

Rückansicht

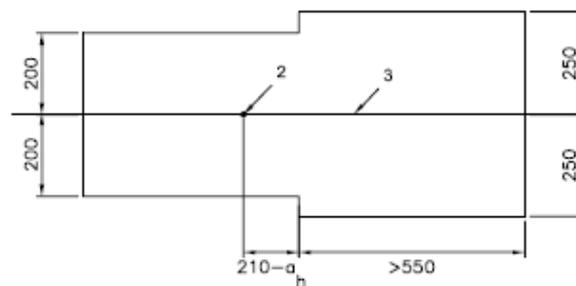


Abbildung 6.1.c

Draufsicht

- 1 – Bezugslinie
- 2 – Sitz-Index-Punkt
- 3 – Bezugsebene

Abbildung 6.2

Freiraumzone für Zugmaschinen mit umkehrbarem Sitz und Steuerrad

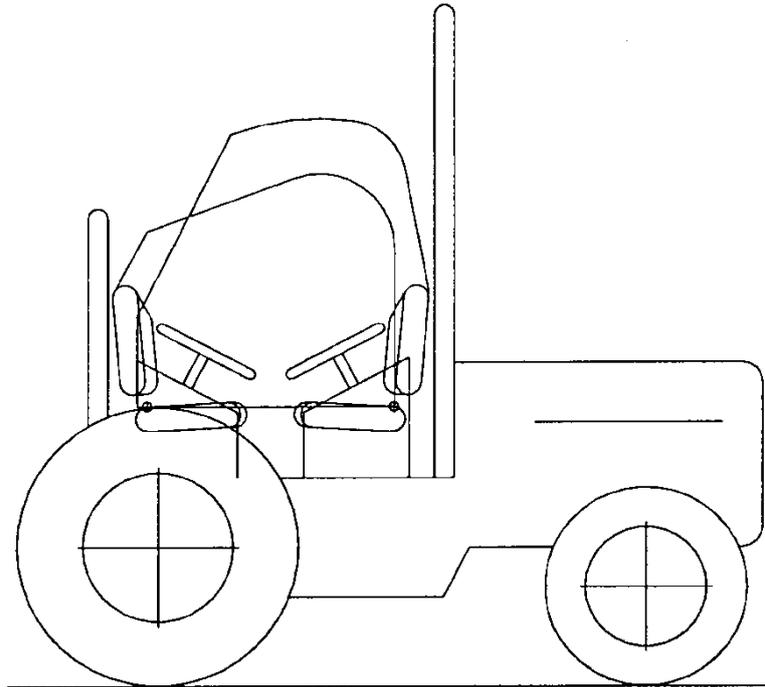
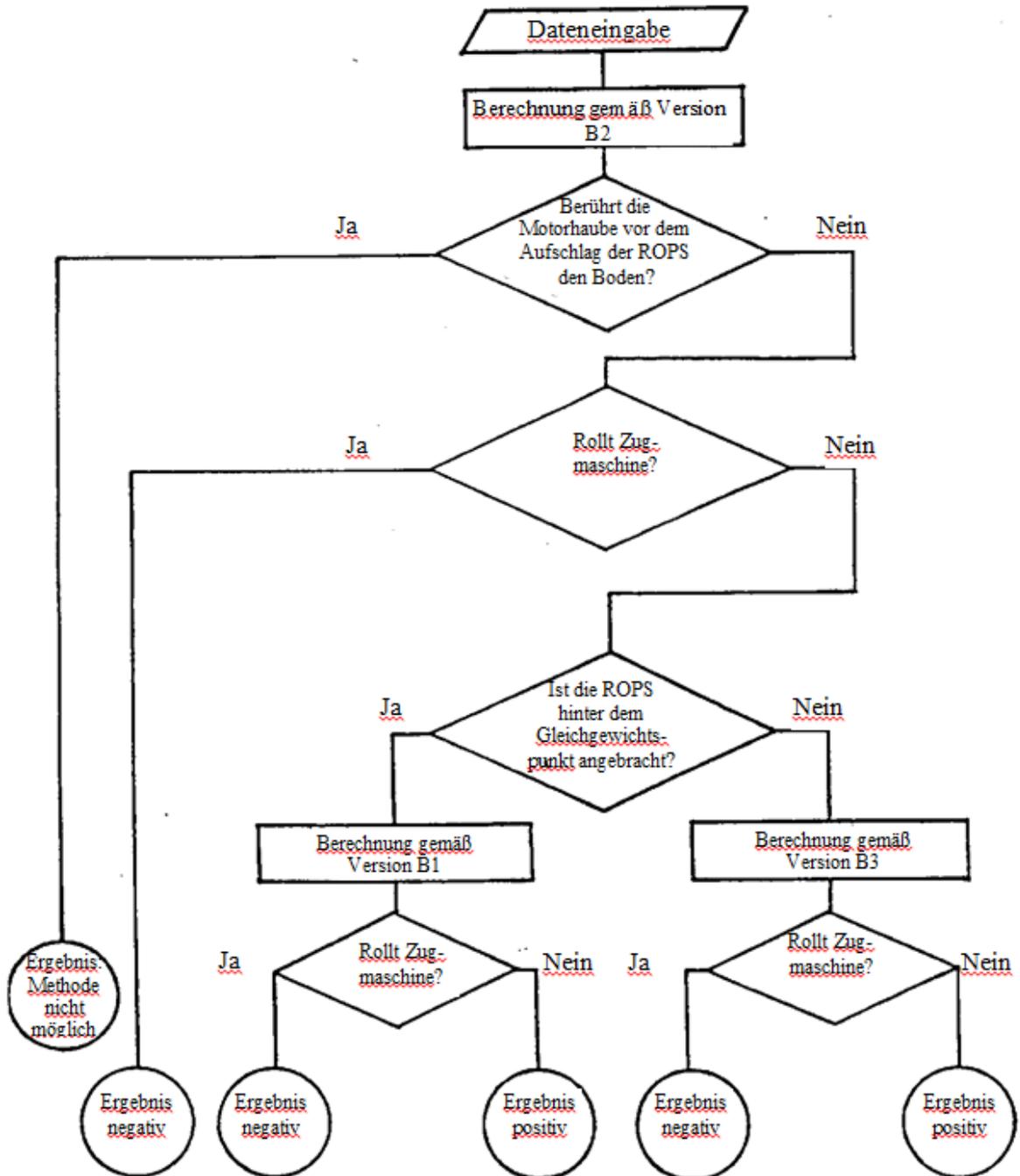


Abbildung 6.3

Flussdiagramm zur Bestimmung des Weiterrollverhaltens einer seitlich umstürzenden Zugmaschine mit einer vorn angebrachten Überrollschutzstruktur (ROPS)



Version B1: ROPS-Aufschlagpunkt hinter längslabilem Gleichgewichtspunkt
 Version B2: ROPS-Aufschlagpunkt nahe längslabilem Gleichgewichtspunkt
 Version B3: ROPS-Aufschlagpunkt vor längslabilem Gleichgewichtspunkt

Abbildung 6.4

Vorrichtung für die Prüfung der Nichtüberschlageigenschaften auf einer geneigten Ebene mit einem Gefälle 1/1,5

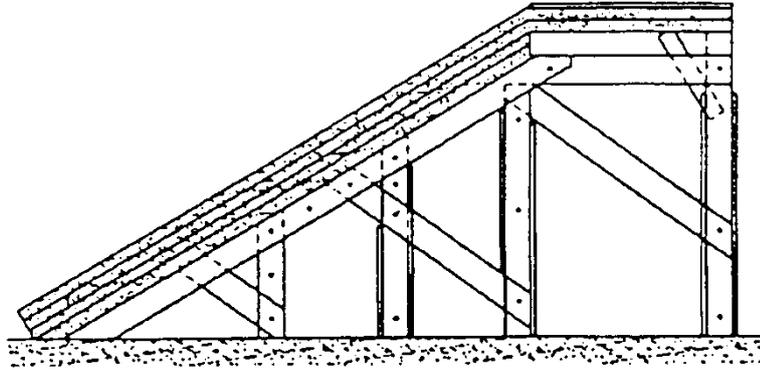
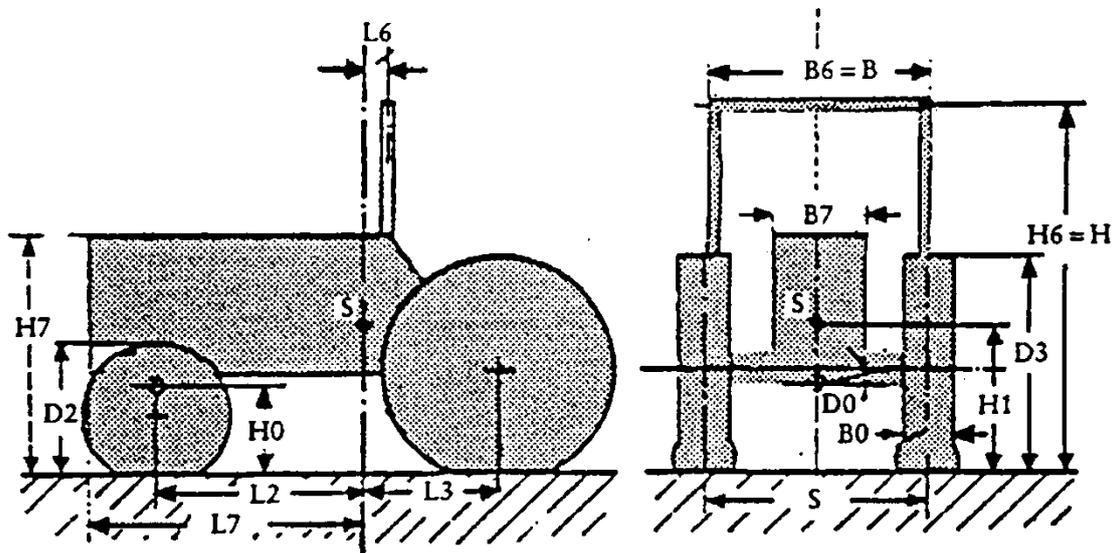


Abbildung 6.5

Notwendige Daten für die Berechnung des Umstürzens einer Zugmaschine mit räumlichem Rollverhalten



Anmerkung: D_2 und D_3 sollten bei voller Achslast gemessen werden.

Abbildungen 6.6.a, 6.6.b, 6.6.c

**Horizontaler Abstand des Schwerpunkts
vom vorderen Schnittpunkt der Schutzstruktur (L6)**

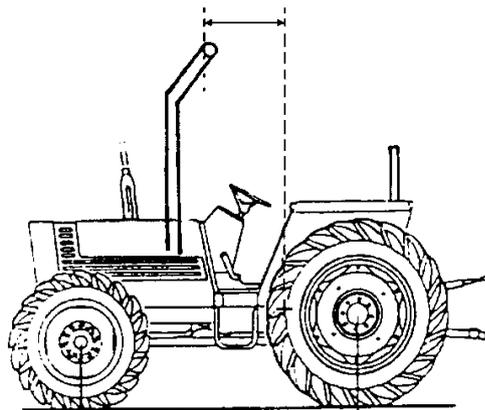
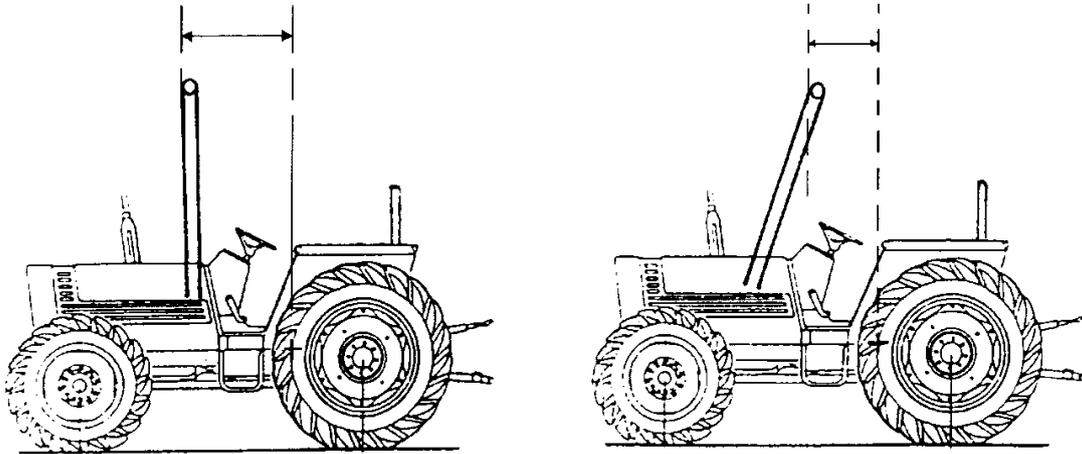


Abbildung 6.7

**Bestimmung der Aufschlagpunkte
zur Messung der Breite der Schutzstruktur (B6)
und der Höhe der Motorhaube (H7)**

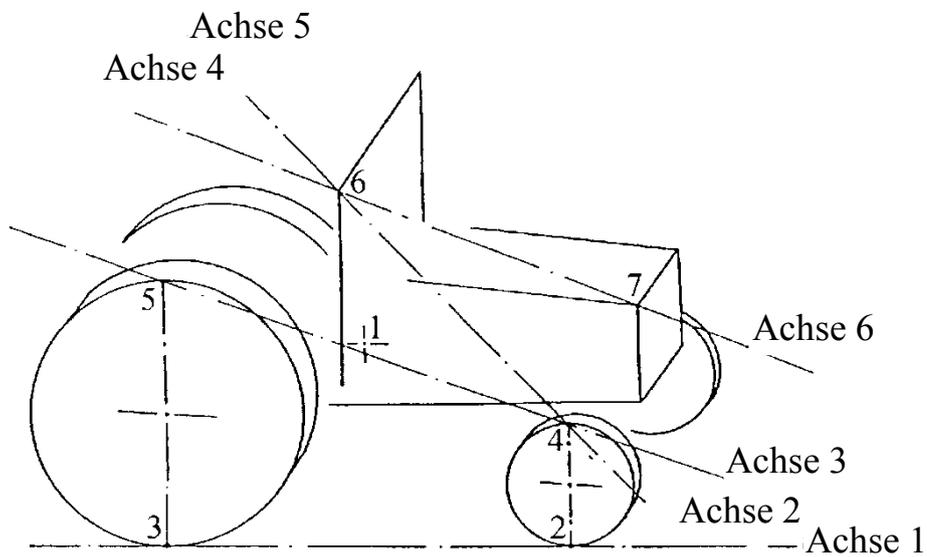
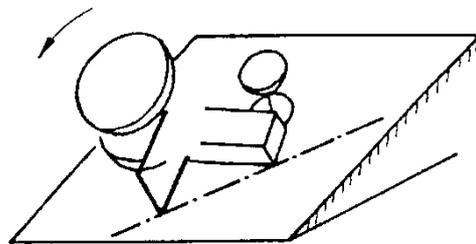
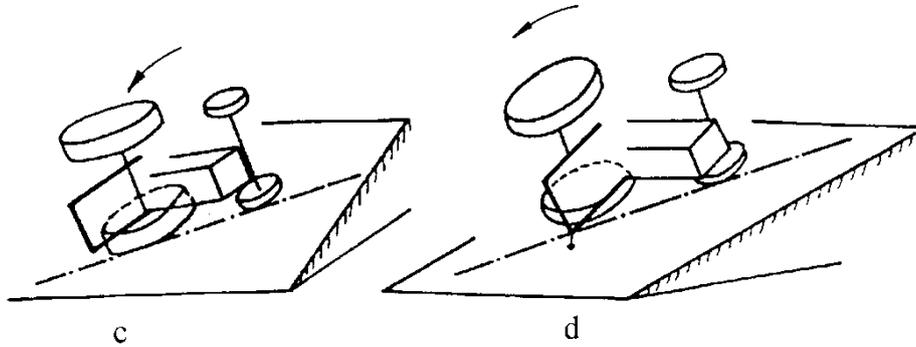


Abbildung 6.8

Höhe des Vorderachsdrehpunkts (H0)

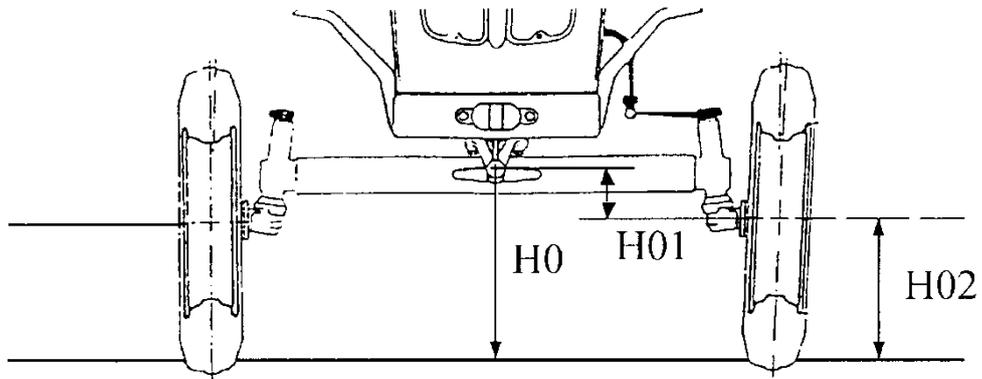


Abbildung 6.9

Spurweite der Hinterachse (S) und Breite der Hinterradreifen (B0)

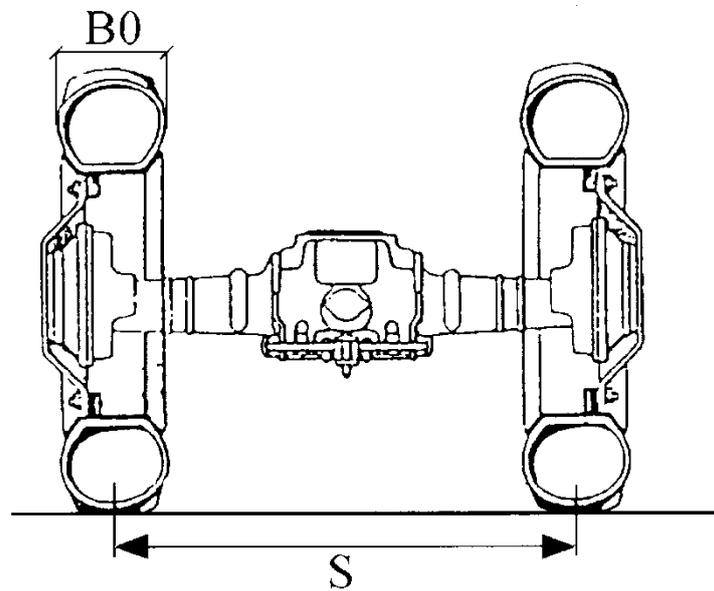


Abbildung 6.10

Beispiel einer Druckprüfungsvorrichtung

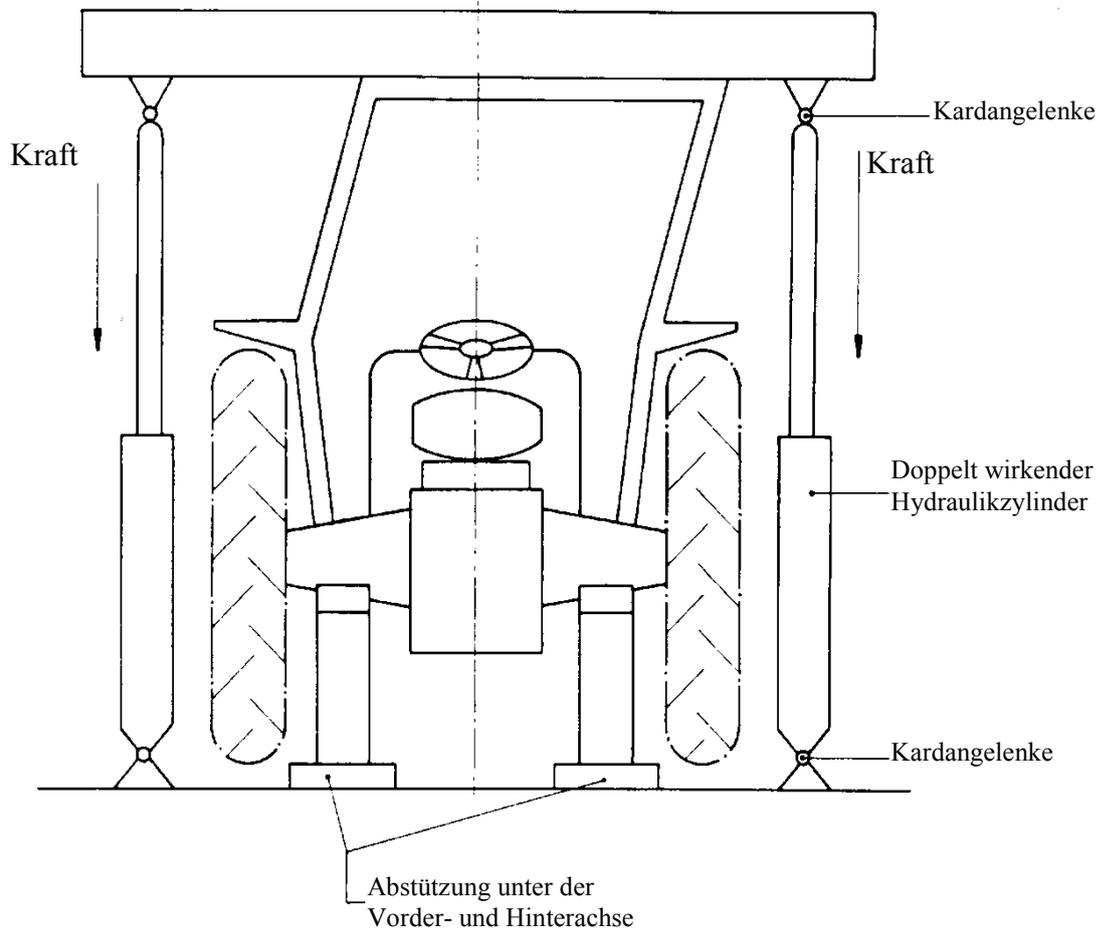
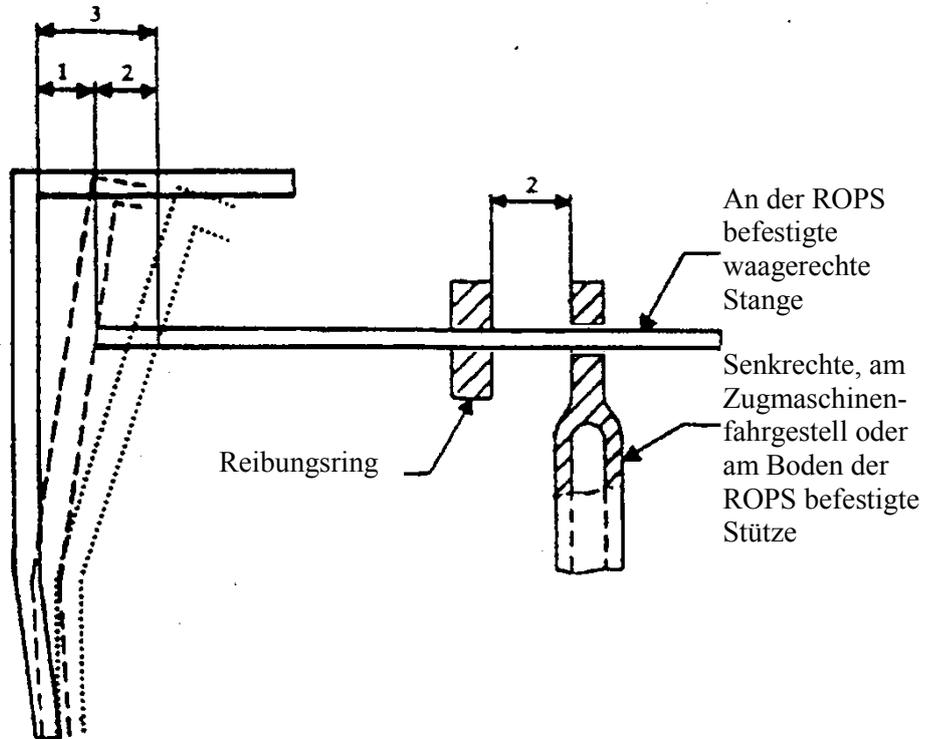


Abbildung 6.11

Beispiel eines Gerätes zur Messung der elastischen Verformung



- 1 – Bleibende Verformung
- 2 – Elastische Verformung
- 3 – Gesamtverformung (bleibende + elastische Verformung)

Abbildung 6.12

Simulierte Bodenlinie

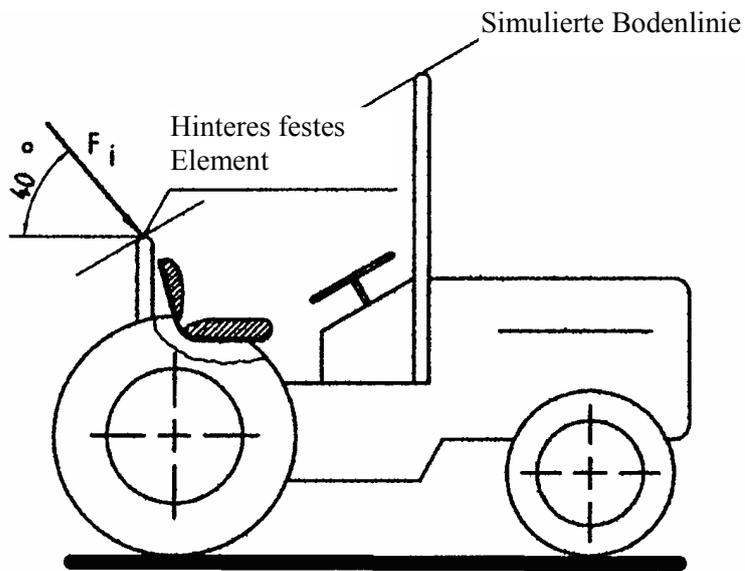


Abbildung 6.13

Mindestbreite des hinteren starren Teils

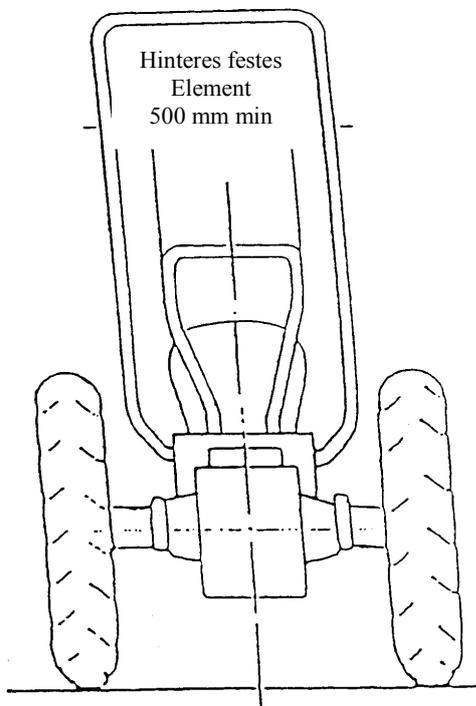
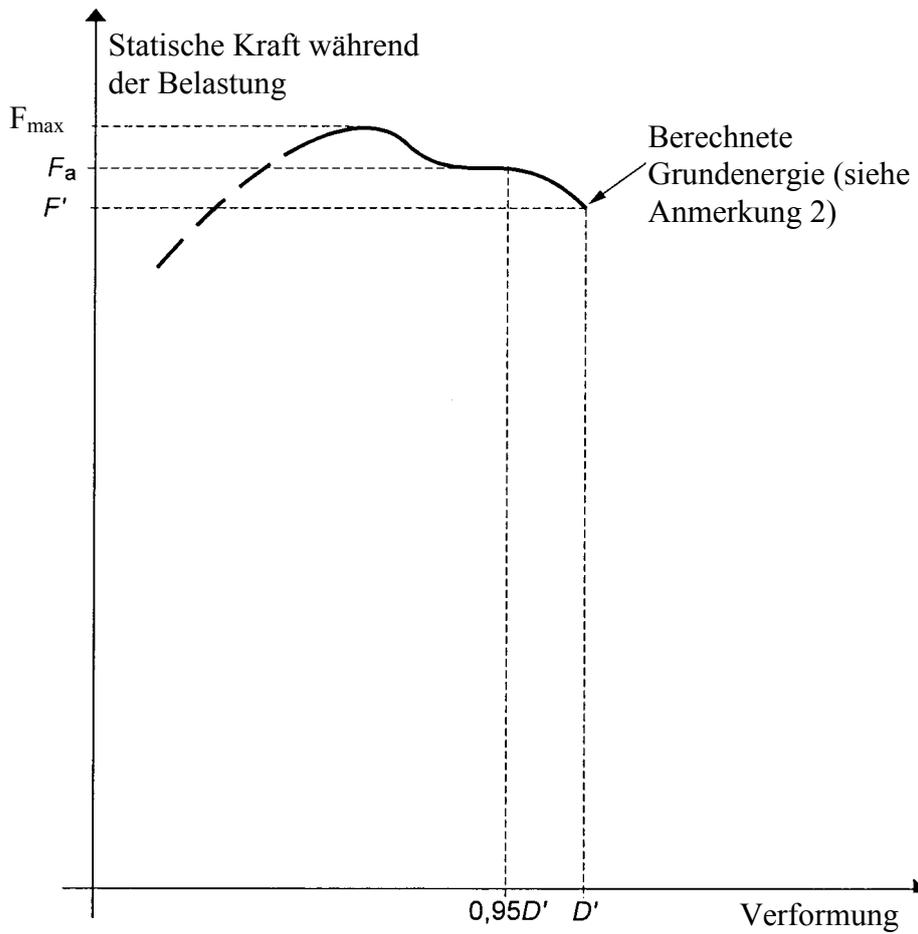


Abbildung 6.14

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung nicht erforderlich**

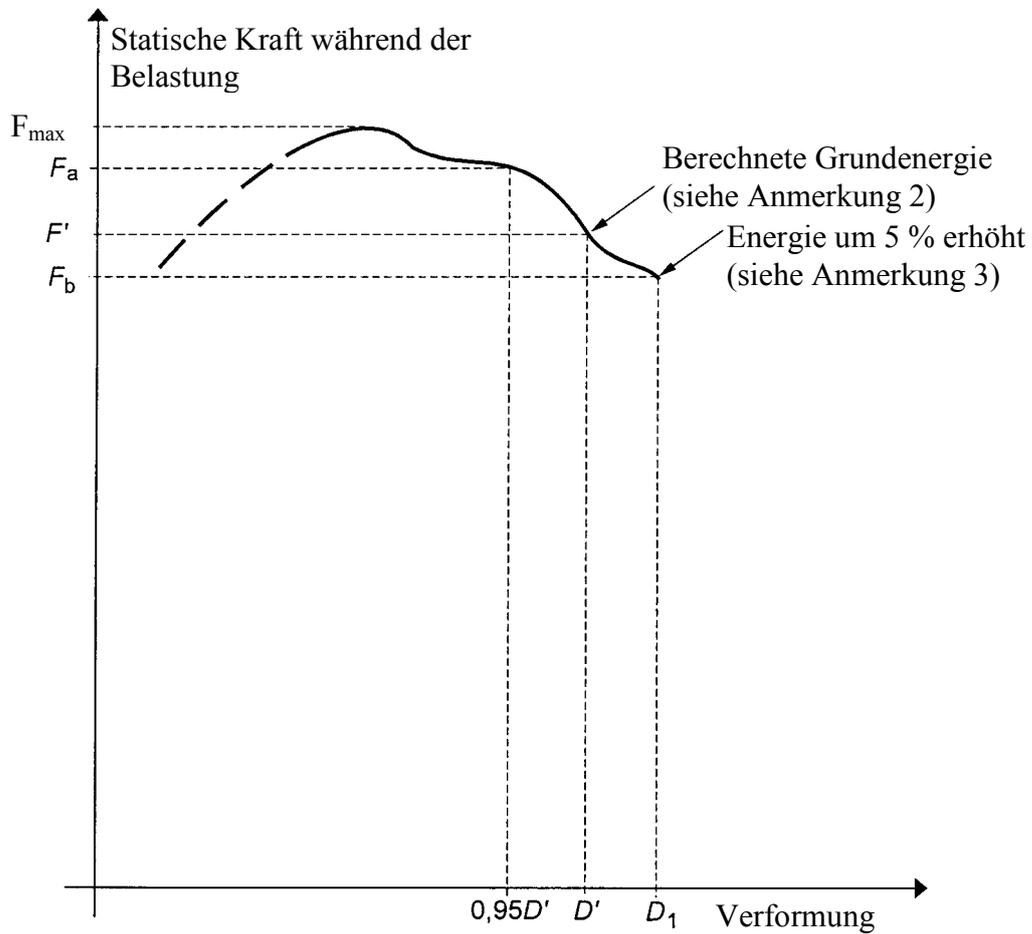


Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der $0,95 D'$ entspricht.
2. Überlastprüfung nicht erforderlich, da $F_a \leq 1,03 F'$.

Abbildung 6.15

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung erforderlich**

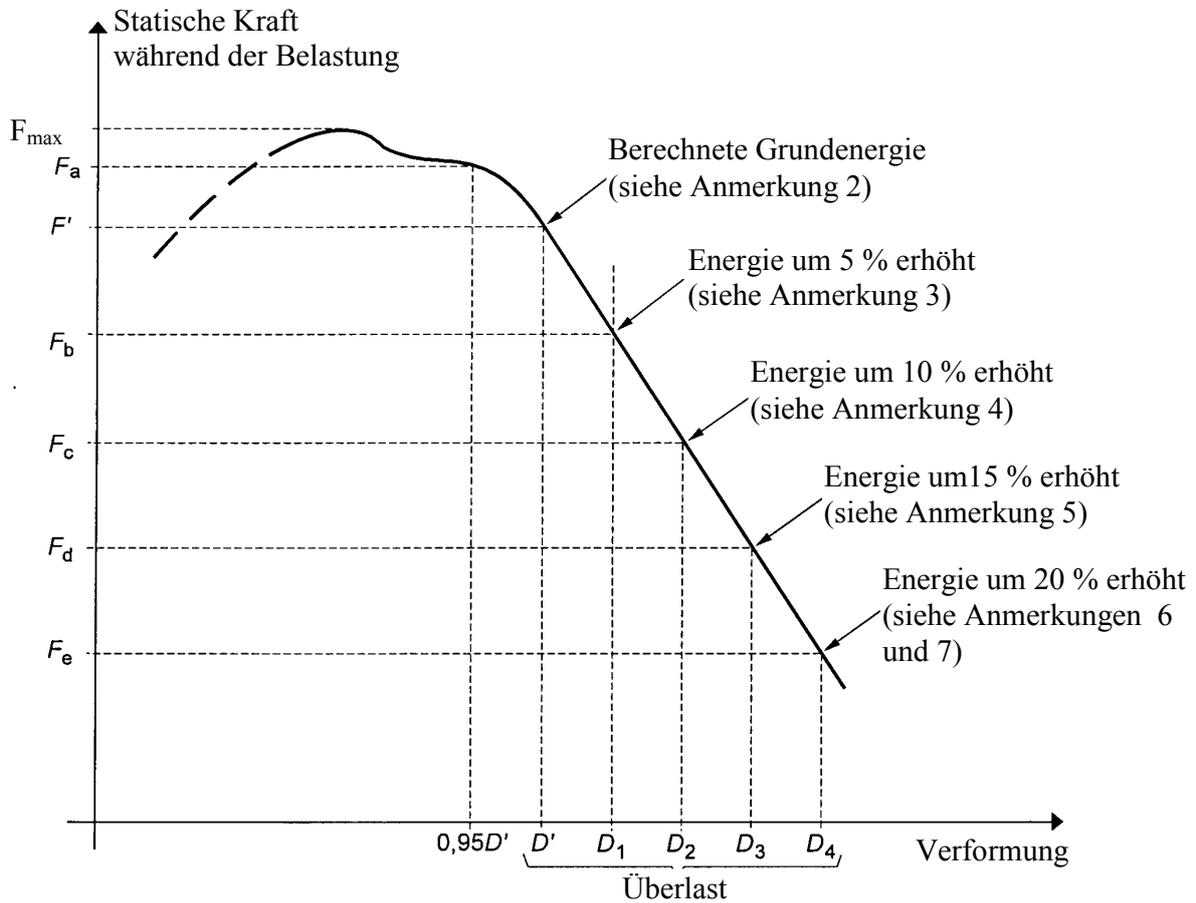


Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der $0,95 D'$ entspricht.
2. Die Überlastprüfung ist erforderlich, da $F_a > 1,03 F'$.
3. Das Ergebnis der Überlastprüfung ist zufriedenstellend, da $F_b > 0,97F'$ und $F_b > 0,8F_{\max}$.

Abbildung 6.16

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung ist fortzusetzen**



Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der $0,95 D'$ entspricht.
2. Überlastprüfung nicht erforderlich, da $F_a > 1,03 F'$.
3. $F_b < 0,97 F'$, daher weitere Überlastung erforderlich.
4. $F_c < 0,97 F_b$, daher weitere Überlastung erforderlich.
5. $F_d < 0,97 F_c$, daher weitere Überlastung erforderlich.
6. Ergebnis der Überlastprüfung zufriedenstellend, wenn $F_e > 0,8 F_{\max}$.
7. Prüfung nicht bestanden, wenn Belastung zu einem beliebigen Zeitpunkt unter $0,8 F_{\max}$.

B2 „DYNAMISCHES“ PRÜFVERFAHREN ALS ALTERNATIVE

In diesem Abschnitt wird das dynamische Prüfverfahren als Alternative zum statischen Verfahren nach Abschnitt B1 dargestellt.

4. VORSCHRIFTEN UND HINWEISE

4.1. Vorbedingungen für die Festigkeitsprüfungen

Siehe Vorschriften für statische Prüfungen.

4.2. Bedingungen für die Prüfung der Festigkeit von Schutzstrukturen und ihrer Befestigung an der Zugmaschine

4.2.1. Allgemeine Vorschriften

Siehe Vorschriften für statische Prüfungen.

4.2.2. Prüfungen

4.2.2.1. Reihenfolge der Prüfungen nach dem dynamischen Verfahren

Unbeschadet der unter den Nummern 4.3.1.6 und 4.3.1.7 erwähnten zusätzlichen Prüfungen werden die Prüfungen in dieser Reihenfolge durchgeführt:

- 1) Belastung der Struktur von hinten**
(siehe Nummer 4.3.1.1);
- 2) Druckprüfung hinten**
(siehe Nummer 4.3.1.4);
- 3) Belastung der Struktur von vorn**
(siehe Nummer 4.3.1.2);
- 4) seitliche Belastung der Struktur**
(siehe Nummer 4.3.1.3);
- 5) Druckprüfung am vorderen Teil der Struktur**
(siehe Nummer 4.3.1.5);

4.2.2.2. Allgemeine Vorschriften

4.2.2.2.1. Bricht oder bewegt sich ein Teil der Haltevorrichtung während einer Prüfung, ist diese Prüfung zu wiederholen.

4.2.2.2.2. Während der Prüfungen dürfen an der Zugmaschine oder an der Schutzstruktur keine Reparaturen oder Einstellungen vorgenommen werden.

4.2.2.2.3. Während der Prüfung befindet sich der Schalthebel der Zugmaschine in Leerlaufstellung, und die Bremsen sind gelöst.

- 4.2.2.2.4. Sind die Räder der Zugmaschine gegen den Fahrzeugrahmen gefedert, ist die Federung während der Prüfungen zu blockieren.
- 4.2.2.2.5. Der erste Aufschlag auf den hinteren Teil der Struktur muss auf der Seite erfolgen, auf der Belastungen nach Ansicht der Prüfbehörden die ungünstigeren Auswirkungen haben. Der seitliche Aufschlag und der Aufschlag von hinten müssen auf beiden Seiten der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen. Der Aufschlag von vorn muss auf derselben Seite der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen wie der seitliche Aufschlag.
- 4.2.3. Annahmekriterien
 - 4.2.3.1. Eine Schutzstruktur gilt hinsichtlich der Festigkeit als zufriedenstellend, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:
 - 4.2.3.1.1. Nach jeder Teilprüfung muss sie frei von Brüchen oder Rissen im Sinne der Nummern 4.3.2.1 sein, oder
 - 3.2.3.1.2. es muss, falls sich bei einer der Prüfungen erhebliche Risse oder Brüche ergeben, eine zusätzliche Prüfung gemäß Nummer 4.3.1.6 oder 4.3.1.7 unmittelbar nach dem Aufschlag bzw. der Druckbelastung vorgenommen werden, die die Ursache für die Risse oder Brüche war;
 - 4.2.3.1.3. kein Teil der Schutzstruktur darf während der Prüfungen, ausgenommen die Überlastprüfung, in die Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 eindringen;
 - 4.2.3.1.4. während der Prüfungen mit Ausnahme der Überlastprüfung müssen gemäß Nummer 4.3.2.2 alle Teile der Freiraumzone innerhalb der Schutzstruktur liegen;
 - 4.2.3.1.5. während der Prüfungen darf die Schutzstruktur keinerlei Druck auf die tragenden Teile des Sitzes ausüben;
 - 4.2.3.1.6. die gemäß Nummer 4.3.2.4 gemessene elastische Verformung muss unter 250 mm liegen.
 - 4.2.3.2. Von keinem Zubehörteil darf eine Gefahr für den Fahrer ausgehen. Es darf kein vorstehendes Teil oder Zubehörteil vorhanden sein, das bei Umsturz der Zugmaschine den Fahrer verletzen oder ihn z. B. an den Füßen oder Beinen einklemmen kann, wenn es zu einer Verformung der Schutzstruktur kommt.
- 4.2.4. [Entfällt]
- 4.2.5. Geräte und Vorrichtungen für dynamische Prüfungen
 - 4.2.5.1. Pendelgewicht
 - 4.2.5.1.1. Ein Gewicht wird als Pendel bifilar mit Ketten oder Drahtseilen an zwei Punkten aufgehängt, die sich mindestens 6 m über dem Boden befinden. Es sind Einrichtungen vorzusehen, mit denen die Fallhöhe des Gewichts und der Winkel zwischen Gewicht

und Halteketten bzw. Halteseilen unabhängig voneinander eingestellt werden können.

4.2.5.1.2. Die Masse des Pendelgewichts muss ohne Halteketten oder -seile $2\,000 \pm 20$ kg betragen, wobei die Ketten oder Seile selbst nicht schwerer als 100 kg sein dürfen. Die Seitenlänge der Aufschlagfläche muss 680 ± 20 mm betragen (siehe Abbildung 6.26). Das Gewicht ist so mit Material zu füllen, dass sein Schwerpunkt sich nicht verschiebt und mit der geometrischen Mitte des Quaders zusammenfällt.

4.2.5.1.3. Der Quader ist mit dem System zu verbinden, das es durch eine Schnellauslöseeinrichtung nach hinten zieht, die so konstruiert und angebracht ist, dass das Pendelgewicht freigegeben werden kann, ohne dass dadurch der Quader um seine Horizontalachse senkrecht zur Schwingungsebene des Pendels schwingt.

4.2.5.2. Halterung des Pendels

Die Drehpunkte des Pendels sind starr zu befestigen, so dass sie sich in keiner Richtung um mehr als 1 % der Fallhöhe verschieben können.

4.2.5.3. Verspannungen

4.2.5.3.1. Verankerungsschienen in der erforderlichen Spurweite und in einem Abstand, der für das Verspannen der Zugmaschine in allen abgebildeten Fällen (siehe Abbildungen 6.23, 6.24 und 6.25) erforderlich ist, sind an einer nicht nachgebenden Platte unter dem Pendel starr zu befestigen.

4.2.5.3.2. Die Zugmaschine ist an den Schienen mit Drahtseilen mit Rundlitze und Faserkern, Bauart 6 x 19 gemäß ISO 2408:2004, Nenndurchmesser 13 mm, zu verspannen. Die Metalllitzen müssen eine Mindestbruchfestigkeit von 1770 MPa aufweisen.

4.2.5.3.3. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der zentrale Gelenkpunkt in geeigneter Weise für alle Prüfungen abzustützen und zu verspannen. Für den seitlichen Schlag ist er zusätzlich von der dem Aufschlag gegenüber liegenden Seite abzustützen. Vorder- und Hinterräder brauchen nicht unbedingt zu fluchten, wenn dies die geeignete Anbringung der Spannkabel erleichtert.

4.2.5.4. Kantholz zum Blockieren der Räder

4.2.5.4.1. Zum Blockieren der Räder bei den Schlagprüfungen wird ein Balken aus Weichholz mit einem Querschnitt von 150 mm mal 150 mm verwendet (siehe Abbildungen 6.27, 6.28 und 6.29).

4.2.5.4.2. Bei den seitlichen Schlagprüfungen wird zum Blockieren der Felge an der der Aufschlagrichtung entgegengesetzten Seite ein Balken aus Weichholz am Boden befestigt (siehe Abbildung 6.29).

4.2.5.5. Abstützungen und Verspannungen für Zugmaschinen mit Knicklenkung

4.2.5.5.1. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung sind zusätzliche Abstützungen und Verspannungen vorzusehen. Sie sollen sicherstellen, dass der Teil der Zugmaschine, an dem die Schutzstruktur befestigt ist, ebenso steif ist wie bei Zugmaschinen ohne

Knicklenkung.

4.2.5.5.2. Weitere Einzelheiten zu den Aufschlag- und Druckprüfungen sind unter Nummer 4.2.3.1 angegeben.

4.2.5.6. Reifendruck und Reifenverformung

4.2.5.6.1. Die Zugmaschinenreifen dürfen keinen Flüssigkeitsballast haben; sie müssen auf den Druck aufgepumpt sein, den der Zugmaschinenhersteller für Feldarbeit angibt.

4.2.5.6.2. Die Verspannungen müssen in jedem einzelnen Fall so gespannt werden, dass die Reifen eine Verformung von 12 % ihrer vor der Verspannung gemessenen Reifenwandhöhe (Abstand zwischen Boden und dem untersten Punkt der Felge) erfahren.

4.2.5.7. Vorrichtung für die Druckprüfung

Mit einer Vorrichtung gemäß Abbildung 6.10 muss es möglich sein, eine nach unten gerichtete Kraft auf die Schutzstruktur über einen ca. 250 mm breiten steifen Balken auszuüben, der mit der Belastungsvorrichtung über Kardangelenke verbunden ist. Die Achsen der Zugmaschine sind so abzustützen, dass die Reifen der Zugmaschine die Drucklast nicht zu tragen haben.

4.2.5.8. Messvorrichtungen

Folgende Messvorrichtungen werden benötigt:

4.2.5.8.1. ein Gerät zur Messung der elastischen Verformung (Differenz zwischen der höchsten momentanen Verformung und der bleibenden Verformung, siehe Abbildung 6.11);

4.2.5.8.2. ein Gerät, mit dem überprüft werden kann, ob die Schutzstruktur nicht in die Freiraumzone eingedrungen ist und die Freiraumzone während der Prüfung innerhalb des Schutzbereiches der Schutzstruktur geblieben ist (siehe Nummer 4.3.2.2).

4.3. *Dynamisches Prüfverfahren*

4.3.1. Schlag- und Druckprüfungen

4.3.1.1. Schlag von hinten

4.3.1.1.1. Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht die Schutzstruktur trifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts und die tragenden Ketten oder Drahtseile zur vertikalen Ebene A in einem Winkel stehen, dessen Wert $M/100$ ist und höchstens 20° betragen darf, es sei denn die Schutzstruktur steht am Berührungspunkt während der Verformung in einem größeren Winkel zur vertikalen Ebene. In diesem Fall ist die Schlagfläche des Gewichts durch zusätzliche Mittel so einzustellen, dass die Fläche im Augenblick der größten Verformung am Aufschlagpunkt parallel zur Schutzstruktur liegt, wobei die tragenden Ketten oder Drahtseile in dem oben angegebenen Winkel verbleiben.

Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um

den Aufschlagpunkt dreht.

Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist ein Punkt zu wählen, der bei etwaigem Umstürzen der Zugmaschine nach rückwärts den Boden zuerst berühren würde, normalerweise also der obere Rand. Der Schwerpunkt des Gewichts muss in Ruhestellung ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur am Aufschlagpunkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe der Schlag dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

- 4.3.1.1.2. Die Zugmaschine ist am Boden mit vier Drahtseilen zu verspannen, jeweils eines an jedem Ende der beiden Achsen gemäß Abbildung 6.27. Die vorderen und rückwärtigen Befestigungspunkte müssen so weit entfernt sein, dass die Drahtseile einen Winkel von weniger als 30° mit dem Boden bilden. Die rückwärtigen Verspannungen müssen außerdem so angebracht sein, dass der Konvergenzpunkt der beiden Drahtseile in der vertikalen Ebene liegt, auf der sich der Schwerpunkt des Blocks bewegt.

Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die unter Nummer 4.2.5.6.2 genannten Verformungen erfahren. Nach dem Verspannen der Halteseile ist ein Kantholz an der Vorderseite der Hinterräder anzulegen und am Boden zu befestigen.

- 4.3.1.1.3. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm abzustützen und fest am Boden zu verspannen.

- 4.3.1.1.4. Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden Formeln entsprechend der Bezugsmasse der zu prüfenden kompletten Zugmaschine bestimmt wird:

$$H = 25 + 0,07 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

- 4.3.1.1.5. Für Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) gelten dieselben Formeln.

- 4.3.1.2. Schlag von vorn

- 4.3.1.2.1. Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht die Schutzstruktur trifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts und die tragenden Ketten oder Drahtseile zur vertikalen Ebene A in einem Winkel stehen, dessen Wert $M/100$ ist und höchstens 20° betragen darf, es sei denn, die Schutzstruktur steht am Berührungspunkt während der Verformung in einem größeren Winkel zur vertikalen Ebene. In diesem Fall ist die Schlagfläche des Gewichts durch zusätzliche

Mittel so einzustellen, dass die Fläche im Augenblick der größten Verformung am Aufschlagpunkt parallel zur Schutzstruktur liegt, wobei die tragenden Ketten oder Drahtseile in dem oben angegebenen Winkel verbleiben.

Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um den Aufschlagpunkt dreht.

Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist ein Punkt zu wählen, der bei etwaigem Umstürzen der Zugmaschine seitwärts bei der Vorwärtsfahrt den Boden zuerst berühren würde, normalerweise also die vordere obere Ecke. Der Schwerpunkt des Gewichts muss in Ruhestellung ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur am Aufschlagpunkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe der Schlag dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

4.3.1.2.2.

Die Zugmaschine ist am Boden mit vier Drahtseilen zu verspannen, jeweils eines an jedem Ende der beiden Achsen gemäß Abbildung 6.28. Die vorderen und rückwärtigen Befestigungspunkte müssen so weit entfernt sein, dass die Drahtseile einen Winkel von weniger als 30° mit dem Boden bilden. Die rückwärtigen Verbindungen müssen außerdem so angebracht sein, dass der Konvergenzpunkt der beiden Drahtseile in der vertikalen Ebene liegt, auf der sich der Schwerpunkt des Blocks bewegt.

Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die unter Nummer 4.2.5.6.2 genannten Verformungen erfahren. Nach dem Verspannen der Halteseile ist ein Kantholz an der Hinterseite der Hinterräder anzulegen und am Boden zu befestigen.

4.3.1.2.3.

Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm abzustützen und fest am Boden zu verspannen.

4.3.1.2.4.

Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden Formeln entsprechend der Bezugsmasse der zu prüfenden kompletten Zugmaschine bestimmt wird:

$$H = 25 + 0,07 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

4.3.1.2.5.

Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) ist, je nachdem, welcher Wert größer ist, das Ergebnis der obigen Formel oder der nachstehenden Formeln zu wählen:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M \times L^2$$

oder

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

4.3.1.3. Schlagprüfung seitlich

4.3.1.3.1.

Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht auf die Schutzstruktur auftrifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts mit den Halteketten bzw. Halteseilen eine Senkrechte bildet, es sei denn die Schutzstruktur steht an der Aufschlagstelle während der Verformung in einem kleineren Winkel als 20° zur vertikalen Ebene. In diesem Fall muss die Schlagfläche des Gewichts durch eine Zusatzeinrichtung parallel zur Schlagfläche an der Schutzstruktur im Augenblick der größten Verformung ausgerichtet werden; die Halteketten bzw. Halteseile bleiben dabei senkrecht.

Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um den Aufschlagpunkt dreht.

Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist ein Punkt zu wählen, der bei etwaigem Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite den Boden zuerst berühren würde.

4.3.1.3.2.

Die Zugmaschinenräder auf der Aufschlagseite müssen am Boden mit Drahtseilen befestigt werden, die über die entsprechenden Enden der Vorder- und Hinterachsen verlaufen. Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die unter Nummer 4.2.5.6.2 genannten Verformungen erfahren.

Nach dem Anspannen der Seile ist ein Kantholz auf den Boden zu legen, auf der dem Aufschlag entgegengesetzten Seite gegen die Reifen zu drücken und dann am Boden zu befestigen. Wenn die Außenseiten der Vorder- und Hinterreifen nicht in der gleichen Ebene liegen, können zwei Kanthölzer erforderlich sein. Dann ist eine Stütze gemäß Abbildung 6.29 an der Felge des am stärksten belasteten Rades anzusetzen, das sich gegenüber dem Aufschlag befindet, fest gegen die Felge zu schieben und dann am Boden zu befestigen. Die Länge der Stütze ist so zu wählen, dass sie mit dem Boden einen Winkel von $30 \pm 3^\circ$ bildet, wenn sie an der Felge angesetzt ist. Außerdem muss ihre Breite möglichst zwischen 20- und 25-mal geringer als ihre Länge und zwei- bis dreimal kleiner sein als ihre Höhe. Die Stützen müssen an beiden Enden gemäß Abbildung 6.29 geformt sein.

4.3.1.3.3.

Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm und zusätzlich seitlich durch eine Vorrichtung ähnlich der Stütze, die das Hinterrad festhält, abzustützen (siehe Nummer 4.3.1.3.2) abzustützen. Der Gelenkpunkt ist dann fest am Boden zu verspannen.

4.3.1.3.4.

Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden Formeln entsprechend der Bezugsmasse der zu prüfenden kompletten Zugmaschine bestimmt wird:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_0 + B) / 2B$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

4.3.1.3.5.

Bei Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) ist, je nachdem, welcher Wert größer ist, das Ergebnis der obigen Formel oder der nachstehenden Formeln zu wählen:

$$H = 25 + 0,2 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

4.3.1.4.

Druckprüfung hinten

Es gelten die Bestimmungen nach Teil B1 Nummer 3.3.1.4.

4.3.1.5.

Druckprüfung vorn

Es gelten die Bestimmungen nach Teil B1 Nummer 3.3.1.5.

4.3.1.6.

Zusätzliche Schlagprüfungen

Entstehen bei einer Schlagprüfung Brüche oder Risse, die nicht vernachlässigbar sind, ist eine zweite ähnliche Schlagprüfung, jedoch mit einer Fallhöhe von

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

unmittelbar nach der Schlagprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat, wobei „a“ das am Aufschlagpunkt ermittelte Verhältnis der bleibenden Verformung (**Dp** = permanent deformation) zur elastischen Verformung (**De** = elastic deformation) angibt:

$$a = Dp / De$$

Die Messung erfolgt am Aufschlagpunkt. Die zusätzliche bleibende Verformung durch den zweiten Schlag darf 30 % der bleibenden Verformung durch den ersten Schlag nicht übersteigen.

Um die zusätzliche Prüfung durchführen zu können, muss die elastische Verformung bei sämtlichen Schlagprüfungen gemessen werden.

4.3.1.7.

Zusätzliche Druckprüfungen

Entstehen bei einer Druckprüfung erhebliche Brüche oder Risse, ist eine zweite ähnliche Druckprüfung, jedoch mit einer Kraft von **1.2 F_v**, unmittelbar nach der Druckprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat.

4.3.2.

Durchzuführende Messungen

4.3.2.1.

Brüche und Risse

Nach jeder Prüfung sind die tragenden Teile, Verbindungen und Befestigungsteile einer Sichtprüfung auf Brüche oder Risse zu unterziehen, wobei jedoch kleine Risse an unbedeutenden Teilen nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Risse, die durch die Kanten des Pendelgewichts verursacht wurden, können vernachlässigt werden.

4.3.2.2.

Eindringen in die Freiraumzone

Bei jedem Versuch ist die Schutzstruktur daraufhin zu prüfen, ob Teile davon in die Freiraumzone um den Fahrersitz gemäß Nummer 1.6 eingedrungen sind.

Außerdem darf die Freiraumzone nicht außerhalb der Schutzzone der Schutzstruktur liegen. Dieser Fall liegt vor, wenn ein Teil der Freiraumzone nach dem Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite, an der die Belastung aufgebracht wurde, mit dem Boden in Berührung kommen würde. Bei dieser Prüfung werden die vom Hersteller für Reifen und Spurweite angegebenen kleinsten Standardwerte zugrunde gelegt.

4.3.2.3.

Prüfungen am hinteren festen Element

Ist die Zugmaschine mit einem hinter dem Fahrersitz angebrachten starren Teil, Gehäuse oder sonstigen festen Element ausgestattet, wird angenommen, dass dieses Element bei einem Umsturz nach hinten oder zur Seite einen Auflagepunkt bildet. Dieses feste Element hinter dem Fahrersitz muss ohne Bruch oder Eindringen in die Freiraumzone einer nach abwärts gerichteten Kraft F_i widerstehen, wobei

$$F_i = 15 M$$

in der Mittelebene der Zugmaschine senkrecht auf den oberen Teil des Rahmens aufgebracht wird. Die Richtung der eingeleiteten Kraft muss zu Beginn der Belastung mit einer parallel zum Boden verlaufenden Geraden einen Winkel von 40° bilden (siehe Abbildung 6.12). Die Mindestbreite dieses starren Teils muss 500 mm betragen (siehe Abbildung 6.13).

Außerdem muss es von ausreichender Steifigkeit und an der Zugmaschine hinten fest angebracht sein.

4.3.2.4.

Elastische Verformung (bei seitlichem Aufschlag)

Die elastische Verformung ist $(810 + a_v)$ mm über dem Indexpunkt in einer vertikalen Ebene zu messen, die durch den Aufschlagspunkt führt. Für diese Messung sind Geräte ähnlich dem in Abbildung 6.11 dargestellten zu verwenden.

4.3.2.5.

Bleibende Verformung

Nach der letzten Druckprüfung wird die bleibende Verformung der Schutzstruktur ermittelt. Zu diesem Zweck wird vor der Prüfung die Lage der wesentlichen Teile der Schutzstruktur gegenüber dem Sitz-Index-Punkt festgestellt.

4.4.

Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen

Es gelten die Bestimmungen in Abschnitt 3.4 des Teils B1 dieses Anhangs.

4.5. [Entfällt]

4,6. ***Verhalten von Schutzstrukturen bei niedrigen Temperaturen***

Es gelten die Bestimmungen in Abschnitt 3.6 des Teils B1 dieses Anhangs.

4.7. [Entfällt]

Abbildung 6.26

Pendelgewicht mit tragenden Ketten oder Drahtseilen

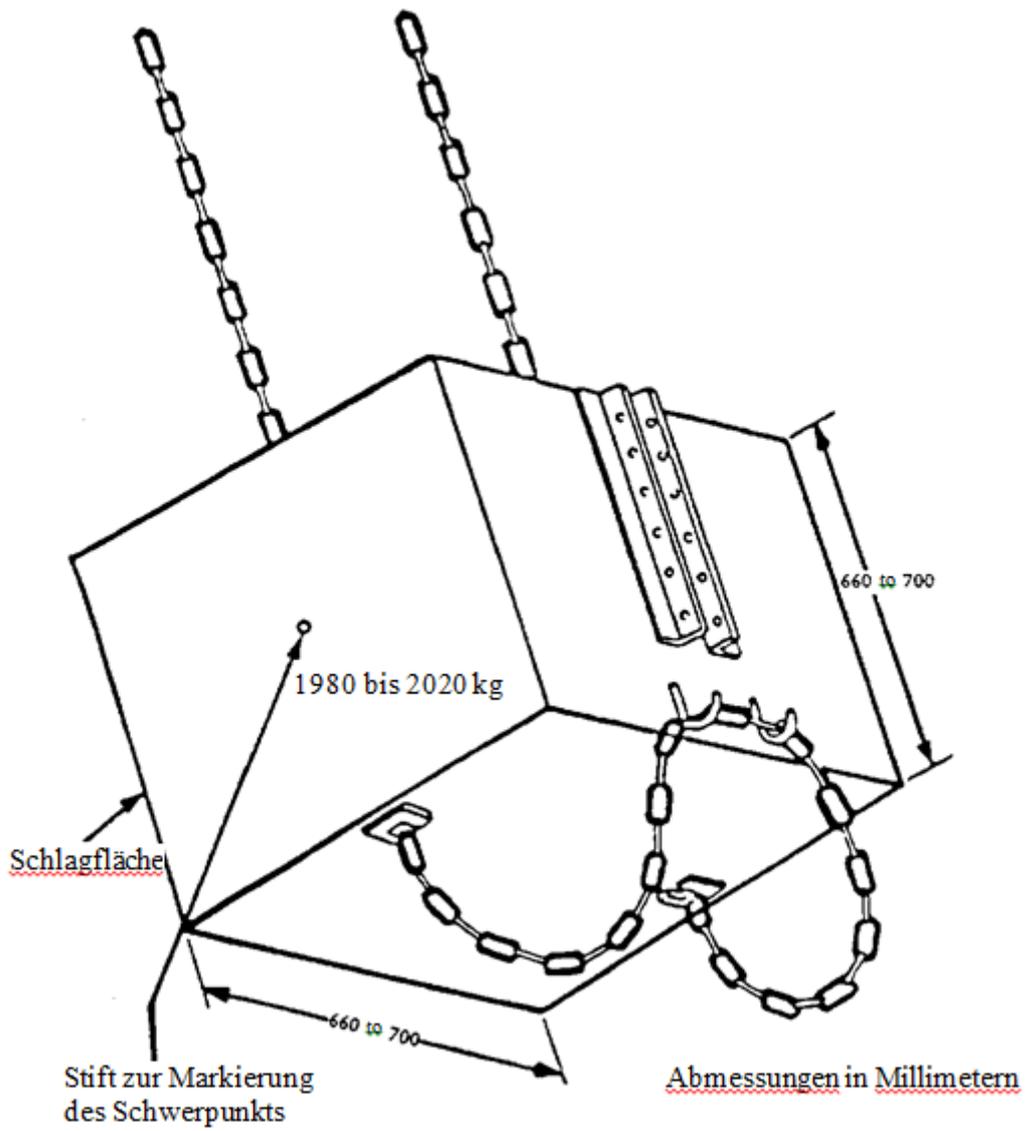


Abbildung 6.27

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (Schlagprüfung hinten)

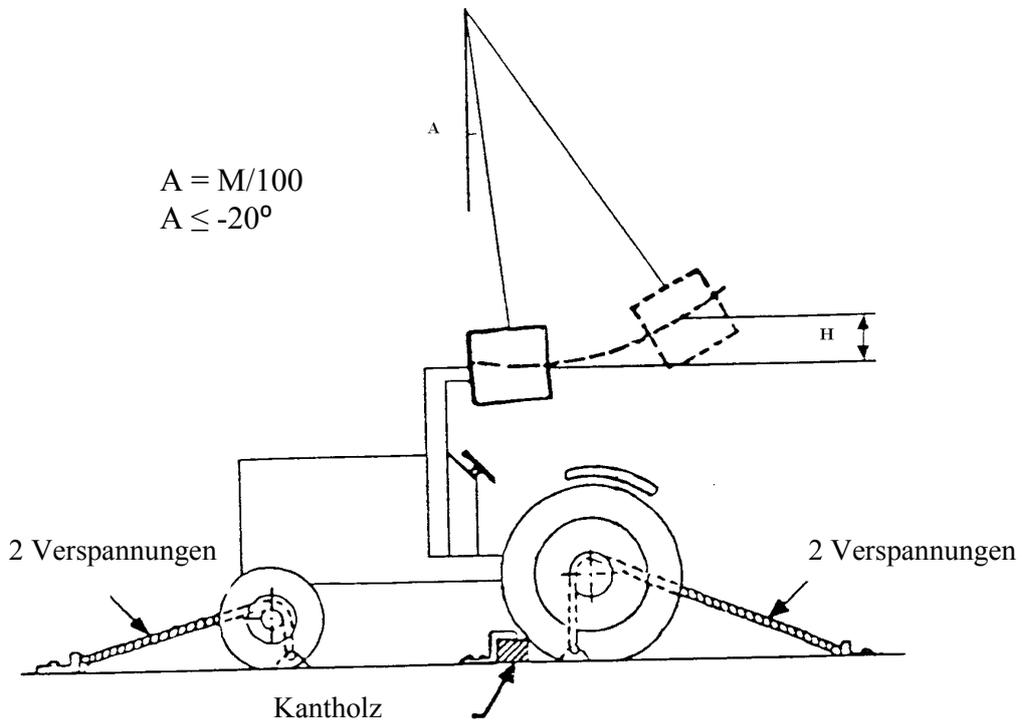


Abbildung 6.28

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (Schlagprüfung vorn)

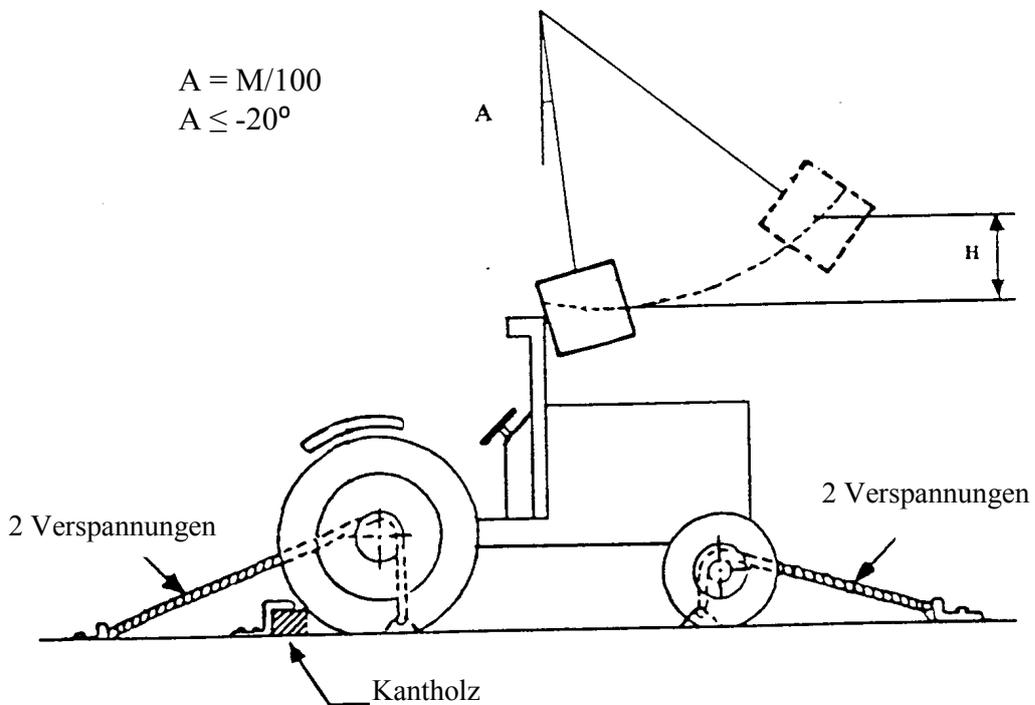
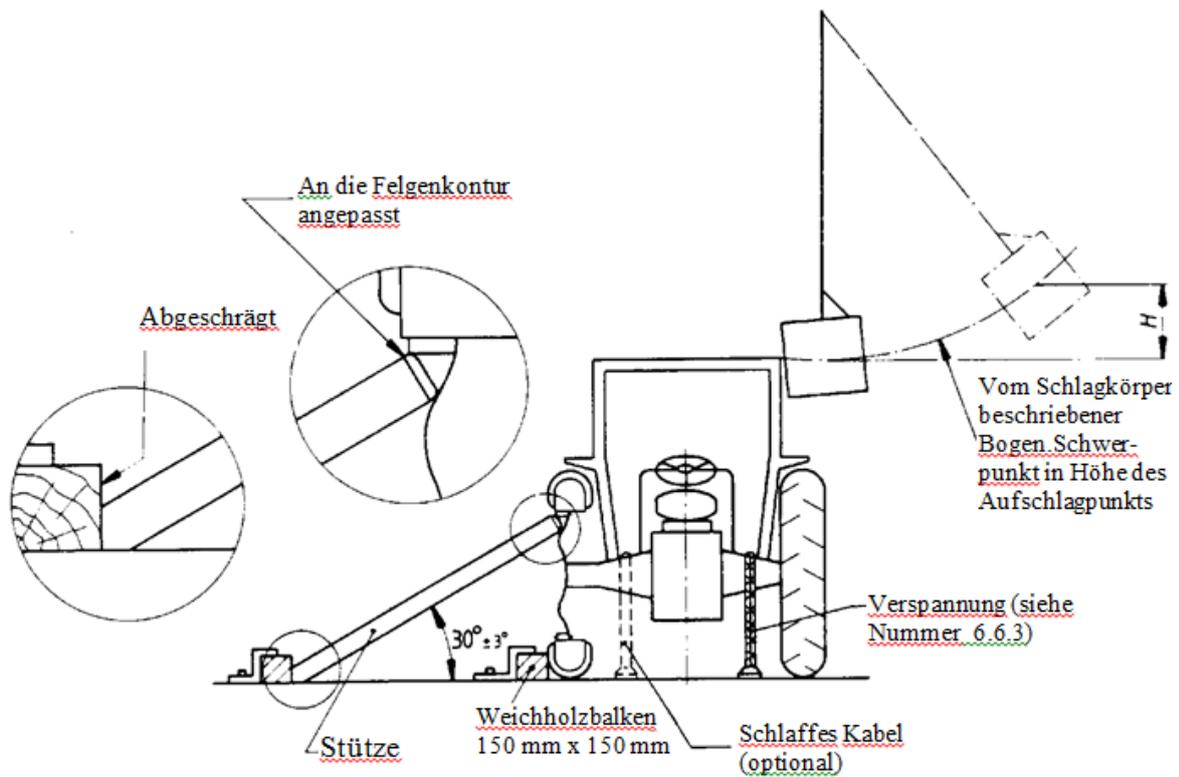


Abbildung 6.29

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (seitliche Schlagprüfung)



Balken gegen die Seiten von Vorder- und Hinterrädern festgestellt,
Stütze nach Verankerung gegen die Felge verkeilt.

B3: LEISTUNGSANFORDERUNGEN FÜR EINKLAPPBARE ROPS

5.1. Anwendungsbereich

Dieses Verfahren bietet Mindestleistungs- und Prüfungsanforderungen für vorn angebrachte einklappbare ROPS.

5.2. Erläuterung der bei der Durchführung der Untersuchung verwendeten Begriffe:

5.2.1. *Handbetätigte einklappbare ROPS* bezeichnet eine vorn angebrachte Schutzstruktur mit zwei Pfosten, die vom Bediener direkt von Hand aus- oder eingeklappt wird (mit oder ohne Teilunterstützung).

5.2.2. *Automatisch einklappbare ROPS* bezeichnet eine vorn angebrachte Schutzstruktur mit zwei Pfosten, deren Aus- oder Einklappen voll unterstützt wird.

5.2.3. *Verriegelungssystem* bezeichnet eine Einrichtung mit der die ROPS von Hand oder automatisch in aus- oder eingeklappter Stellung fixiert wird.

5.2.4. *Griffbereich* bezeichnet den von Hersteller festgelegten Teil der ROPS und/oder einen an der ROPS angebrachten zusätzlichen Griff, an dem das Aus- oder Einklappen durch den Bediener zulässig ist.

5.2.5. *Zugänglicher Teil des Griffbereichs* bezeichnet den Bereich, den der Bediener beim Aus- oder Einklappen handhabt. Dieser Teil ist mit Bezug auf die geometrische Mitte der Querschnitte des Griffbereichs festzulegen.

5.2.6. *Quetschstelle* bezeichnet eine gefährliche Stelle, an der Teile sich gegeneinander oder gegen feste Teile bewegen, so dass Personen oder Körperteile gequetscht werden können.

5.2.7. *Scherstelle* bezeichnet eine Gefahrenstelle, an der sich Teile aneinander oder an anderen Teilen so vorbeibewegen, dass Personen oder Körperteile gequetscht oder durchtrennt werden können.

5.3. Handbetätigte einklappbare ROPS

5.3.1. Vorbedingungen für die Prüfung

Die manuelle Handhabung erfolgt durch einen stehenden Bediener mit einem oder mehreren Griffen an den Griffbereich des Überrollbügels. Dieser Bereich ist so auszulegen, dass er keine scharfen Kanten und Ecken oder raue Oberflächen aufweist, die den Bediener verletzen könnten.

Der Griffbereich muss klar und dauerhaft gekennzeichnet sein (Abbildung 6.20).

Dieser Bereich kann sich auf einer oder beiden Seiten der Zugmaschine befinden; es kann sich um ein Konstruktionsteil des Überrollbügels oder um zusätzliche Handgriffe handeln. In diesem Bereich dürfen durch das manuelle Aus- oder Einklappen des Überrollbügels keine Gefahren für den Bediener durch Scheren, Quetschen oder unkontrollierbare Bewegungen entstehen (zusätzliche Anforderung).

Drei zugängliche Bereiche mit jeweils unterschiedlich hoher zulässiger Kraft werden in

Bezug auf die durch den Boden gebildete horizontale Ebene und die die äußeren Teile der Zugmaschine berührenden senkrechten Ebenen, welche die Position oder die Positionsänderung des Bedieners begrenzen, festgelegt (Abbildung 6.21).

Bereich I: bequem zugänglicher Bereich,

Bereich II: ohne Vorneigen des Körpers zugänglicher Bereich,

Bereich III: mit Vorneigen des Körpers zugänglicher Bereich.

Die Position und die Positionsänderung des Bedieners werden durch Hindernisse begrenzt. Dabei handelt es sich um Teile der Zugmaschine, die durch senkrechte, die Außenkanten des Hindernisses berührende Ebenen bestimmt werden.

Muss der Betreiber bei der manuellen Betätigung des Überrollbügels die Position der Füße verändern, um ein Hindernis zu überwinden, ist dies entweder auf einer parallel zum Weg des Überrollbügels verlaufenden Ebene oder auf einer Ebene, die lediglich eine weitere Parallelebene zur vorherigen Ebene darstellt, zulässig. Die Gesamtverlagerung ist als Kombination aus parallel und senkrecht zum Weg des Überrollbügels verlaufenden geraden Linien zu berücksichtigen. Eine Verlagerung in senkrechter Richtung ist zulässig, falls der Bediener sich dem Überrollbügel nähert. Die zugänglichen Flächen gelten als der Rahmen der verschiedenen zugänglichen Bereiche (Abbildung 6.22).

Die Zugmaschine muss mit Reifen mit dem größten vom Hersteller angegebenen Durchmesser und mit dem kleinsten Reifenquerschnitt für diesen Durchmesser ausgestattet sein. Die Reifen müssen auf den für Feldarbeit empfohlenen Druck aufgepumpt sein.

Die Hinterräder müssen auf die kleinste Spurweite eingestellt sein; die Vorderräder müssen so weit möglich die gleiche Spurweite haben. Sind zwei Vorderrad-Spurweiten möglich, die sich um den gleichen Wert von der kleinsten Hinterradspurweite unterscheiden, ist die größere zu wählen.

5.3.2. Prüfverfahren

Ziel der Prüfung ist die Messung der zum Aus- oder Einklappen des Überrollbügels notwendigen Kraft. Die Prüfung ist unter statischen Bedingungen durchzuführen, d. h. der Überrollbügel darf nicht zuvor in Bewegung gesetzt werden. Jede Messung der zum Aus- oder Einklappen des Überrollbügels erforderlichen Kraft muss in der Richtung einer Tangente des Überrollbügelwegs erfolgen, die durch den geometrischen Mittelpunkt der Querschnitte des Griffbereichs verläuft.

Der Griffbereich gilt als zugänglich, wenn er in dem zugänglichen Bereich oder innerhalb des Rahmens der verschiedenen zugänglichen Bereiche liegt (siehe Abbildung 6.23).

Die zum Aus- oder Einklappen des Überrollbügels erforderliche Kraft ist an verschiedenen Stellen innerhalb des zugänglichen Teils des Griffbereichs zu messen (Abbildung 6.24).

Die erste Messung wird am äußersten Ende des zugänglichen Teils des Griffbereichs bei vollständig eingeklapptem Überrollbügel (Punkt A) durchgeführt. Die Stelle für die zweite Messung (Punkt A') wird entsprechend der Lage von Punkt A nach Rotation des

Überrollbügel bis zum oberen Ende des zugänglichen Teils des Griffbereichs festgelegt.

Ist der Überrollbügel bei der zweiten Messung nicht vollständig ausgeklappt, ist ein zusätzlicher Messpunkt am äußersten Ende des zugänglichen Teils des Griffbereichs bei vollständig ausgeklapptem Überrollbügel (Punkt B) festzulegen.

Überschreitet der erste Punkt zwischen der ersten und der zweiten Messung die Grenze zwischen den Bereichen I und II, ist am Schnittpunkt seines Weges mit der Grenzlinie eine Messung vorzunehmen (Punkt A").

Die Messung der Kraft an den erforderlichen Punkten kann durch direkte Messung dieses Wertes geschehen, oder es kann das zum Aus- oder Einklappen des Überrollbügels erforderliche Drehmoment gemessen werden, aus dem die Kraft errechnet wird.

5.3.3. Abnahmebedingung

5.3.3.1. Anforderung für die Kraft

Die zulässige Kraft zur Betätigung der ROPS hängt, wie in Tabelle 6.2 dargestellt, vom zugänglichen Bereich ab.

Bereich	I	II	III
Zulässige Kraft (N)	100	75	50

Tabelle 6.2:

Zulässige Kräfte

Eine Überschreitung dieser Kräfte um höchstens 25 % ist bei vollständig ein- oder ausgeklapptem Überrollbügel zulässig.

Beim Einklappen des Überrollbügels ist eine Überschreitung um höchstens 50 % zulässig.

5.3.3.2. Zusätzliche Anforderung

Durch das manuelle Aus- oder Einklappen des Überrollbügels dürfen keine Gefahren für den Bediener durch Scheren, Quetschen oder unkontrollierbare Bewegungen entstehen.

Eine Quetschstelle gilt nicht als gefährlich für die Hände des Bedieners, wenn im Griffbereich die Sicherheitsabstände zwischen dem Überrollbügel und Anbauteilen der Zugmaschine für Hand, Handgelenk und Faust mindestens 100 mm und für Finger mindestens 25 mm (ISO 13854:1996) betragen. Die Sicherheitsabstände sind mit der vom Hersteller im Bedienungshandbuch vorgesehenen Art und Weise der Handhabung zu prüfen.

5.4. Hand-Verriegelungseinrichtung

Die Vorrichtung zur Verriegelung der ROPS in aus- oder eingeklappter Stellung muss so ausgelegt sein, dass

- sie von einem einzigen stehenden Bediener, der sich in einem der zugänglichen Bereiche befindet, handhabbar ist;

- sie nur schwer von der ROPS zu trennen ist (z. B. Verwendung unverlierbarer Bolzen als Verriegelungs- oder Haltebolzen);
- beim Verriegeln Verwechslungen vermieden werden (die richtige Lage der Bolzen ist anzugeben);
- ein unabsichtliches Entfernen oder Verlieren von Teilen vermieden wird.

Werden zur Verriegelung der ROPS in aus- oder eingeklappter Stellung Bolzen verwendet, müssen diese frei eingesetzt oder entfernt werden können. Falls es hierzu notwendig ist, eine Kraft auf den Überrollbügel aufzubringen, muss diese die Anforderungen unter den Buchstaben A und B erfüllen (siehe Nr. 5.3).

Bei der Konzeption aller anderen Verriegelungsvorrichtungen ist im Hinblick auf Form und Kraft ein ergonomischer Ansatz zu verfolgen, durch den insbesondere Gefährdungen durch Quetschung oder Scherung vermieden werden sollen.

5.5.

Vorprüfung automatischer Verriegelungssysteme

Automatische Verriegelungssysteme, die an handbetätigten einklappbaren ROPS angebracht sind, sind vor der ROPS-Festigkeitsprüfung einer Vorprüfung zu unterziehen.

Der Überrollbügel ist aus der eingeklappten in die ausgeklappte, verriegelte und wieder zurück in die eingeklappte Stellung zu bringen. Diese Vorgänge entsprechen einem Zyklus. Es sind 500 Zyklen durchzuführen.

Dies kann manuell oder mithilfe externer Energie (hydraulische, pneumatische oder elektrische Antriebe) geschehen. In beiden Fällen ist die Kraft innerhalb einer parallel zum Weg des Überrollbügels durch den Griffbereich verlaufenden Ebene aufzubringen, wobei der Überrollbügel eine in etwa konstante Winkelgeschwindigkeit von weniger als 20 Grad/s haben muss.

Nach den 500 Zyklen darf die auf den Überrollbügel in ausgeklappter Stellung aufgebrauchte Kraft die zulässige Kraft (Tabelle 6.2) höchstens um 50 % überschreiten.

Die Entriegelung des Überrollbügels erfolgt nach der Betriebsanleitung.

Nach Abschluss der 500 Zyklen darf keine Wartung oder Einstellung des Verriegelungssystems vorgenommen werden.

Anmerkung 1: Die Vorprüfung kann auch bei automatisch einklappbaren ROPS angewandt werden. Die Prüfung sollte vor der Festigkeitsprüfung der ROPS durchgeführt werden.

Anmerkung 2: Die Vorprüfung kann vom Hersteller durchgeführt werden. In einem solchen Fall muss der Hersteller der Prüfstelle eine Bescheinigung vorliegen, aus der hervorgeht, dass die Prüfung nach dem Prüfverfahren durchgeführt wurde und dass nach Abschluss der 500 Zyklen keine Wartung oder Einstellung des Verriegelungssystems vorgenommen wurde. Die Prüfstelle prüft die Leistung der Vorrichtung mit einem Zyklus

von der eingeklappten in die ausgeklappte Stellung und zurück.

Abbildung 6.20

Griffbereich

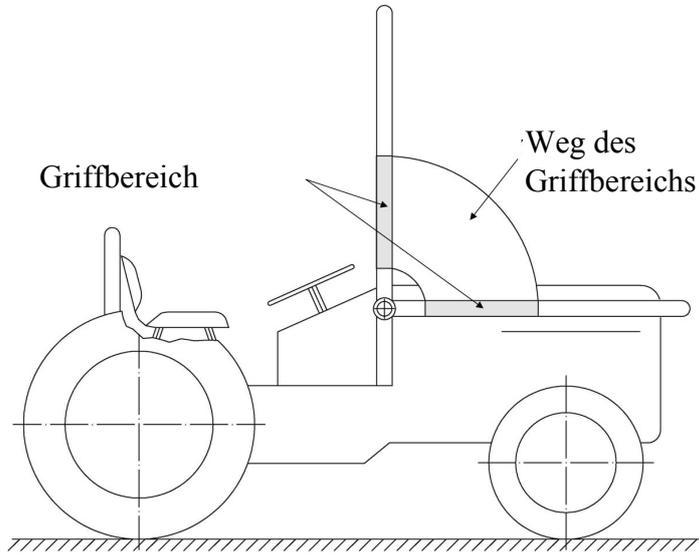


Abbildung 6.21

Zugängliche Bereiche
(Abmessungen in mm)

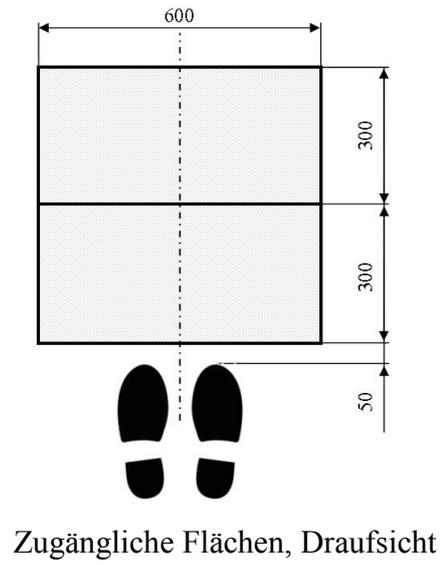
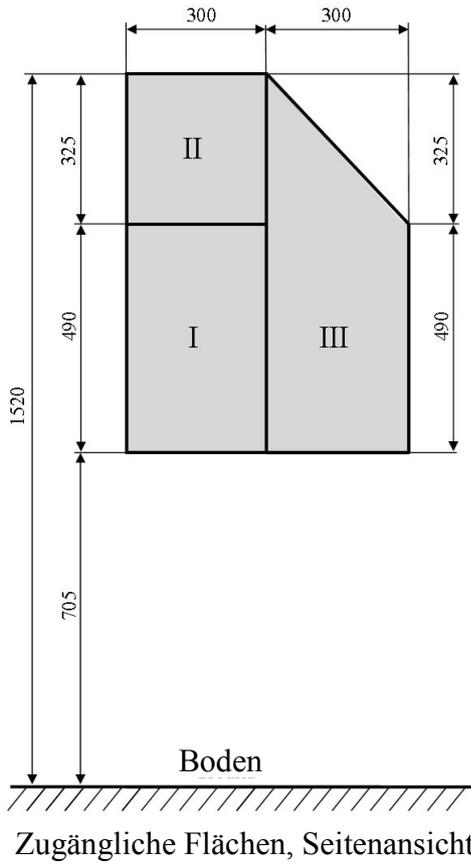
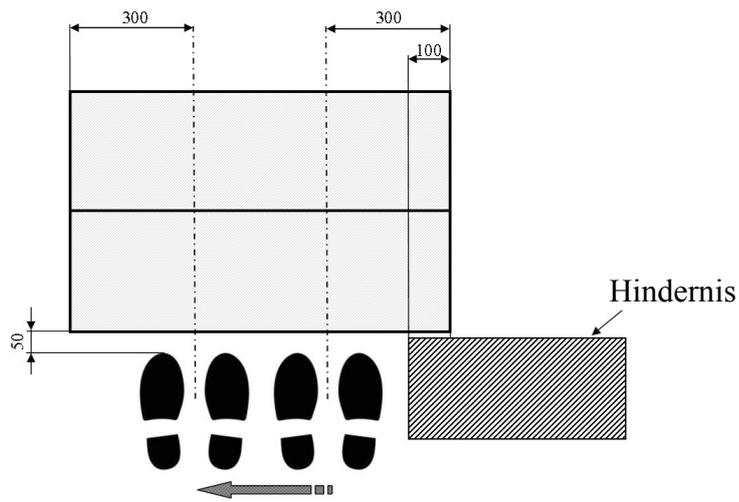
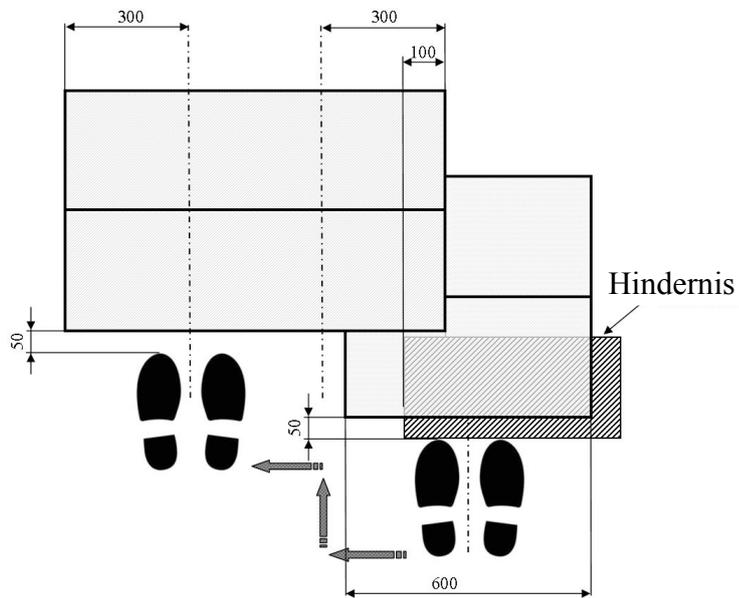


Abbildung 6.22

**Rahmen der zugänglichen Bereiche
(Abmessungen in mm)**



Positionsänderung ohne Richtungswechsel



Positionsänderung mit einmaligem Richtungswechsel

Abbildung 6.23

Zugänglicher Teil des Griffbereichs

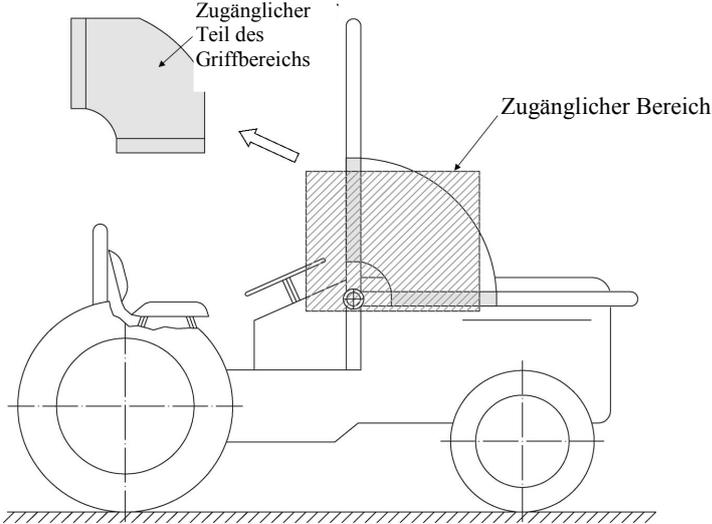
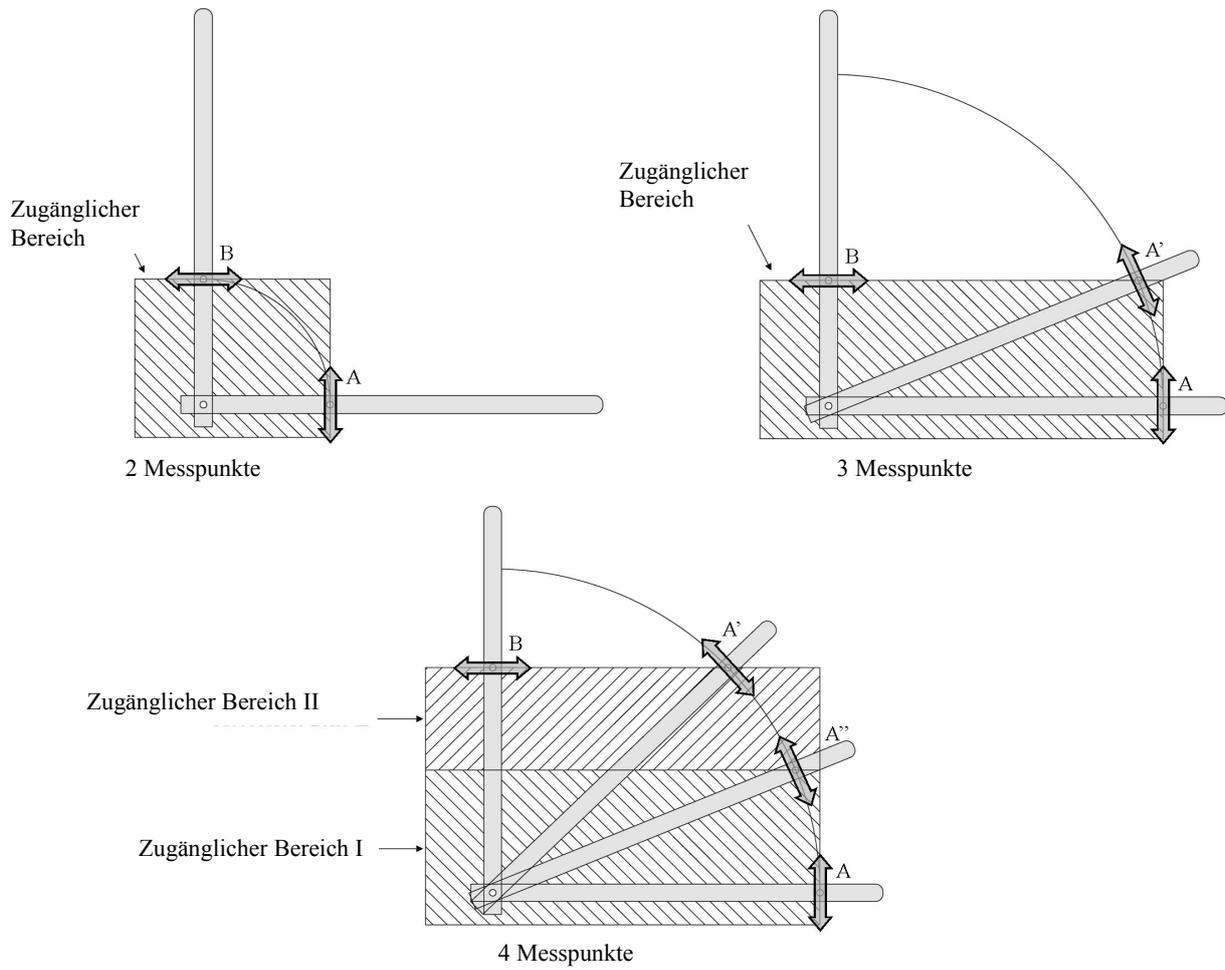


Abbildung 6.24

Punkte, an denen die Einhaltung der Anforderungen zur Kraft zu messen ist
ist




```

310 PRINT : INPUT " Do you wish to acquire again the data ? (Y/N)"; Z$
320 IF Z$ = "Y" OR Z$ = "y" THEN 190
330 IF Z$ = "N" OR Z$ = "n" THEN 340
340 FOR I=1 TO 3:LPRINT : NEXT: LPRINT ; " TEST NR: "; TAB(10); CAMPOS(1)
350 LPRINT : LPRINT TAB(24); " FRONT MOUNTED PROTECTIVE STRUCTURE:"
360 LL = LEN(CAMPOS(2) + CAMPOS(3))
370 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPOS(2) + " - " + CAMPOS(3) : LPRINT
380 LPRINT TAB(32); " OF THE NARROW TRACTOR": LL = LEN(CAMPOS(4) +
CAMPOS(5))
390 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPOS(4) + " - " + CAMPOS(5) : LPRINT
400 CLS
410 PRINT "In case of mistype, push on the enter key up to the last field"
420 PRINT
430 FOR I = 1 TO 7: LOCATE I, 1, 0: NEXT
440 LOCATE 8, 1: PRINT " CHARACTERISTIC UNITS: "
450 LOCATE 8, 29: PRINT "LINEAR (m): MASS (kg):MOMENT OF INERTIA (kg·m2):"
460 LOCATE 9, 1: PRINT "
ANGLE (radian)"
470 LPRINT : PRINT
480 PRINT "HEIGHT OF COG H1=": LOCATE 11, 29: PRINT " "
490 LOCATE 11, 40: PRINT "H. DIST. COG-REAR AXLE L3="
500 LOCATE 11, 71: PRINT " "
510 PRINT "H. DIST. COG-FRT AXLE L2=": LOCATE 12, 29: PRINT " "
520 LOCATE 12, 40: PRINT "HEIGHT OF THE REAR TYRES D3="
530 LOCATE 12, 71: PRINT " "
540 PRINT "HEIGHT OF THE FRT TYRES D2=": LOCATE 13, 29: PRINT " "
550 LOCATE 13, 40: PRINT "OVERALL HEIGHT(PT IMPACT) H6="
560 LOCATE 13, 71: PRINT " "
570 PRINT "H.DIST.COG-LEAD.PT INTER.L6=": LOCATE 14, 29: PRINT " "
580 LOCATE 14, 40: PRINT "PROTECTIVE STRUCT. WIDTH B6="
590 LOCATE 14, 71: PRINT " "
600 PRINT "HEIGHT OF THE ENG.B. H7=": LOCATE 15, 29: PRINT " "
605 LOCATE 15, 40: PRINT "WIDTH OF THE ENG. B. B7="
610 LOCATE 15, 71: PRINT " "
615 PRINT "H.DIST.COG-FRT COR.ENG.B.L7=": LOCATE 16, 29: PRINT " "
620 LOCATE 16, 40: PRINT "HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT H0="
630 LOCATE 16, 71: PRINT " "
640 PRINT "REAR TRACK WIDTH S=": LOCATE 17, 29: PRINT " "
650 LOCATE 17, 40: PRINT "REAR TYRE WIDTH B0="
660 LOCATE 17, 71: PRINT " "
670 PRINT "FRT AXLE SWING ANGLE D0=": LOCATE 18, 29: PRINT " "
680 LOCATE 18, 40: PRINT "TRACTOR MASS Mc ="
690 LOCATE 18, 71: PRINT " "
700 PRINT "MOMENT OF INERTIA Q=": LOCATE 19, 29: PRINT " "
710 LOCATE 19, 40: PRINT " "
720 LOCATE 19, 71: PRINT " ": PRINT : PRINT
730 H1 = 0: L3 = 0: L2 = 0: D3 = 0: D2 = 0: H6 = 0: L6 = 0: B6 = 0
740 H7 = 0: B7 = 0: L7 = 0: H0 = 0: S = 0: B0 = 0: D = 0: Mc = 0: Q = 0
750 NC = 9: GOSUB 4400
760 FOR I = 1 TO 3: PRINT "": NEXT
770 H1 = VAL(CAMPOS(9)): L3 = VAL(CAMPOS(10)): L2 = VAL(CAMPOS(11))

```

```

780 D3 = VAL(CAMPOS$(12)): D2 = VAL(CAMPOS$(13)): H6 = VAL(CAMPOS$(14))
790 L6 = VAL(CAMPOS$(15)): B6 = VAL(CAMPOS$(16)): H7 = VAL(CAMPOS$(17))
800 B7 = VAL(CAMPOS$(18)): L7 = VAL(CAMPOS$(19)): H0 = VAL(CAMPOS$(20))
810 S = VAL(CAMPOS$(21)): B0 = VAL(CAMPOS$(22)): D0 = VAL(CAMPOS$(23))
820 Mc = VAL(CAMPOS$(24)): Q = VAL(CAMPOS$(25)): PRINT : PRINT
830 PRINT "In case of mistype, it is possible to acquire again the data": PRINT
840 INPUT " Do you wish to acquire again the data ? (Y/N)"; X$
850 IF X$ = "Y" OR X$ = "y" THEN 400
860 IF X$ = "n" OR X$ = "N" THEN 870
870 FOR I = 1 TO 3: LPRINT : NEXT
880 LPRINT TAB(20); "CHARACTERISTIC UNITS .": LOCATE 8, 29
890 LPRINT "LINEAR (m) : MASS (kg) : MOMENT OF INERTIA (kg·m2) : ANGLE
(radian)"
900 LPRINT
910 LPRINT "HEIGHT OF THE COG      H1=";
920 LPRINT USING "#####.#####"; H1;
930 LPRINT TAB(40); "H. DIST. COG-REAR AXLE  L3=";
940 LPRINT USING "#####.#####"; L3
950 LPRINT "H.DIST. COG-FRT AXLE  L2=";
960 LPRINT USING "#####.#####"; L2;
970 LPRINT TAB(40); "HEIGHT OF THE REAR TYRES D3=";
975 LPRINT USING "#####.#####"; D3
980 LPRINT "HEIGHT OF THE FRT TYRES D2=";
990 LPRINT USING "#####.#####"; D2;
1000 LPRINT TAB(40); "OVERALL HEIGHT(P.T IMPACT)H6=";
1010 LPRINT USING "#####.#####"; H6
1020 LPRINT "H.DIST.COG-LEAD PT INTER.L6=";
1030 LPRINT USING "#####.#####"; L6;
1040 LPRINT TAB(40); "PROTECTIVE STRUCT. WIDTH B6=";
1050 LPRINT USING "#####.#####"; B6
1060 LPRINT "HEIGHT OF THE ENG.B.  H7=";
1070 LPRINT USING "#####.#####"; H7;
1080 LPRINT TAB(40); "WIDTH OF THE ENG. B.  B7=";
1090 LPRINT USING "#####.#####"; B7
1100 LPRINT "H.DIST.COG-FRT COR.ENG.B.L7=";
1110 LPRINT USING "#####.#####"; L7;
1120 LPRINT TAB(40); "HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT H0=";
1130 LPRINT USING "#####.#####"; H0
1140 LPRINT "REAR TRACK WIDTH      S =";
1150 LPRINT USING "#####.#####"; S;
1160 LPRINT TAB(40); "REAR TYRE WIDTH      B0=";
1170 LPRINT USING "#####.#####"; B0
1180 LPRINT "FRT AXLE SWING ANGLE  D0=";
1185 LPRINT USING "#####.#####"; D0;
1190 LPRINT TAB(40); "TRACTOR MASS          Mc = ";
1200 LPRINT USING "#####.#####"; Mc
1210 LPRINT "MOMENT OF INERTIA      Q =";
1215 LPRINT USING "#####.#####"; Q
1220 FOR I = 1 TO 10: LPRINT : NEXT
1230 A0 = .588: U = .2: T = .2: GOSUB 4860

```

```

1240 REM * THE SIGN OF L6 IS MINUS IF THE POINT LIES IN FRONT
1250 REM * OF THE PLANE OF THE CENTRE OF GRAVITY.
1260 IF B6 > S + B0 THEN 3715
1265 IF B7 > S + B0 THEN 3715
1270 G = 9.8
1280
1290 REM *B2 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS NEAR OF
EQUILIBRIUM POINT)*
1300
1310 B = B6: H = H6
1320 REM -----POSITION OF CENTER OF GRAVITY IN TILTED POSITION -----
1330 R2 = SQR(H1 * H1 + L3 * L3)
1340 C1 = ATN(H1 / L3)
1350 L0 = L3 + L2
1360 L9 = ATN(H0 / L0)
1370 H9 = R2 * SIN(C1 - L9)
1380 W1 = H9 / TAN(C1 - L9)
1390 W2 = SQR(H0 * H0 + L0 * L0): S1 = S / 2
1400 F1 = ATN(S1 / W2)
1410 W3 = (W2 - W1) * SIN(F1)
1420 W4 = ATN(H9 / W3)
1430 W5 = SQR(H9 * H9 + W3 * W3) * SIN(W4 + D0)
1440 W6 = W3 - SQR(W3 * W3 + H9 * H9) * COS(W4 + D0)
1450 W7 = W1 + W6 * SIN(F1)
1460 W8 = ATN(W5 / W7)
1470 W9 = SIN(W8 + L9) * SQR(W5 * W5 + W7 * W7)
1480 W0 = SQR(W9 * W9 + (S1 - W6 * COS(F1)) ^ 2)
1490 G1 = SQR(((S + B0) / 2) ^ 2 + H1 * H1)
1500 G2 = ATN(2 * H1 / (S + B0))
1510 G3 = W0 - G1 * COS(A0 + G2)
1520 O0 = SQR(2 * Mc * G * G3 / (Q + Mc * (W0 + G1) * (W0 + G1) / 4))
1530 F2 = ATN(((D3 - D2) / L0) / (1 - ((D3 - D2) / (2 * L3 + 2 * L2)) ^ 2))
1540 L8 = -TAN(F2) * (H - H1)
1550 REM----- COORDINATES IN POSITION 1 -----
1560 X(1, 1) = H1
1570 X(1, 2) = 0: X(1, 3) = 0
1580 X(1, 4) = (1 + COS(F2)) * D2 / 2
1590 X(1, 5) = (1 + COS(F2)) * D3 / 2
1600 X(1, 6) = H
1610 X(1, 7) = H7
1620 Y(1, 1) = 0
1630 Y(1, 2) = L2
1640 Y(1, 3) = -L3
1650 Y(1, 4) = L2 + SIN(F2) * D2 / 2
1660 Y(1, 5) = -L3 + SIN(F2) * D3 / 2
1670 Y(1, 6) = -L6
1680 Y(1, 7) = L7
1690 Z(1, 1) = (S + B0) / 2
1700 Z(1, 2) = 0: Z(1, 3) = 0: Z(1, 4) = 0: Z(1, 5) = 0

```

```

1710 Z(1, 6) = (S + B0) / 2 - B / 2
1720 Z(1, 7) = (S + B0) / 2 - B7 / 2
1730 O1 = 0: O2 = 0: O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
1740 K1 = Y(1, 4) * TAN(F2) + X(1, 4)
1750 K2 = X(1, 1)
1760 K3 = Z(1, 1)
1770 K4 = K1 - X(1, 1): DD1 = Q + Mc * K3 * K3 + Mc * K4 * K4
1780 O1 = (Q + Mc * K3 * K3 - U * Mc * K4 * K4 - (1 + U) * Mc * K2 * K4) * O0 / DD1
1790 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 1
TO 2
1800 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1810 X(2, K) = COS(F2) * (X(1, K) - H1) + SIN(F2) * Y(1, K) - K4 * COS(F2)
1820 Y(2, K) = Y(1, K) * COS(F2) - (X(1, K) - H1) * SIN(F2)
1830 Z(2, K) = Z(1, K)
1840 NEXT K
1850 O2 = O1 * COS(F2)
1860 A2 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
1870 C2 = ATN(Z(2, 6) / X(2, 6))
1880 T2 = T
1890 V0 = SQR(X(2, 6) ^ 2 + Z(2, 6) ^ 2)
1900 E1 = T2 / V0
1910 E2 = (V0 * Y(2, 4)) / (Y(2, 4) - Y(2, 6))
1920 T3 = E1 * E2
1930 E4 = SQR(X(2, 1) * X(2, 1) + Z(2, 1) * Z(2, 1))
1940 V6 = ATN(X(2, 1) / Z(2, 1))
1950 REM-----ROTATION OF THE TRACTOR FROM THE POSITION 2 TO 3 ---
1960 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1970 IF Z(2, K) = 0 THEN 2000
1980 E3 = ATN(X(2, K) / Z(2, K))
1990 GOTO 2010
2000 E3 = -3.14159 / 2
2010 X(3, K) = SQR(X(2, K) * X(2, K) + Z(2, K) * Z(2, K)) * SIN(E3 + C2 + E1)
2020 Y(3, K) = Y(2, K)
2030 Z(3, K) = SQR(X(2, K) ^ 2 + Z(2, K) ^ 2) * COS(E3 + C2 + E1)
2040 NEXT K
2050 IF Z(3, 7) < 0 THEN 3680
2060 Z(3, 6) = 0
2070 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2080 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2090 IF -V6 > A2 THEN 2110
2100 GOTO 2130
2110 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2120 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2320
2130 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2140 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2150 K9 = X(3, 1)
2160 K5 = Z(3, 1)
2170 K6 = Z(3, 1) + E1 * V0
2180 K7 = V0 - X(3, 1)
2190 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7

```

```

2200 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2210 N3 = SQR((X(3, 6) - X(3, 1)) ^ 2 + (Z(3, 6) - Z(3, 1)) ^ 2)
2220 N2 = ATN(-(X(3, 6) - X(3, 1)) / Z(3, 1))
2230 Q6 = Q3 + Mc * N3 ^ 2
2240 IF -N2 <= A2 THEN 2290
2250 N4 = N3 * (1 - COS(-A2 - N2))
2260 N5 = (Q6) * O4 * O4 / 2
2270 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 2320
2280 O9 = SQR(-2 * Mc * G * N4 / (Q6) + O4 * O4)
2290 GOSUB 3740
2300 GOSUB 4170
2310 GOTO 4330
2320 GOSUB 3740
2330 IF L6 > L8 THEN 2790
2340 REM *
2350                                                                 REM
*****
****
2355 REM *B3 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS IN FRONT OF
EQUILIBRIUM POINT)*
2360                                                                 REM
*****
****
2370 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2380 E2 = (V0 * Y(2, 5)) / (Y(2, 5) - Y(2, 6))
2390 T3 = E2 * E1
2400 Z(3, 6) = 0
2410 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2420 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2430 IF -V6 > A2 THEN 2450
2440 GOTO 2470
2450 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2460 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2760
2470 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2480 O3 = SQR((2 * Mc * G * V8) / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2490 K9 = X(3, 1)
2500 K5 = Z(3, 1)
2510 K6 = Z(3, 1) + T3
2520 K7 = E2 - X(3, 1)
2530 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2540 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2550 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 5) - Y(3, 6)))
2560 O5 = O4 * COS(F3)
2570 REM-----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 3
TO 4 ----
2580 REM-----POSITION 4
2590 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
2600 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 5)) * SIN(F3)
2610 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 5)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)

```

```

2620 Z(4, K) = Z(3, K)
2630 NEXT K
2640 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
2650 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
2660 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
2670 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
2680 IF -M2 < A4 THEN 2730
2690 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
2700 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
2710 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 2760
2720 O9 = SQR(O5 * O5 - 2 * Mc * G * M3 / (Q5 + Mc * M1 * M1))
2730 GOSUB 3740
2740 GOSUB 4170
2750 GOTO 4330
2760 GOSUB 3740
2770 GOSUB 4240
2780 GOTO 4330
2790                                                                 REM
*****
**
2795 REM *B1 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS BEHIND OF
EQUILIBRIUM POINT)*
2800                                                                 REM
*****
**
2810 REM *
2820 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2830 Z(3, 6) = 0
2840 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2850 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2860 IF -V6 > A2 THEN 2880
2870 GOTO 2900
2880 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2890 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 3640
2900 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2910 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2920 K9 = X(3, 1)
2930 K5 = Z(3, 1)
2940 K6 = Z(3, 1) + T3
2950 K7 = E2 - X(3, 1)
2960 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2970 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2980 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 4) - Y(3, 6)))
2990 O5 = O4 * COS(F3)
3000 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM 3 TO 4 ---
3010 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3020 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 4)) * SIN(F3)
3030 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 4)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)
3040 Z(4, K) = Z(3, K)
3050 NEXT K

```

```

3060 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
3070 C3 = ATN(Z(4, 7) / X(4, 7))
3080 C4 = 0
3090 C5 = SQR(X(4, 7) * X(4, 7) + Z(4, 7) * Z(4, 7))
3100 C6 = C4 / C5
3110 C7 = C5 * (Y(4, 6) - Y(4, 1)) / (Y(4, 6) - Y(4, 7))
3120 C8 = C6 * C7
3130 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
3140 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
3150 REM ----ROTATION OF THE TRACTOR FROM THE POSITION 4 TO 5 ---
3160 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3170 IF Z(4, K) <> 0 THEN 3200
3180 C9 = -3.14159 / 2
3190 GOTO 3210
3200 C9 = ATN(X(4, K) / Z(4, K))
3210 X(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * SIN(C9 + C3 + C6)
3220 Y(5, K) = Y(4, K)
3230 Z(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * COS(C9 + C3 + C6)
3240 NEXT K
3250 Z(5, 7) = 0
3260 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
3270 IF -M2 > A4 THEN 3290
3280 GOTO 3320
3290 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
3300 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
3310 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 3640
3315 MM1 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(5, 1) / Z(5, 1)))
3320 M5 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))) - MM1
3330 O6 = SQR(2 * Mc * G * M5 / (Q5 + Mc * M1 * M1) + O5 * O5)
3340 M6 = X(5, 1)
3350 M7 = Z(5, 1)
3360 M8 = Z(5, 1) + C8
3370 M9 = C7 - X(5, 1)
3380 N1 = U: DD3 = (Q5 + Mc * M8 * M8 + Mc * M9 * M9)
3390 O7 = (Q5 + Mc * M7 * M8 - N1 * Mc * M9 * M9 - (1 + N1) * Mc * M6 * M9) * O6 /
DD3
3400 F5 = ATN(C5 / (Y(5, 6) - Y(5, 7)))
3410 A6 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3 + F5)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
3420 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 5
TO 6 ---
3430 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3440 X(6, K) = X(5, K) * COS(F5) + (Y(5, K) - Y(5, 6)) * SIN(F5)
3450 Y(6, K) = (Y(5, K) - Y(5, 6)) * COS(F5) - X(5, K) * SIN(F5)
3460 Z(6, K) = Z(5, K)
3470 NEXT K
3480 O8 = O7 * COS(-F5)
3490 N2 = ATN(X(6, 1) / Z(6, 1))
3500 N3 = SQR(X(6, 1) ^ 2 + Z(6, 1) ^ 2)
3510 Q6 = Q * (COS(F2 + F3 + F5)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3 + F5)) ^ 2
3520 IF -N2 > A6 THEN 3540
3530 GOTO 3580

```

```

3540 N4 = N3 * (1 - COS(-A6 - N2))
3550 N5 = (Q6 + Mc * N3 * N3) * O8 * O8 / 2
3560 P9 = (N4 * Mc * G - N5) / (N4 * Mc * G)
3570 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 3640
3580 IF -N2 < A6 THEN 3610
3590 N6 = -N4
3600 O9 = SQR(2 * Mc * G * N6 / (Q6 + Mc * N3 * N3) + O8 * O8)
3610 GOSUB 3740
3620 GOSUB 4170
3630 GOTO 4330
3640 GOSUB 3740
3650 GOSUB 4240
3660 GOTO 4330
3670 REM
3680 IF Z(3, 7) > -.2 THEN 2060
3685 CLS : PRINT : PRINT : PRINT STRING$(80, 42): LOCATE 24, 30, 0
3690 PRINT " THE ENGINE BONNET TOUCHES THE GROUND BEFORE THE ROPS"
3695 LPRINT STRING$(80, 42)
3700 LPRINT "THE ENGINE BONNET TOUCHES THE GROUND BEFORE THE ROPS
"
3710 PRINT : PRINT " METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE" : GOTO 3720
3715 CLS : PRINT : PRINT " METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE"
3720 LPRINT "METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE "
3725 LPRINT STRING$(80, 42)
3730 GOTO 4330
3740
                                                                 REM
*****
3750 CLS : LOCATE 13, 15, 0: PRINT "VELOCITY O0="
3755 LOCATE 13, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O0: LOCATE 13, 40, 0: PRINT "rad/s"
3760 LOCATE 14, 15, 0: PRINT "VELOCITY O1="
3765 LOCATE 14, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O1
3770 LOCATE 15, 15, 0: PRINT "VELOCITY O2="
3775 LOCATE 15, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O2
3780 LOCATE 16, 15, 0: PRINT "VELOCITY O3="
3785 LOCATE 16, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O3
3790 LOCATE 17, 15, 0: PRINT "VELOCITY O4="
3795 LOCATE 17, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O4
3800 LOCATE 18, 15, 0: PRINT "VELOCITY O5="
3805 LOCATE 18, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O5
3810 LOCATE 19, 15, 0: PRINT "VELOCITY O6="
3815 LOCATE 19, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O6
3820 LOCATE 20, 15, 0: PRINT "VELOCITY O7="
3825 LOCATE 20, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O7
3830 LOCATE 21, 15, 0: PRINT "VELOCITY O8="
3835 LOCATE 21, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O8
3840 LOCATE 22, 15, 0: PRINT "VELOCITY O9="
3845 LOCATE 22, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O9
3850 LPRINT "VELOCITY O0=";
3860 LPRINT USING "#.###"; O0;
3870 LPRINT " rad/s";
3880 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O1=";

```

```

3890 LPRINT USING "#.###"; O1;
3900 LPRINT " rad/s"
3910 LPRINT "VELOCITY O2=";
3920 LPRINT USING "#.###"; O2;
3930 LPRINT " rad/s";
3940 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O3=";
3950 LPRINT USING "#.###"; O3;
3960 LPRINT " rad/s"
3970 LPRINT "VELOCITY O4=";
3980 LPRINT USING "#.###"; O4;
3990 LPRINT " rad/s";
4000 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O5=";
4010 LPRINT USING "#.###"; O5;
4020 LPRINT " rad/s"
4030 LPRINT "VELOCITY O6=";
4040 LPRINT USING "#.###"; O6;
4050 LPRINT " rad/s";
4060 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O7=";
4070 LPRINT USING "#.###"; O7;
4080 LPRINT " rad/s"
4090 LPRINT "VELOCITY O8=";
4100 LPRINT USING "#.###"; O8;
4110 LPRINT " rad/s";
4120 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O9=";
4130 LPRINT USING "#.###"; O9;
4140 LPRINT " rad/s"
4150 LPRINT
4160 RETURN
4170 PRINT STRING$(80, 42)
4180 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "THE TILTING CONTINUES"
4190 PRINT STRING$(80, 42)
4200 LPRINT STRING$(80, 42)
4210 LPRINT TAB(30); "THE TILTING CONTINUES"
4220 LPRINT STRING$(80, 42)
4230 RETURN
4240 PRINT STRING$(80, 42)
4250 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "THE ROLLING STOPS"
4260 PRINT STRING$(80, 42)
4270 LPRINT STRING$(80, 42)
4280 LPRINT TAB(30); "THE ROLLING STOPS"
4290 LPRINT STRING$(80, 42)
4300 RETURN
4310                                                                 REM
*****
4320 REM-----END OF THE CALCULATION-----
4330 FOR I = 1 TO 5: LPRINT : NEXT: LPRINT " LOCATION : "; CAMPO$(6): LPRINT
4340 LPRINT " DATE : "; CAMPO$(7): LPRINT
4350 LPRINT ; " ENGINEER : "; CAMPO$(8): LPRINT
4360 FOR I = 1 TO 4: LPRINT : NEXT: PRINT
4370 INPUT " Do you wish to carry out another test ? (Y/N)"; Y$
4380 IF Y$ = "Y" OR Y$ = "y" THEN 190

```

```

4390 IF Y$ = "N" OR Y$ = "n" THEN SYSTEM
4400 LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: A$ = INKEY$: IF A$ = "" THEN GOTO 4400
4410 IF LEN(A$) > 1 THEN GOSUB 4570: GOTO 4400
4420 A = ASC(A$)
4430 IF A = 13 THEN L = 0: GOTO 4450
4440 GOTO 4470
4450 IF NC < 8 OR NC > 8 AND NC < 25 THEN NC = NC + 1: GOTO 4400
4460 GOTO 4840
4470 IF A > 31 AND A < 183 THEN GOTO 4490
4480 BEEP: GOTO 4400
4490 IF L = LON(NC) THEN BEEP: GOTO 4400
4500 LOCATE F(NC), C(NC) + L: PRINT A$;
4510 L = L + 1
4520 IF L = 1 THEN B$(NC) = A$: GOTO 4540
4530 B$(NC) = B$(NC) + A$
4540 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC))
- L)
4550 CAMPOS$(NC) = B$(NC) + C$(NC)
4560 GOTO 4400
4570 REM * SLIDE
4580 IF LEN(A$) <> 2 THEN BEEP: RETURN
4590 C = ASC(RIGHT$(A$, 1))
4600 IF C = 8 THEN 4620
4610 GOTO 4650
4620 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN BEEP: RETURN
4630 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4640 CAMPOS$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)))
4645 L = L - 1: PRINT A$: RETURN
4650 IF C = 30 THEN 4670
4660 GOTO 4700
4670 IF NC = 1 THEN BEEP: RETURN
4680 NC = NC - 1: L = 0
4690 RETURN
4700 IF C = 31 THEN 4720
4710 GOTO 4760
4720 IF NC <> 8 THEN 4740
4730 BEEP: RETURN
4740 NC = NC + 1: L = 0
4750 RETURN
4760 IF C = 29 THEN 4780
4770 GOTO 4800
4780 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4790 L = L - 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L + 1))
4795 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L + 1: PRINT ""
4796 RETURN
4800 IF C = 28 THEN 4820
4810 GOTO 4400
4820 IF C$(NC) = "" THEN BEEP: RETURN
4830 L = L + 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L))
4835 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: PRINT ""
4840 RETURN

```

```
4850 RETURN
4860 FOR II = 1 TO 7
4870 X(1, II) = 0: X(2, II) = 0: X(3, II) = 0
4875 X(4, II) = 0: X(5, II) = 0: X(6, II) = 0
4880 Y(1, II) = 0: Y(2, II) = 0: Y(3, II) = 0
4885 Y(4, II) = 0: Y(5, II) = 0: Y(6, II) = 0
4890 Z(1, II) = 0: Z(2, II) = 0: Z(3, II) = 0
4895 Z(4, II) = 0: Z(5, II) = 0: Z(6, II) = 0
4900 NEXT II
4910 RETURN
4920 REM * THE SYMBOLS USED HERE ARE THE SAME AS IN THE CODE 6.
```

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7620	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.8970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.2930
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.1000
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = 0.2800	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7780
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3370	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.4900
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 2565.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 295.0000		

VELOCITY O0 = 3.881 rad/s
VELOCITY O2 = 1.057 rad/s
VELOCITY O4 = 0.731 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.078 rad/s
VELOCITY O3 = 2.134 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.881 rad/s
VELOCITY O2 = 1.057 rad/s
VELOCITY O4 = 1.130 rad/s
VELOCITY O6 = 0.810 rad/s
VELOCITY O8 = 0.587 rad/s

VELOCITY O1 = 1.078 rad/s
VELOCITY O3 = 2.134 rad/s
VELOCITY O5 = 0.993 rad/s
VELOCITY O7 = 0.629 rad/s
VELOCITY O9 = 0.219 rad/s

THE TILTING CONTINUES

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.1

The tilting continues

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7653	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.4800
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.1100
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.0500	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7000
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3700	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.8000
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 250.0000		

VELOCITY O0 = 3.840 rad/s
VELOCITY O2 = 0.268 rad/s
VELOCITY O4 = 0.672 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 0.281 rad/s
VELOCITY O3 = 1.586 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.840 rad/s
VELOCITY O2 = 0.268 rad/s
VELOCITY O4 = 0.867 rad/s
VELOCITY O6 = 1.218 rad/s
VELOCITY O8 = 0.898 rad/s

VELOCITY O1 = 0.281 rad/s
VELOCITY O3 = 1.586 rad/s
VELOCITY O5 = 0.755 rad/s
VELOCITY O7 = 0.969 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

THE ROLLING STOPS

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.2

The rolling stops

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7180	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.8000
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1590	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.5200
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.7020	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.0040
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.2000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.6400
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.2120	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.3600
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4400
REAR TRACK WIDTH	S = 0.9000	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.3150
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1740	TRACTOR MASS	Mc = 1780.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 279.8960		

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 0.098 rad/s
VELOCITY O4 = 0.000 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 0.107 rad/s
VELOCITY O3 = 0.000 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 0.098 rad/s
VELOCITY O4 = 0.000 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 0.107 rad/s
VELOCITY O3 = 0.000 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

THE ROLLING STOPS

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.3

The rolling stops

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7180	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.8110
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1590	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.2170
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.7020	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.1900
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.3790	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.6400
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.2120	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.3600
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4400
REAR TRACK WIDTH	S = 0.9000	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.3150
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1740	TRACTOR MASS	Mc = 1780.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 279.8960		

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 1.488 rad/s
VELOCITY O4 = 0.405 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.540 rad/s
VELOCITY O3 = 2.162 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 1.488 rad/s
VELOCITY O4 = 0.414 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.540 rad/s
VELOCITY O3 = 2.162 rad/s
VELOCITY O5 = 0.289 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

THE ROLLING STOPS

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.4

The rolling stops

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7660	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.4800
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.1100
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.2000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7000
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3700	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.8000
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.9100
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 250.0000		

VELOCITY O0 = 2.735 rad/s

VELOCITY O2 = 1.212 rad/s

VELOCITY O4 = 1.337 rad/s

VELOCITY O6 = 0.000 rad/s

VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.271 rad/s

VELOCITY O3 = 2.810 rad/s

VELOCITY O5 = 0.000 rad/s

VELOCITY O7 = 0.000 rad/s

VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

THE TILTING CONTINUES

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.5

The tilting continues

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7653	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.2930
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 1.9600
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.4000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7000
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3700	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.8750
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 275.0000		

VELOCITY O0 = 3.815 rad/s
VELOCITY O2 = 1.105 rad/s
VELOCITY O4 = 0.786 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.130 rad/s
VELOCITY O3 = 2.196 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.815 rad/s
VELOCITY O2 = 1.105 rad/s
VELOCITY O4 = 0.980 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.130 rad/s
VELOCITY O3 = 2.196 rad/s
VELOCITY O5 = 0.675 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.548 rad/s

THE TILTING CONTINUES

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.6

The tilting continues

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7620	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.5500
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.1000
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.4780	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7780
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.5500	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.9500
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 200.0000		

**THE ENGINE BONNET TOUCHES THE GROUND BEFORE THE ROPS
METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE**

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.7

Method of calculation not feasible

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7180	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.8110
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1590	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.2170
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.7020	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 2.0040
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.3790	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.6400
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.2120	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.3600
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4400
REAR TRACK WIDTH	S = 0.9000	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.3150
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1740	TRACTOR MASS	Mc = 1780.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 279.8960		

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 1.488 rad/s
VELOCITY O4 = 0.581 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.540 rad/s
VELOCITY O3 = 2.313 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.884 rad/s
VELOCITY O2 = 1.488 rad/s
VELOCITY O4 = 0.633 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.540 rad/s
VELOCITY O3 = 2.313 rad/s
VELOCITY O5 = 0.373 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

THE ROLLING STOPS

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.8

The rolling stops

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7620	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.2930
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 1.9670
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.3000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7700
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3500	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.9500
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 300.0000		

VELOCITY O0 = 3.790 rad/s
VELOCITY O2 = 1.133 rad/s
VELOCITY O4 = 0.801 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.159 rad/s
VELOCITY O3 = 2.118 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.000 rad/s

VELOCITY O0 = 3.790 rad/s
VELOCITY O2 = 1.133 rad/s
VELOCITY O4 = 0.856 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 1.159 rad/s
VELOCITY O3 = 2.118 rad/s
VELOCITY O5 = 0.562 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.205 rad/s

THE TILTING CONTINUES

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.9
The tilting continues

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7653	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.3800
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.8800	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 1.9600
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.3000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7000
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3700	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.8900
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 275.0000		

VELOCITY O0 = 3.815 rad/s
VELOCITY O2 = 0.724 rad/s
VELOCITY O4 = 0.808 rad/s
VELOCITY O6 = 0.000 rad/s
VELOCITY O8 = 0.000 rad/s

VELOCITY O1 = 0.748 rad/s
VELOCITY O3 = 1.956 rad/s
VELOCITY O5 = 0.000 rad/s
VELOCITY O7 = 0.000 rad/s
VELOCITY O9 = 0.407 rad/s

THE TILTING CONTINUES

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.10
The tilting continues

TEST NR:

FRONT MOUNTED-OVER PROTECTIVE STRUCTURE

OF THE NARROW TRACTOR:

CHARACTERISTIC UNITS:

LINEAR (m): MASS (kg):

MOMENT OF INERTIA (kgm^2): ANGLE (radian)

HEIGHT OF THE COG	H1 = 0.7653	H. DIST. COG-REAR AXLE	L3 = 0.7970
H. DIST. COG - FRONT AXLE	L2 = 1.1490	HEIGHT OF THE REAR TYRES	D3 = 1.4800
HEIGHT OF THE FRT TYRES	D2 = 0.9000	OVERALL HEIGHT(PT IMPACT)	H6 = 1.9600
H. DIST. COG-LEAD PT INTER.	L6 = -0.4000	PROTECTIVE STRUCT. WIDTH	B6 = 0.7000
HEIGHT OF THE ENG. B.	H7 = 1.3700	WIDTH OF THE ENG. B.	B7 = 0.8000
H. DIST. COG-FRT COR. ENG. B.	L7 = 1.6390	HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT	H0 = 0.4450
REAR TRACK WIDTH	S = 1.1150	REAR TYRE WIDTH	B0 = 0.1950
FRT AXLE SWING ANGLE	D0 = 0.1570	TRACTOR MASS	Mc = 1800.000
MOMENT OF INERTIA	Q = 250.0000		

VELOCITY O0 = 3.840
VELOCITY O2 = 0.235
VELOCITY O4 = 0.000
VELOCITY O6 = 0.000
VELOCITY O8 = 0.000

VELOCITY O1 = 0.246
VELOCITY O3 = 0.000
VELOCITY O5 = 0.000
VELOCITY O7 = 0.000
VELOCITY O9 = 0.000

VELOCITY O0 = 3.840
VELOCITY O2 = 0.235
VELOCITY O4 = 0.000
VELOCITY O6 = 0.000
VELOCITY O8 = 0.000

VELOCITY O1 = 0.246
VELOCITY O3 = 0.000
VELOCITY O5 = 0.000
VELOCITY O7 = 0.000
VELOCITY O9 = 0.000

THE ROLLING STOPS

Location:

Date:

Engineer:

Example 6.11

The rolling stops

Erläuterungen zu Anhang IX

- (1) Abgesehen von der Nummerierung der Abschnitte B2 und B3, die der Nummerierung im gesamten Anhang angepasst wurde, sind der Wortlaut und die Nummerierung der Anforderungen unter Buchstabe B identisch mit Wortlaut und Nummerierung des OECD-Normenkodex für die amtliche Prüfung von vorn an land- oder forstwirtschaftlichen Schmalspurzugmaschinen auf Rädern angebrachten Überrollschutzstrukturen, OECD-Kodex 6, Ausgabe 2015, Juli 2014.
- (2) Hinweis für Nutzer: Der Sitz-Index-Punkt wird gemäß ISO 5353 bestimmt und stellt in Bezug auf die Zugmaschine einen festen Punkt dar, der sich nicht bewegt, wenn der Sitz in einer anderen als der mittleren Stellung eingestellt wird. Zur Bestimmung der Freiraumzone ist der Sitz in die höchste hintere Stellung zu bringen.
- (3) Das Programm und die Beispiele können auf der Website der OECD eingesehen werden.
- (4) Bleibende und elastische Verformung, die bei Erreichen der erforderlichen Energie gemessen wird.

ANHANG X

Anforderungen für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen hinten angebrachte Überrollschutzstrukturen)

A. **Allgemeine Bestimmungen**

1. Die Unionsvorschriften für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen hinten angebrachte Überrollschutzstrukturen) sind unter Buchstabe B aufgeführt.
2. Die Prüfungen können nach dem statischen oder, alternativ, nach dem dynamischen Prüfverfahren gemäß den Abschnitten B1 und B2 durchgeführt werden. Beide Verfahren sind gleichwertig.

B. **Anforderungen für Überrollschutzstrukturen (an Schmalspurzugmaschinen hinten angebrachte Überrollschutzstrukturen)⁽¹⁾**

1. **BEGRIFFSBESTIMMUNGEN**

1.1. [Entfällt]

1.2. **Überrollschutzstruktur (ROPS)**

Eine Überrollschutzstruktur (Schutzkabine/Schutzrahmen), nachstehend „Schutzstruktur“ genannt, ist eine Struktur an einer Zugmaschine, die im Wesentlichen dazu dient, den Fahrer vor den Gefahren zu schützen, die durch Umstürzen der Zugmaschine bei normaler Verwendung auftreten können, oder diese Gefahren zu begrenzen.

Überrollschutzstrukturen verfügen über eine Freiraumzone, deren Größe den Fahrer schützt, wenn dieser sich in der Sitzposition entweder innerhalb der Struktur oder innerhalb eines Raumes befindet, der begrenzt ist durch eine Reihe gerader Linien, die von den Außenkanten der Schutzstruktur zu jedem möglicherweise mit dem Boden in Berührung kommenden Teil der Zugmaschine verlaufen, das im Falle eines Umstürzens die Zugmaschine abstützen kann.

1.3. **Spurweite**

1.3.1. Vorab-Begriffsbestimmung: Mittelebene des Rades oder der Gleiskette

Die Mittelebene des Rades liegt in der Mitte zwischen den beiden Ebenen, die durch die Außenkanten der Felgen oder der Gleisketten verlaufen.

1.3.2. Begriffsbestimmung „Spurweite“

Die durch die Radachse verlaufende Ebene schneidet die Radmittelebene in einer Linie, die an einem bestimmten Punkt auf die Aufstandsfläche trifft. Werden die so definierten Punkte der Räder einer Achse der Zugmaschine mit **A** und **B** bezeichnet, ist die Spurweite der Abstand zwischen den Punkten **A** und **B**. Diese Definition der Spurweite gilt für

Vorder- und Hinterachse gleichermaßen. Bei Zwillingsbereifung ist die Spurweite der Abstand zwischen den Mittelebenen der Reifenpaare. Für Zugmaschinen auf Gleisketten ist die Spurweite der Abstand zwischen den jeweiligen Mittelebenen der Ketten.

1.3.3. **Zusätzliche Begriffsbestimmung: Mittelebene der Zugmaschine**

Die äußerste Lage der Punkte **A** und **B** der Hinterachse der Zugmaschine stellt den größtmöglichen Wert für die Spurweite dar. Die senkrechte Ebene, die rechtwinklig zu der durch die Punkte **A** und **B** beschriebenen Linie durch deren Mittelpunkt verläuft, ist die Mittelebene der Zugmaschine.

1.4. **Radstand**

Der Abstand der zwei senkrechten Ebenen, die die beiden durch die Punkte **A** und **B** beschriebenen Linien, jeweils für die Vorder- und die Hinterräder, wie oben definiert, durchlaufen.

1.5. **Bestimmung des Sitz-Index-Punktes; Anbringungsstelle des Sitzes und Sitzeinstellung für Prüfzwecke**

1.5.1. Sitz-Index-Punkt (SIP)⁽²⁾

Der Sitz-Index-Punkt ist gemäß ISO 5353:1995 zu bestimmen.

1.5.2. Anbringungsstelle des Sitzes und Sitzeinstellung für Prüfzwecke

1.5.2.1. Ist die Sitzposition einstellbar, ist der Sitz in die hinterste oberste Stellung zu bringen:

1.5.2.2. ist die Neigung der Sitzlehne verstellbar, ist sie in Mittelstellung zu bringen;

1.5.2.3. ist der Sitz mit einer Federung ausgestattet, ist er in der Mitte des Schwingungsbereiches festzustellen, sofern der Sitzhersteller nicht eindeutig etwas anderes angibt;

1.5.2.4. ist der Sitz nur in der Längsrichtung und in der Höhe verstellbar, muss die durch den Sitz-Index-Punkt verlaufende Längsachse parallel zu der durch den Mittelpunkt des Lenkrads verlaufenden senkrechten Längsebene der Zugmaschine sein und darf nicht mehr als 100 mm von dieser Längsebene entfernt verlaufen.

1.6. **Freiraumzone**

1.6.1. Bezugsebene

Die Freiraumzone ist in den Abbildungen 7.1 und 7.2 dargestellt. Die Freiraumzone wird gegenüber der Bezugsebene und dem Sitz-Index-Punkt festgelegt. Die Bezugsebene ist eine vertikale Ebene, die im Allgemeinen längs der Zugmaschine durch den Sitz-Index-Punkt sowie durch die Mitte des Lenkrades verläuft. Die Bezugsebene ist in der Regel mit der Längsmittlebene der Zugmaschine identisch. Es wird angenommen, dass sich diese Bezugsebene bei Belastung horizontal mit dem Sitz und dem Lenkrad verschiebt, jedoch in ihrer senkrechten Stellung in Bezug auf die Zugmaschine bzw. den Boden der

Überrollschutzstruktur verbleibt. Die Freiraumzone wird nach den Nummern 1.6.2 und 1.6.3 festgelegt.

1.6.2. Bestimmung der Freiraumzone für Zugmaschinen mit nicht umkehrbarem Sitz.

Die Freiraumzone für Zugmaschinen mit nicht umkehrbarem Sitz ist in den Nummern 1.6.2.1 bis 1.6.2.13 definiert; sie wird von folgenden Ebenen begrenzt, wobei sich die Zugmaschine auf einer horizontalen Fläche befindet, der Sitz gemäß den Nummern 1.5.2.1 bis 1.5.2.4 eingestellt und positioniert⁽²⁾ ist und das Lenkrad, falls verstellbar, in mittlerer Stellung für einen sitzenden Fahrer eingestellt ist:

- 1.6.2.1. eine waagerechte Ebene **A₁ B₁ B₂ A₂**, $(810 + a_v)$ mm über dem Sitz-Index-Punkt, wobei die Linie **B₁B₂** ($a_h - -10$) mm hinter dem SIP liegt;
- 1.6.2.2. einer geneigten Ebene **H₁ H₂ G₂ G₁** senkrecht zur Bezugsebene, die sowohl einen 150 mm hinter der Linie **B₁B₂** gelegenen Punkt als auch den hintersten Punkt der Sitzrückenlehne enthält;
- 1.6.2.3. einer zylindrischen Fläche **A₁ A₂ H₂ H₁**, die sich rechtwinklig zur Bezugsebene mit einem Radius von 120 mm tangential an die unter den Nummern 1.6.2.1 und 1.6.2.2 definierten Ebenen anschließt;
- 1.6.2.4. einer zylindrischen Fläche **B₁ C₁ C₂ B₂**, die sich rechtwinklig zur Bezugsebene mit einem Radius von 900 mm vorn in 400 mm Entfernung tangential an die unter Nummer 1.6.2.1 genannte Ebene entlang der Linie **B₁B₂** anschließt;
- 1.6.2.5. einer geneigten Ebene **C₁ D₁ D₂ C₂**, rechtwinklig zur Bezugsebene, die sich an die unter Nummer 1.6.2.4 definierte Fläche anschließt und in 40 mm Abstand von der äußeren Vorderkante des Lenkrads verläuft. Ist das Lenkrad überhöht angeordnet, erstreckt sich diese Ebene tangential von der Linie **B₁B₂** nach vorne bis an die unter Nummer 1.6.2.4 definierte Fläche;
- 1.6.2.6. einer senkrechten Ebene **D₁ K₁ E₁ E₂ K₂ D₂** rechtwinklig zur Bezugsebene in 40 mm Abstand vor der äußeren Kante des Lenkrads;
- 1.6.2.7. einer waagerechten Ebene **E₁ F₁ P₁ N₁ N₂ P₂ F₂ E₂**, die durch einen $(90 - a_v)$ mm unterhalb des Sitz-Index-Punktes gelegenen Punkt verläuft;
- 1.6.2.8. einer Fläche **G₁ L₁ M₁ N₁ N₂ M₂ L₂ G₂**, die gegebenenfalls von der unteren Begrenzung der unter der Nummer 1.6.2.2 definierten Ebene bis zu der unter der Nummer 1.6.2.7 definierten horizontalen Ebene gekrümmt ist, rechtwinklig zur Bezugsebene verläuft und über die ganze Länge in Berührung mit der Sitzrückenlehne ist;
- 1.6.2.9. zwei senkrechten Ebenen **K₁ I₁ F₁ E₁** und **K₂ I₂ F₂ E₂** parallel zur Bezugsebene, 250 mm beiderseits der Bezugsebene bis in 300 mm Höhe über der unter Nummer 1.6.2.7 definierten Ebene;

- 1.6.2.10. zwei geneigten parallelen Ebenen $A_1 B_1 C_1 D_1 K_1 I_1 L_1 G_1 H_1$ und $A_2 B_2 C_2 D_2 K_2 I_2 L_2 G_2 H_2$ die von der Oberkante der unter der Nummer 1.6.2.9 definierten Ebenen bis zu der unter der Nummer 1.6.2.1 definierten horizontalen Ebene verlaufen und auf der Seite, auf die die Belastung aufgebracht wird, mindestens 100 mm von der Bezugsebene entfernt sind;
- 1.6.2.11. zwei senkrechten Teilebenen $Q_1 P_1 N_1 M_1$ and $Q_2 P_2 N_2 M_2$ parallel zur Bezugsebene, 200 mm beiderseits der Bezugsebene bis in 300 mm Höhe über der unter Nummer 1.6.2.7 definierten waagerechten Ebene;
- 1.6.2.12. Zwei Abschnitten $I_1 Q_1 P_1 F_1$ und $I_2 Q_2 P_2 F_2$ einer senkrechten Ebene, die rechtwinklig zur Bezugsebene $(210-a_n)$ mm vor dem SIP verläuft;
- 1.6.2.13. zwei Abschnitten $I_1 Q_1 M_1 L_1$ und $I_2 Q_2 M_2 L_2$ der waagerechten Ebene, die 300 mm oberhalb der unter der Nummer 1.6.2.7 definierten Ebene verläuft.
- 1.6.3. Bestimmung der Freiraumzone für Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand
- Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) besteht der Freiraum aus dem von den beiden Freiraumzonen umgebenen Bereich; die Freiraumzonen werden durch die beiden unterschiedlichen Stellungen des Lenkrads und des Sitzes bestimmt.
- 1.6.3.1. Handelt es sich um eine hinten befestigte Schutzstruktur mit zwei Pfosten, ist die Freiraumzone für jede Position des Lenkrads und des Sitzes auf der Grundlage der Nummern 1.6.1 und 1.6.2 für die Position des Fahrers bei normaler Stellung des Fahrerstandes und nach Anhang IX Nummern 1.6.1 und 1.6.2 für die Position des Fahrers bei umgekehrter Stellung des Fahrerstandes (siehe Abbildung 7.2.a) zu bestimmen.
- 1.6.3.2. Bei Schutzvorrichtungen anderer Art ist die Freiraumzone für jede Position des Lenkrads und des Sitzes auf der Grundlage der Nummern 1.6.1 und 1.6.2 dieses Anhangs (siehe Abbildung 7.2.b) zu bestimmen.
- 1.6.4. Zusätzliche Sitze
- 1.6.4.1. Bei einer Zugmaschine, die mit zusätzlichen Sitzen ausgestattet werden kann, wird bei den Prüfungen der von den Freiraumzonen umgebene Bereich verwendet, der die Sitz-Index-Punkte aller möglichen Sitzpositionen enthält. Die Schutzstruktur darf nicht Teil der größeren Freiraumzone sein, in der diese unterschiedlichen Sitz-Index-Punkte berücksichtigt sind.
- 1.6.4.2. Wird nach der Prüfung eine neue Sitzposition angeboten, ist zu bestimmen, ob sich die Freiraumzone um den neuen Sitz-Index-Punkt innerhalb des vorher festgelegten Raums befindet. Falls nicht, ist eine neue Prüfung durchzuführen.
- 1.6.4.3. Ein Sitz für eine zusätzliche Person zum Fahrer, von dem aus die Zugmaschine nicht

gesteuert werden kann, gilt nicht als zusätzlicher Sitz. Der SIP wird nicht ermittelt, da die Festlegung der Freiraumzone im Verhältnis zum Fahrersitz erfolgt.

1.7. *Masse*

1.7.1. Masse ohne Ballast/Leermasse

Die Masse der Zugmaschine ohne Sonderzubehör, jedoch mit Kühlflüssigkeit, Schmiermittel, Kraftstoff und Werkzeug zuzüglich der Schutzstruktur. Nicht zu berücksichtigen sind etwaige zusätzliche Front- oder Heckbelastungsgewichte, Reifenballast, Anbaugeräte oder sonstiges Sonderzubehör;

1.7.8. Zulässige Höchstmasse

Die vom Hersteller angegebene Höchstmasse der Zugmaschine, die technisch zulässig und auf dem Kennzeichnungsschild des Fahrzeugs und/oder im Bedienungshandbuch angegeben ist;

1.7.9. Bezugsmasse

Die vom Hersteller gewählte Masse, die in den Formeln zur Berechnung der Fallhöhe des Pendelblocks, der Eingangsenergie und der Druckkräfte für die Prüfung zugrunde gelegt wird. Sie darf nicht kleiner als die Masse ohne Ballast sein und muss ausreichend groß sein, damit das Massenverhältnis nicht über 1,75 beträgt (*siehe Nummer 1.7.4*);

1.7.10. Massenverhältnis

Der Quotient $\left(\frac{\text{Zulässige Höchstmasse}^\dagger}{\text{Bezugsmasse}^\dagger} \right)$ darf nicht über 1,75 betragen.

1.8. *Zulässige Messtoleranzen*

Längenmaße:	± 3 mm
davon ausgenommen sind -- Reifenverformung:	± 1 mm
-- Verformung der Schutzstruktur bei horizontalen Belastungen:	± 1 mm
-- Fallhöhe des Pendelblocks:	± 1 mm
Massen:	± 0,2 %
(des Skalenendwertes des Sensors)	
Kräfte: ± 0,1 % (des Skalenendwertes des Sensors)	
Winkel:	± 0,1 °

1.9. *Symbole*

a_h	(mm)	Hälfte der horizontalen Sitzverstellung;
a_v	(mm)	Hälfte der vertikalen Sitzverstellung;
B	(mm)	Mindestgesamtbreite der Zugmaschine;
B_6	(mm)	Größte Außenbreite der Schutzstruktur;
D	(mm)	Verformung der Schutzstruktur am Aufschlagpunkt (dynamische Prüfungen) bzw. Verformung an der Stelle und in der Richtung der Belastung (statische Prüfungen);
D'	(mm)	Verformung der Schutzstruktur für die errechnete erforderliche Energie;
E_a	(J)	Absorbierte Verformungsenergie bei Wegnahme der Belastung Bereich innerhalb der Kurve F-D ;
E_i	(J)	Absorbierte Verformungsenergie. Bereich unterhalb der Kurve F-D ;
E'_i	(J)	Absorbierte Verformungsenergie nach einer zusätzlichen infolge von Brüchen oder Rissen vorgenommenen Belastungsprüfung;
E''_i	(J)	Während der Überlastprüfung absorbierte Verformungsenergie bei Wegnahme der Belastung vor der Prüfung mit Überlast; Bereich unterhalb der Kurve F-D ;
E_{il}	(J)	Bei Belastung in Längsrichtung zu absorbierende Eingangsenergie;
E_{is}	(J)	Bei seitlicher Belastung zu absorbierende Eingangsenergie;
F	(N)	Statische Kraft während der Belastung;
F'	(N)	Belastungskraft für errechnete erforderliche Energie entsprechend E'_i ;
F-D		Kraft/Verformungs-Schaubild;
F_{max}	(N)	Höchste statische Kraft während der Belastung, Überlast nicht berücksichtigt;
F_v	(N)	Vertikale Druckkraft;
H	(mm)	Fallhöhe des Pendelblocks (dynamische Prüfungen);
H'	(mm)	Fallhöhe des Pendelblocks bei zusätzlicher Prüfung (dynamische Prüfungen);
I	(kgm ²)	Bezugsträgheitsmoment der Zugmaschine um die Achse der Hinterräder, unabhängig von der Masse der Hinterräder;
L	(mm)	Bezugsradstand der Zugmaschine;
M	(kg)	Bezugsmasse der Zugmaschine bei den Festigkeitsprüfungen.

2. ANWENDUNGSBEREICH

2.1. Dieser Anhang gilt für Zugmaschinen mit mindestens zwei Achsen für Räder mit Luftreifen oder mit Gleisketten anstatt Rädern, die folgende Eigenschaften aufweisen:

2.1.1. Bodenfreiheit von höchstens 600 mm unter dem niedrigsten Punkt der Vorder- bzw. der Hinterachse einschließlich des Differentials;

2.1.2. feste oder einstellbare Mindestspurweite der mit den breiteren Reifen bestückten Achse von weniger als 1150 mm. Es wird vorausgesetzt dass die mit den breiteren Reifen bestückte Achse auf eine Spurweite von höchstens 1150 mm eingestellt ist. Die Spurweite der anderen Achse muss so eingestellt werden können, dass die Außenkanten der schmaleren Reifen nicht über die Außenkanten der Reifen der anderen Achse hinausragen. Sind beide Achsen mit Felgen und Reifen gleicher Abmessung bestückt, muss die feste oder einstellbare Spurweite beider Achsen weniger als 1150 mm betragen;

- 2.1.3. Leermasse (einschließlich Überrollschutzstruktur und Reifen der höchsten vom Hersteller empfohlenen Größe) über 400 kg. Bei Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) muss die Leermasse unter 3500 kg liegen, und die zulässige Höchstmasse darf nicht mehr als 5250 kg betragen. Bei allen Zugmaschinen darf das Massenverhältnis (*Zulässige Höchstmasse / Bezugsmasse*) nicht größer als 1,75 sein.
- 2.1.4. Überrollschutzstruktur in Überrollbügel-, Überrollrahmen- oder Kabinenform, die teilweise oder vollständig hinter dem Sitz-Index-Punkt befestigt ist, mit einer Freiraumzone, deren obere Begrenzung ($810 + a_v$) mm über dem Sitz-Index-Punkt liegt, um eine ausreichend große Fläche oder einen ausreichenden freien Raum zum Schutz des Fahrers bereitzustellen.
- 2.2. Es wird anerkannt, dass es möglicherweise Zugmaschinen gibt, etwa besondere forstwirtschaftliche Maschinen wie Forwarder und Skidder, auf die dieser Anhang wegen ihrer Bauart nicht zutrifft.

B1 STATISCHES PRÜFVERFAHREN

3. VORSCHRIFTEN UND HINWEISE

3.1. Bedingungen für die Prüfung der Festigkeit von Schutzstrukturen und ihrer Befestigung an der Zugmaschine

3.1.1. Allgemeine Anforderungen

3.1.1.1. Zweck der Prüfung

Zweck der mit Spezialvorrichtungen durchgeführten Prüfungen ist es, die Belastungen zu simulieren, denen die Schutzstruktur beim Umstürzen der Zugmaschine ausgesetzt ist. Diese Prüfungen sollen Aufschluss geben über die Festigkeit der Schutzstruktur, ihrer Befestigung an der Zugmaschine und sonstiger, die Prüfkraft übertragender Zugmaschinenbauteile.

3.1.1.2. Prüfmethoden

Die Prüfungen können entweder nach dem dynamischen oder nach dem statischen Verfahren durchgeführt werden (siehe Anhang II). Beide Verfahren sind gleichwertig.

3.1.1.3. Allgemeine Regeln für die Vorbereitung der Prüfungen

3.1.1.3.1. Die Schutzstruktur muss der Serienausführung entsprechen. Sie ist nach Empfehlung des Herstellers auf einer der Zugmaschinen zu befestigen, für die sie bestimmt ist.

Anmerkung: Eine vollständige Zugmaschine ist für die statische Prüfung nicht

erforderlich; die Schutzstruktur und die Teile der Zugmaschine, an denen sie befestigt ist, müssen jedoch eine betriebsmäßige Einheit, im folgenden „Verbund“ genannt, bilden.

- 3.1.1.3.2. Die Zugmaschine (bzw. der Verbund) ist sowohl zur statischen als auch zur dynamischen Prüfung mit allen für die Montage benötigten Bauelementen der serienmäßigen Ausführung zu versehen, die die Festigkeit der Schutzstruktur beeinflussen können oder die gegebenenfalls zur Durchführung der Festigkeitsprüfung erforderlich sind.

Bauteile, die in der Freiraumzone eine Gefahr darstellen können, müssen ebenfalls an der Zugmaschine (bzw. dem Verbund) vorhanden sein, damit geprüft werden kann, ob die Annahmekriterien nach Nummer 3.1.3 erfüllt sind. Alle Teile der Zugmaschine und der Schutzstruktur einschließlich der Wetterschutzeinrichtung, sind mitzuliefern oder auf Plänen darzustellen.

- 3.1.1.3.3. Für die Festigkeitsprüfungen sind alle abnehmbaren Verkleidungen und nichttragenden Teile zu entfernen, damit sie nicht die Festigkeit der Schutzstruktur verstärken können.

- 3.1.1.3.4. Die Spurweite der Räder ist so einzustellen, dass die Schutzstruktur bei den Festigkeitsprüfungen möglichst nicht durch die Reifen oder die Gleisketten abgestützt wird. Werden diese Prüfungen nach dem statischen Verfahren durchgeführt, können die Räder oder Gleisketten abmontiert werden.

3.1.2. Prüfungen

3.1.2.1. Reihenfolge der Prüfungen nach dem statischen Verfahren

Unbeschadet der unter den Nummern 3.2.1.6 und 3.2.1.7 erwähnten zusätzlichen Prüfungen werden die Prüfungen in dieser Reihenfolge durchgeführt:

- (1) **Belastung der Struktur hinten**
(siehe Nummer 3.2.1.1);
- (2) **Druckprüfung hinten**
(siehe Nummer 3.2.1.4);
- (3) **Belastung der Struktur vorn**
(siehe Nummer 3.2.1.2);
- (4) **Seitliche Belastung der Struktur**
(siehe Nummer 3.2.1.3);
- (5) **Druckprüfung am vorderen Teil der Struktur**
(siehe Nummer 3.2.1.5).

3.1.2.2. Allgemeine Anforderungen

- 3.1.2.2.1. Bricht oder bewegt sich ein Teil der Haltevorrichtung während einer Prüfung, ist diese Prüfung zu wiederholen.

- 3.1.2.2.2. Während der Prüfungen dürfen an der Zugmaschine oder an der Schutzstruktur keine Reparaturen oder Einstellungen vorgenommen werden.
- 3.1.2.2.3. Während der Prüfung befindet sich der Schalthebel der Zugmaschine in Leerlaufstellung, und die Bremsen sind gelöst.
- 3.1.2.2.4. Sind die Räder der Zugmaschine gegen den Fahrzeugrahmen gefedert, ist die Federung während der Prüfungen zu blockieren.
- 3.1.2.2.5. Die erste Belastung des hinteren Teils der Struktur muss auf der Seite erfolgen, auf der Belastungen nach Ansicht der Prüfbehörden die ungünstigeren Auswirkungen haben. Die Belastung von der Seite und von hinten muss auf beiden Seiten der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen. Die Belastung von vorn muss auf derselben Seite der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen wie die seitliche Belastung.
- 3.1.3. Annahmekriterien
 - 3.1.3.1. Eine Schutzstruktur gilt hinsichtlich der Festigkeit als zufriedenstellend, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:
 - 3.1.3.1.1. In dem Augenblick der statischen Prüfung, in dem die erforderliche Energie bei jeder vorgeschriebenen waagerechten Belastungsprüfung oder der Überlastprüfung erreicht wird, muss die Kraft mehr als $0,8 F$ betragen;
 - 3.1.3.1.2. ergeben sich bei der Prüfung infolge der aufgebrachten Druckkraft Brüche oder Risse, muss eine zusätzliche Druckprüfung gemäß Nummer 3.2.1.7 unmittelbar nach der Druckprüfung vorgenommen werden, die die Ursache für die Brüche oder Risse war.
 - 3.1.3.1.3. kein Teil der Schutzstruktur darf während der Prüfungen, ausgenommen die Überlastprüfung, in die Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 eindringen;
 - 3.1.3.1.4. während der Prüfungen mit Ausnahme der Überlastprüfung müssen gemäß Nummer 3.2.2.2 alle Teile der Freiraumzone innerhalb der Schutzstruktur liegen;
 - 3.1.3.1.5. während der Prüfungen darf die Schutzstruktur keinerlei Druck auf die tragenden Teile des Sitzes ausüben;
 - 3.1.3.1.6. die gemäß Nummer 3.2.2.3 gemessene elastische Verformung muss unter 250 mm liegen.
 - 3.1.3.2. Von keinem Zubehörteil darf eine Gefahr für den Fahrer ausgehen. Es darf kein vorstehendes Teil oder Zubehörteil vorhanden sein, das bei einem Umstürzen der Zugmaschine den Fahrer verletzen oder ihn z. B. an den Füßen oder Beinen einklemmen kann, wenn es zu einer Verformung der Schutzstruktur kommt.

- 3.1.4. [Entfällt]
- 3.1.5. Prüfaufbau und -ausrüstung
- 3.1.5.1. Gerät für statische Prüfungen
- 3.1.5.1.1. Das Gerät soll Aufschlag- oder Druckbelastungen der Schutzstruktur ermöglichen.
- 3.1.5.1.2. Es ist dafür zu sorgen, dass die Belastung senkrecht zur Krafrichtung gleichmäßig auf die gesamte Länge einer Gleitkufe verteilt wird, deren Länge ein ganzzahliges Vielfaches von 50 betragen und zwischen 250 mm und 700 mm liegen muss. Der Balken muss 150 mm hoch sein.
- 3.1.5.1.3. Das Aufsatzstück muss jedem Winkel zur Belastungsrichtung angepasst werden können, so dass es bei Verformung der Schutzstruktur den Winkeländerungen der Last aufnehmenden Fläche der Schutzvorrichtung folgen kann.
- 3.1.5.1.4. Krafrichtung (Abweichung von der Waagerechten und von der Senkrechten):
- bei Prüfungsbeginn, unbelastet: $\pm 2^\circ$;
 - bei Prüfung unter Last: 10° über und 20° unter der Horizontalen. Diese Abweichungen müssen so klein wie möglich gehalten werden.
- 3.1.5.1.5. Die Verformungsgeschwindigkeit muss hinreichend langsam sein (weniger als 5 mm/s), damit die Belastung zu jedem Zeitpunkt als statisch angesehen werden kann.
- 3.1.5.2. Gerät zur Messung der von der Schutzstruktur absorbierten Energie
- 3.1.5.2.1. Die Kraft-Verformungs-Kurve ist aufzuzeichnen, um die von der Schutzstruktur absorbierte Energie zu ermitteln. Kraft und Verformung brauchen nicht an dem Punkt gemessen zu werden, an dem die Belastung auf die Schutzstruktur aufgebracht wird; sie sind jedoch gleichzeitig auf der gleichen Linie zu messen.
- 3.1.5.2.2. Der Bezugspunkt der Verformungsmessungen ist so zu wählen, dass nur die von der Schutzstruktur und bestimmten Zugmaschinenteilen absorbierte Energie in die Berechnung eingeht. Die bei der Verformung und/oder dem Rutschen der Verankerung absorbierte Energie ist nicht zu berücksichtigen.
- 3.1.5.3. Verankerung der Zugmaschine am Boden

3.1.5.3.1. Verankerungsschienen sind in einem Abstand, der für das Verankern der Zugmaschine in allen abgebildeten Fällen erforderlich ist, an einer widerstandsfähigen Platte in der Nähe der Prüfvorrichtung starr zu befestigen.

3.1.5.3.2. Die Zugmaschine ist an den Schienen durch geeignete Mittel (Platten, Keile, Drahtseile, Stützen usw.) zu verankern, so dass sie sich während der Prüfungen nicht bewegen kann. Dies ist während der Durchführung der Belastungen mit den üblichen Geräten zur Längenmessung zu kontrollieren.

Bewegt sich die Zugmaschine, ist die gesamte Prüfung zu wiederholen, es sei denn, das System zur Messung der Verformungen, die für die Auswertung der Kraft-Verformungs-Kurve berücksichtigt wurden, ist an der Zugmaschine befestigt.

3.1.5.4. Vorrichtung für die Druckprüfung

Mit einer Vorrichtung gemäß Abbildung 7.3 muss es möglich sein, eine nach unten gerichtete Kraft auf die Schutzstruktur über einen ca. 250 mm breiten steifen Balken auszuüben, der mit der Belastungsvorrichtung über Kardangelenke verbunden ist. Die Achsen der Zugmaschine sind so abzustützen, dass die Reifen der Zugmaschine die Drucklast nicht zu tragen haben.

3.1.5.5. Sonstige Messgeräte

Folgende Messgeräte werden ebenfalls benötigt:

3.1.5.5.1. ein Gerät zur Messung der elastischen Verformung (Differenz zwischen der höchsten momentanen Verformung und der bleibenden Verformung, siehe Abbildung 7.4);

3.1.5.5.2. ein Gerät, mit dem überprüft werden kann, ob die Schutzstruktur nicht in die Freiraumzone eingedrungen ist und die Freiraumzone während der Prüfung innerhalb des Schutzbereiches der Schutzstruktur geblieben ist (siehe Nummer 3.2.2.2).

3.2. Statisches Prüfverfahren

3.2.1. Belastungs- und Druckprüfungen

3.2.1.1. **Belastung hinten**

3.2.1.1.1. Die Last ist waagrecht und parallel zur senkrechten Mittelebene der Zugmaschine aufzubringen.

Die Last ist in dem Punkt an der Überrollschutzstruktur einzuleiten, der bei einem Überschlag nach hinten voraussichtlich den Boden zuerst berührt, normalerweise die obere Kante. Die senkrechte Ebene, auf die die Last aufgebracht wird, muss ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur an diesem Punkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe die Belastung dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

3.2.1.1.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.1.6.3 am Boden zu verspannen.

3.2.1.1.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} M L^2$$

oder

$$E_{il} = 0,574 \times I$$

3.2.1.1.4. Bei Zugmaschinen mit umkehrbarem Fahrerstand (Sitz und Lenkrad sind umkehrbar) muss die Energie dem höchsten Wert entsprechen, der sich aus der obigen Formel oder der nachstehenden Formel ergibt:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M$$

3.2.1.2. Belastung vorn

3.2.1.2.1. Die Last ist waagrecht und parallel zur senkrechten Mittelebene der Zugmaschine aufzubringen. Als Lasteinleitungspunkt an der Schutzstruktur ist der Punkt zu wählen, der bei einem Umstürzen der Zugmaschine seitwärts bei Vorwärtsfahrt voraussichtlich den Boden zuerst berührt, normalerweise die vordere obere Ecke. Der Lasteinleitungspunkt muss ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur an diesem Punkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe die Belastung dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

3.2.1.2.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.1.6.3 am Boden zu verspannen.

3.2.1.2.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M$$

3.2.1.2.4. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad):

gilt ebenfalls die obige Formel, wenn es sich bei der Schutzstruktur um einen

hinten angebrachten Überrollbügel mit zwei Pfosten handelt;

für andere Schutzvorrichtungsarten muss die Energie dem höchsten Wert entsprechen, der sich aus der obigen Formel oder den nachstehenden Formeln ergibt:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} ML^2$$

oder

$$E_{il} = 0,574 I$$

3.2.1.3. Seitliche Belastung

3.2.1.3.1. Die seitliche Belastung erfolgt waagrecht und rechtwinklig zur senkrechten Mittelebene der Zugmaschine 60 mm vor dem Sitz-Index-Punkt, wenn der Sitz sich in der Mitte des Längsverstellwegs befindet. Die Last ist an dem Teil der Schutzstruktur einzuleiten, der bei einem seitlichem Umsturz voraussichtlich zuerst den Boden berührt, normalerweise der oberen Kante.

3.2.1.3.2. Der Aufbau ist gemäß der Beschreibung unter Nummer 3.1.6.3 am Boden zu verspannen.

3.2.1.3.3. Die bei der Prüfung von der Schutzstruktur mindestens aufzunehmende Energie geht aus folgender Formel hervor:

$$E_{is} = 1,75 M$$

3.2.1.3.4. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) muss der Lasteinleitungspunkt in der Querebene liegen, die zur Längsmittlebene rechtwinklig verläuft und durch den Mittelpunkt des Abschnitts geht, in dem sich die beiden Sitz-Index-Punkte treffen, die durch Verbindung der beiden Sitzstellungen bestimmt werden. Bei Schutzvorrichtungen mit zwei Pfosten muss sich der Angriffspunkt der Last an einem der beiden Pfosten befinden.

3.2.1.3.5. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad), deren Schutzstruktur aus einem hinten angebrachten Überrollbügel mit zwei Pfosten besteht, muss die Energie dem höchsten Wert entsprechen, der sich aus den nachstehenden Formeln ergibt:

$$E_{is} = 1,75 M$$

oder

$$E_{is} = 1,75 M (B_0 + B)/2B$$

3.2.1.4. Druckprüfung hinten

Der Druckbalken ist über das hinterste, oberste tragende Teil der Schutzvorrichtung zu legen, die Resultierende aus den Druckkräften muss sich in der Mittelebene der

Zugmaschine befinden. Eine Kraft F_v ist aufzubringen:

$$F_v = 20 M$$

Die Kraft F_v ist nach dem Ende der mit bloßem Auge feststellbaren Bewegung der Schutzstruktur noch fünf Sekunden lang aufrechtzuerhalten.

Hält der hintere Teil des Daches der Schutzstruktur der vollen Druckkraft nicht stand, ist die Kraft so lange aufzubringen, bis die Verformung des Daches die Ebene erreicht, die den oberen Teil der Schutzstruktur mit dem Teil des Zugmaschinenhecks verbindet, der imstande ist, im Falle eines Umstürzens die Zugmaschine abzustützen.

Anschließend ist die Belastung aufzuheben und der Druckbalken wieder so in Position zu bringen, dass er sich oberhalb des Punktes der Schutzstruktur befindet, der bei einem vollständigen Überrollen die Zugmaschine abzustützen hätte. Es wird dann wieder die Druckkraft F_v aufgebracht.

3.2.1.5. **Druckprüfung vorn**

Der Druckbalken ist über das vorderste oberste tragende Teil der Schutzstruktur zu legen, die Resultierende aus den Druckkräften muss sich in der Mittelebene der Zugmaschine befinden. Eine Kraft F_v ist aufzubringen:

$$F_v = 20 M$$

Die Kraft F_v ist nach dem Ende der mit bloßem Auge feststellbaren Bewegung der Schutzstruktur noch fünf Sekunden lang aufrechtzuerhalten.

Hält der Vorderteil des Daches der Schutzstruktur der vollen Druckkraft nicht stand, ist die Kraft so lange aufzubringen, bis die Verformung des Daches die Ebene erreicht, die den oberen Teil der Schutzstruktur mit dem Vorderteil der Zugmaschine verbindet, der im Falle eines Umstürzens die Zugmaschine abstützen kann.

Anschließend ist die Belastung aufzuheben und der Druckbalken wieder so in Position zu bringen, dass er sich oberhalb des Punktes der Schutzstruktur befindet, der bei einem vollständigen Überrollen die Zugmaschine abzustützen hätte. Es wird dann wieder die Druckkraft F_v aufgebracht.

3.2.1.6. **Zusätzliche Überlastprüfung** (Abbildungen 7.5 bis 7.7)

Die Überlastprüfung ist immer dann durchzuführen, wenn die Belastungskraft über die letzten 5 % der erreichten Verformung um mehr als 3 % abnimmt, nachdem die erforderliche Energie von der Schutzvorrichtung absorbiert ist (siehe Abbildung 7.6).

Die Überlastprüfung besteht darin, die waagerechte Belastung in Schritten von 5 % der zu Beginn erforderlichen Energie bis zu einer zusätzlichen Energie von höchstens 20 % fortzusetzen (siehe Abbildung 7.7).

Die Überlastprüfung gilt als bestanden, wenn die Kraft bei der Erhöhung der erforderlichen Energie um 5 %, 10 % und 15 % nach jeder fünfprozentigen Steigerung um weniger als 3 % abnimmt und die Kraft auch weiterhin über $0,8 F_{\max}$ beträgt.

Die Überlastprüfung gilt als bestanden, wenn die Kraft, nachdem die Schutzstruktur 20 % der zusätzlichen Energie absorbiert hat, über $0,8 F_{\max}$ beträgt.

Zusätzliche Brüche oder Risse und/oder das Eindringen der Schutzstruktur in die Freiraumzone oder der fehlende Schutz dieser Zone aufgrund einer elastischen Verformung sind während der Überlastprüfung zulässig. Nach dem Wegfall der Überlast darf die Schutzvorrichtung jedoch nicht in die Freiraumzone eindringen und die Zone muss vollständig geschützt sein.

3.2.1.7. **Zusätzliche Druckprüfungen**

Entstehen bei der Druckprüfung erhebliche Brüche oder Risse, ist eine zweite ähnliche Druckprüfung, jedoch mit einer Kraft von $1,2 F_v$ unmittelbar nach der Druckprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat.

3.2.2. **Durchzuführende Messungen**

3.2.2.1. Brüche und Risse

Nach jeder Prüfung sind die tragenden Teile, Verbindungen und Befestigungsteile einer Sichtprüfung auf Brüche oder Risse zu unterziehen, wobei jedoch kleine Risse an unbedeutenden Teilen nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

3.2.2.2. Eindringen in die Freiraumzone

Bei jedem Versuch ist die Schutzstruktur daraufhin zu prüfen, ob Teile davon in die Freiraumzone gemäß 1.6 eingedrungen sind.

Außerdem darf die Freiraumzone nicht außerhalb der Schutzzone der Schutzstruktur liegen. Dieser Fall gilt dann als gegeben, wenn ein Teil der Freiraumzone bei Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite, gegen die der Schlag geführt worden ist, mit der Bodenebene in Berührung kommen würde. Bei dieser Prüfung werden die vom Hersteller für die Reifen und die Spurweite angegebenen kleinsten Werte berücksichtigt.

3.2.2.3. Elastische Verformung bei seitlicher Belastung

Die elastische Verformung ist $(810 + a_v)$ mm über dem Sitz-Index-Punkt in einer vertikalen Ebene zu messen, die durch den Aufschlagpunkt führt. Für diese Messung sind Geräte nach Abbildung 7.4 zu verwenden.

3.2.2.4. Bleibende Verformung

Nach der letzten Druckprüfung wird die bleibende Verformung der Schutzstruktur ermittelt. Zu diesem Zweck wird vor der Prüfung die Lage der wesentlichen Teile der Schutzstruktur gegenüber dem Sitz-Index-Punkt festgestellt.

3.3. ***Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen***

3.3.1. [Entfällt]

Technische Erweiterung

3.3.2.

Wenn an der Zugmaschine, der Schutzstruktur oder der Art der Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine technische Änderungen vorgenommen werden, kann die Prüfstelle, die die ursprüngliche Prüfung durchgeführt hat, in folgenden Fällen einen „Bericht über eine technische Erweiterung“ ausstellen:

Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfungen auf andere Zugmaschinentypen

3.3.2.1.

Die Belastungs- und Druckprüfungen müssen nicht an jedem Zugmaschinentyp durchgeführt werden, wenn die Schutzstruktur und die Zugmaschine den Bedingungen unter den Nummern 3.3.2.1.1 bis 3.3.2.1.5 entsprechen.

Die Struktur ist mit der geprüften Struktur identisch;

3.3.2.1.1.

die erforderliche Energie übersteigt die für die ursprüngliche Prüfung berechnete Energie um nicht mehr als 5 %; die Grenze von 5 % gilt auch für Erweiterungen beim Ersatz von Rädern durch Ketten an derselben Zugmaschine;

3.3.2.1.2.

die Art der Befestigung der Schutzstruktur und das Bauteil der Zugmaschine, an dem sie befestigt wird, sind gleich;

3.3.2.1.3.

Bauteile wie Kotflügel und Motorhauben, die als Abstützung für die Schutzstruktur dienen können, sind identisch;

3.3.2.1.4.

die Anordnung und die wesentlichen Abmessungen des Sitzes innerhalb der Schutzstruktur sowie die Anordnung der Schutzstruktur an der Zugmaschine müssen dergestalt sein, dass die Freiraumzone bei allen Prüfungen ungeachtet der Verformungen der Schutzstruktur erhalten bleibt (um dies zu prüfen, werden die im Originalprüfbericht angegebenen Bezugswerte für die Freiraumzone verwendet, nämlich der Sitz-Bezugspunkt oder der Sitz-Index-Punkt).

3.3.2.1.5.

Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfung auf geänderte Schutzstrukturen

3.3.2.2.

Sind die unter Nummer 3.3.2.1 genannten Bedingungen nicht erfüllt, kommt das nachstehende Verfahren zur Anwendung; es darf nicht angewendet werden, wenn die Art der Befestigung der Schutzvorrichtung an der Zugmaschine grundsätzlich anders ist (z. B. Aufhängeeinrichtung statt Gummiabstützung):

Änderungen, die sich nicht auf die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung auswirken (z. B. Schweißbefestigung der Grundplatte eines Zubehörteils an einer unkritischen Stelle der Struktur), das Hinzufügen von Sitzen mit einem anderen Sitz-Index-Punkt in der Schutzstruktur (sofern die Prüfung ergibt, dass die neuen Freiraumzonen bei sämtlichen Prüfungen innerhalb des Schutzbereichs der verformten Struktur bleiben).

3.3.2.2.1.

Änderungen, die sich möglicherweise auf die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung auswirken, ohne jedoch die Zulässigkeit der Schutzstruktur in Frage zu stellen (z. B. Änderung eines tragenden Teils, Änderung der Art der Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine). Es kann eine Validierungsprüfung durchgeführt werden, deren Ergebnisse im Erweiterungsbericht anzugeben sind.

3.3.2.2.2.

Für diese Erweiterung der Typgenehmigung bestehen folgende Beschränkungen:

Ohne Validierungsprüfung dürfen höchstens fünf Erweiterungen angenommen werden;

3.3.2.2.2.1.

- 3.3.2.2.2. Die Ergebnisse der Validierungsprüfung werden für eine Erweiterung zugelassen, wenn alle Annahmekriterien dieses Anhangs erfüllt sind und:
- wenn die nach den einzelnen Schlagprüfungen gemessene Verformung nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der im Originalprüfbericht in Bezug auf die einzelnen Schlagprüfungen angegebenen Verformung abweicht (bei dynamischer Prüfung);
 - wenn die Kraft, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei den einzelnen waagerechten Belastungsprüfungen gemessen wurde, nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der Kraft abweicht, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei der ursprünglichen Prüfung gemessen wurde, und wenn die Verformung, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei den einzelnen waagerechten Belastungsprüfungen gemessen wurde⁽³⁾, nicht um mehr als $\pm 7\%$ von der Verformung abweicht, die bei Erreichen der erforderlichen Energie bei der ursprünglichen Prüfung gemessen wurde (bei statischer Prüfung).

3.3.2.2.2.3. In einem einzigen Erweiterungsbericht können mehrere Schutzstrukturänderungen zusammengefasst werden, wenn sie verschiedene Ausführungen derselben Schutzstruktur betreffen, in einem einzigen Erweiterungsbericht ist jedoch nur eine Validierungsprüfung zulässig. Die nicht geprüften Ausführungen sind in einem eigenen Abschnitt des Erweiterungsberichts zu beschreiben.

3.3.2.2.3. Erhöhung der vom Hersteller angegebenen Bezugsmasse für eine bereits geprüfte Schutzstruktur. Will der Hersteller dieselbe Typgenehmigungsnummer beibehalten, kann nach Durchführung einer Validierungsprüfung ein Erweiterungsbericht ausgestellt werden (die Beschränkung von $\pm 7\%$ gemäß 3.3.2.2.2 gilt in einem solchen Fall nicht).

[Entfällt]

3.4.

Verhalten von Schutzstrukturen bei niedrigen Temperaturen

3.5.

3.5.1. Wird eine Schutzstruktur als unempfindlich gegen Kaltversprödung deklariert, hat der Hersteller Angaben hierzu vorzulegen, die in den Bericht aufgenommen werden.

3.5.2. Die nachstehenden Anforderungen und Verfahren stellen ab auf die Gewährleistung der Festigkeit und der Unempfindlichkeit gegen Kaltversprödung. Es wird empfohlen, folgende Mindestanforderungen an die Werkstoffe zugrunde zu legen, wenn beurteilt wird, ob eine Schutzstruktur für den Einsatz bei tiefen Temperaturen geeignet ist, für den in einigen Ländern zusätzliche Anforderungen gelten.

3.5.2.1. Schrauben und Muttern, die zur Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine und zur Verbindung von tragenden Teilen der Schutzstruktur dienen, müssen nachweislich eine ausreichende Kaltzähigkeit besitzen.

3.5.2.2. Alle bei der Herstellung von Bauteilen und Halterungen verwendeten Schweißelektroden müssen mit dem Material der Schutzstruktur gemäß Nummer 3.5.2.3 kompatibel sein.

3.5.2.3. Die Stähle für tragende Teile der Schutzstruktur müssen nachweislich ausreichend zäh sein und mindestens die Anforderungen des Kerbschlagbiegeversuchs nach Charpy (V-Kerbe) gemäß Tabelle 7.1 erfüllen. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995 bestimmt.

Stahl mit einer Walzdicke von weniger als 2,5 mm und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,2 % gilt als geeignet.

Tragende Teile der Schutzstruktur aus anderen Materialien als Stahl müssen eine

vergleichbare Kaltzähigkeit aufweisen.

3.5.2.4. Der Probekörper für den Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche der in Tabelle 7.1 genannten Größen.

3.5.2.5.

Der Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) erfolgt gemäß ASTM A 370-1979, außer bei den Probekörpergrößen, die den in Tabelle 7.1 genannten Abmessungen entsprechen müssen.

Probekörpergröße	Energie bei	
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tabelle 7.1
Mindestschlagenergie, Charpy-Prüfung (V-Kerbe)

- a) Bevorzugte Größe. Der Probekörper darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche bevorzugte Größe.
- b) Die erforderliche Energie bei -20 °C beträgt 2,5-mal den für -30 °C angegebenen Wert. Die Größe der Aufschlagenergie wird auch von anderen Faktoren beeinflusst, nämlich von Walzrichtung, Formänderungsfestigkeit, Kornorientierung und Schweißung. Bei der Auswahl und Verwendung von Stahl sind diese Faktoren zu beachten.

3.5.2.6. Alternativ zu diesem Verfahren kann beruhigter oder halbberuhigter Stahl verwendet werden, für den entsprechende Eigenschaften nachzuweisen sind. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995, Amd 1:2003 bestimmt.

3.5.2.7. Verwendet werden längliche Proben, die vor der Formgebung oder dem Schweißen zur Verwendung in der Schutzstruktur aus Flachmaterial, Stäben oder Profilen entnommen sind. Proben von Stäben oder Profilen müssen aus der Mitte der Seite mit der größten Abmessung entnommen sein und dürfen keine Schweißnähte aufweisen.

[Entfällt]

3.6.

Abbildung 7.1

Freiraumzone

Abmessungen in mm

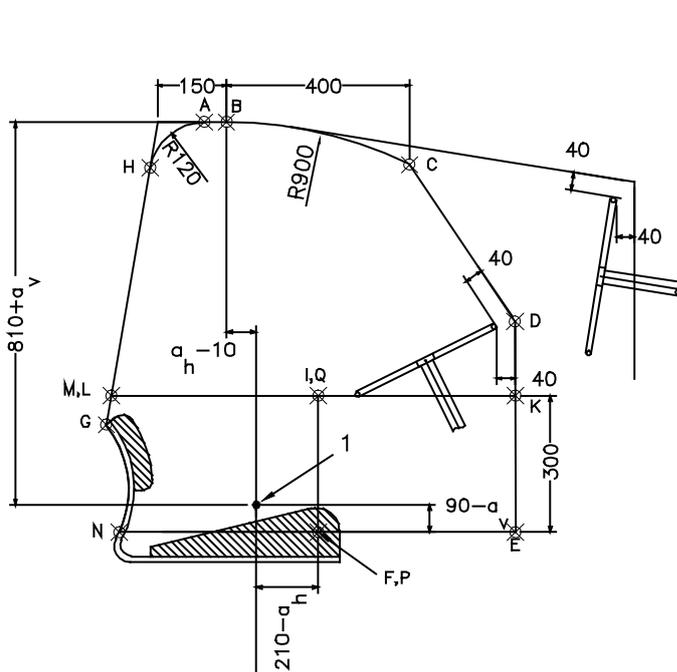


Abbildung 7.1.a

Seitenansicht
Schnitt entsprechend der Bezugsebene

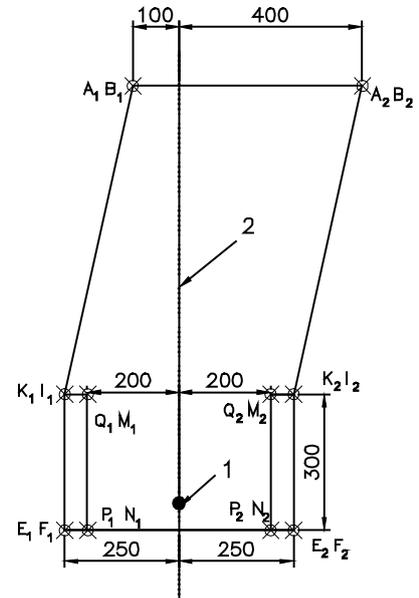


Abbildung 7.1.b

Rückansicht

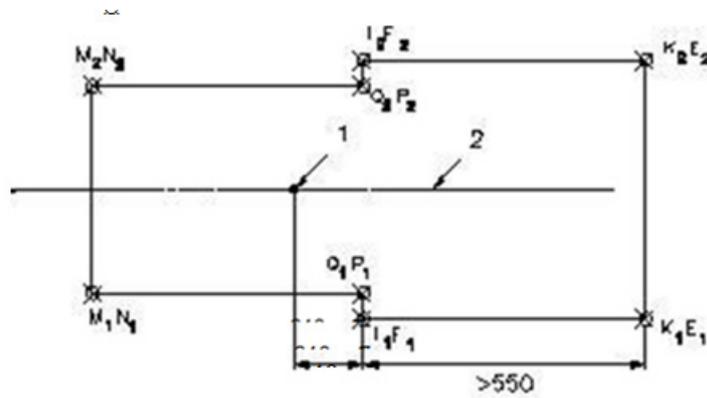


Abbildung 7.1.c

Draufsicht

- 1 – Sitz-Index-Punkt
- 2 – Bezugsebene

Abbildung 7.2.a

**Freiraumzone für Zugmaschinen mit umkehrbarem Sitz:
Überrollbügel mit zwei Pfosten**

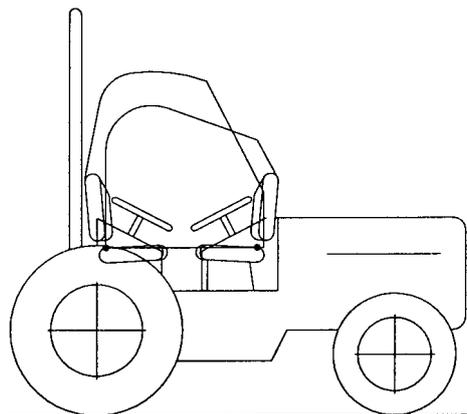


Abbildung 7.2.b

**Freiraumzone für Zugmaschinen mit umkehrbarem Sitz:
andere Typen von Überrollschutzstrukturen**

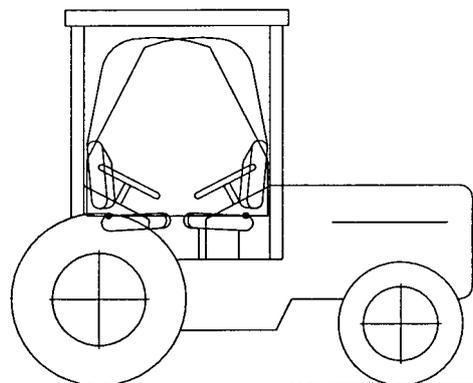
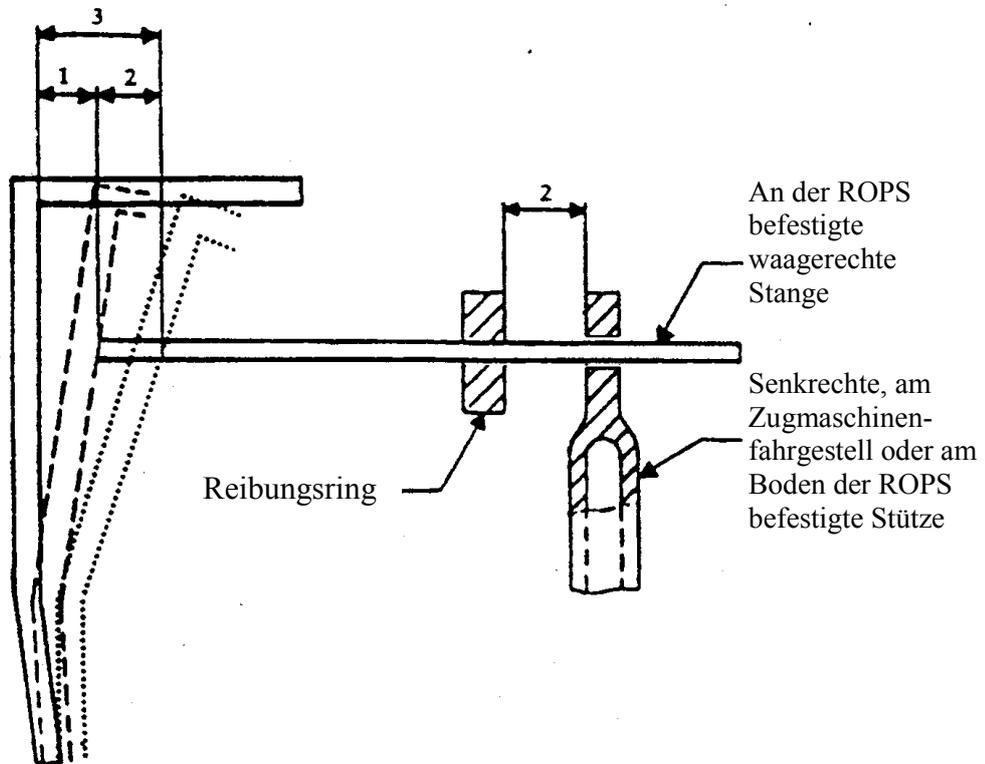


Abbildung 7.4

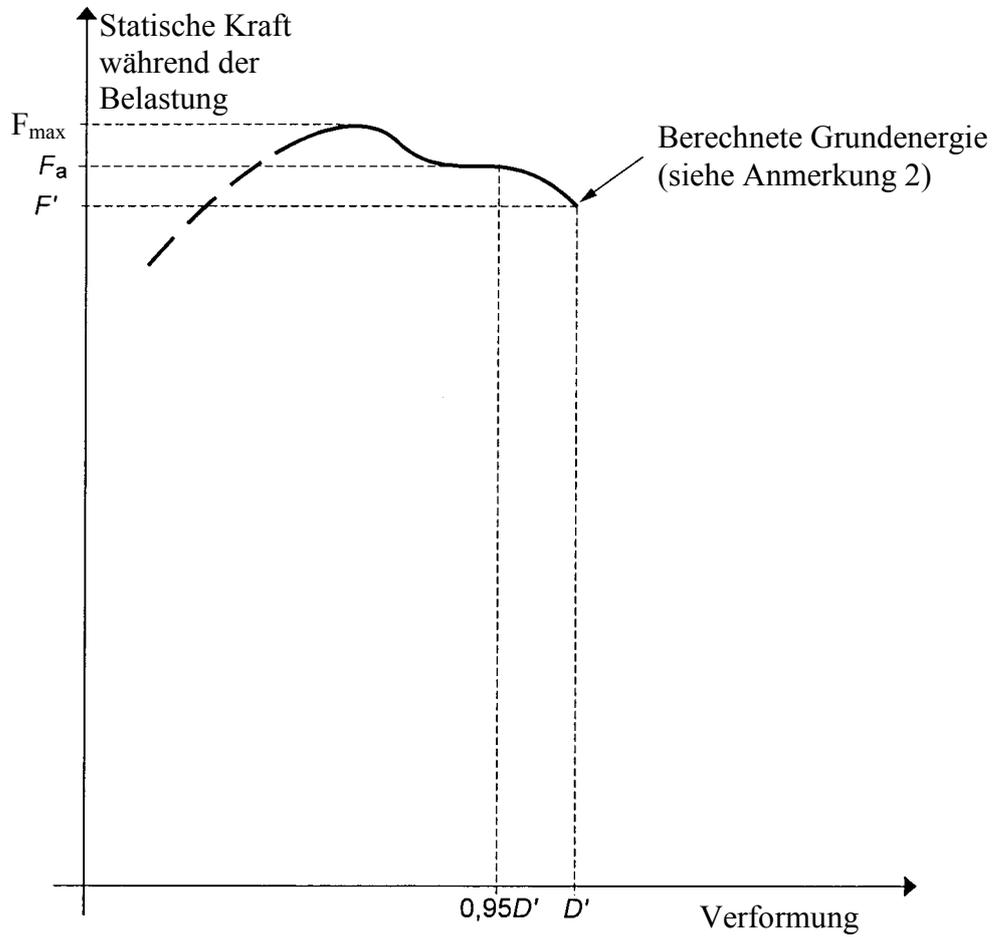
Beispiel eines Gerätes zur Messung der elastischen Verformung



- 1 – Bleibende Verformung
- 2 – Elastische Verformung
- 3 – Gesamtverformung (bleibende + elastische Verformung)

Abbildung 7.5

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung nicht erforderlich**

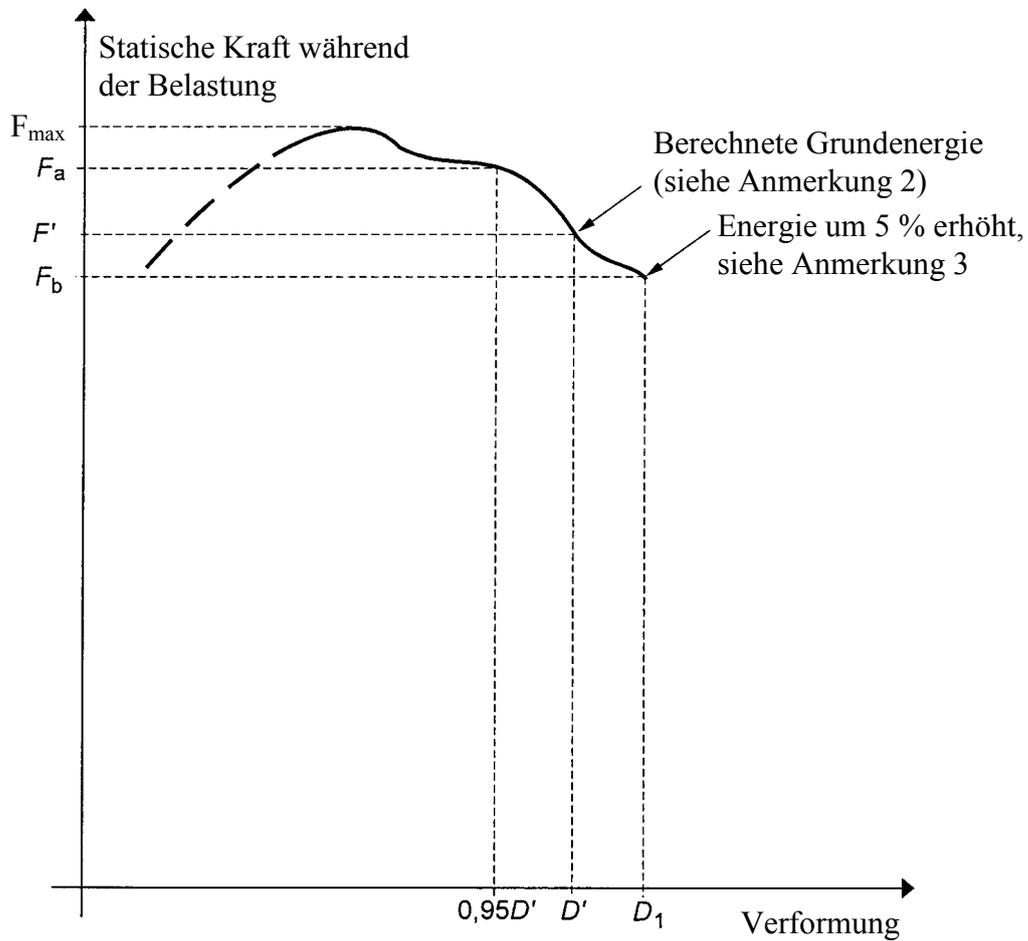


Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der $0,95 D'$ entspricht.
2. Überlastprüfung nicht erforderlich, da $F_a \leq 1,03 F'$.

Abbildung 7.6

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung erforderlich**

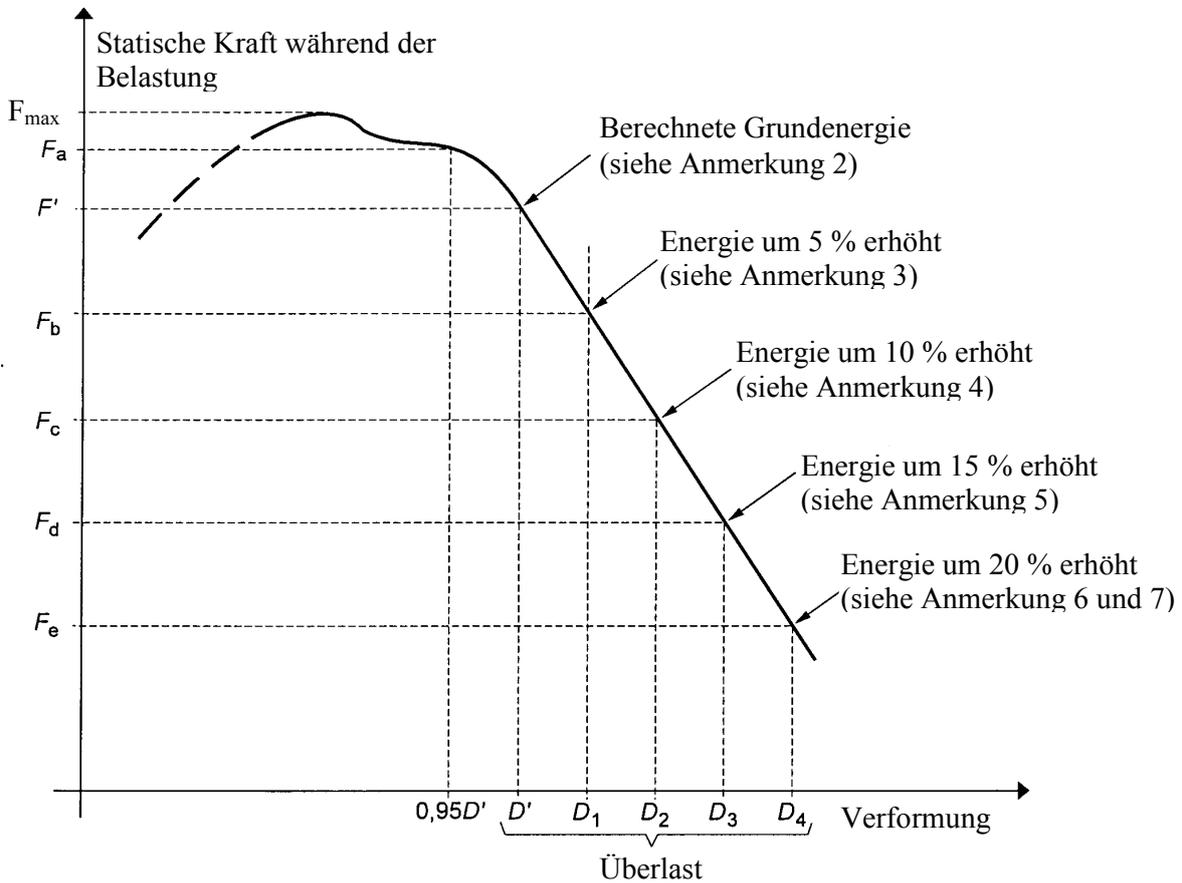


Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der 0,95 D' entspricht.
2. Überlastprüfung erforderlich, da $F_a > 1,03 F'$.
3. Ergebnis der Überlastprüfung zufriedenstellend, da $F_b > 0,97F'$ und $F_b > 0,8F_{\max}$.

Abbildung 7.7

**Kraft-Verformungs-Kurve
Überlastprüfung ist fortzusetzen**



Anmerkungen:

1. F_a -Wert aufsuchen, der $0,95 D'$ entspricht.
2. Überlastprüfung erforderlich, da $F_a > 1,03 F'$.
3. $F_b < 0,97 F'$, daher weitere Überlastung erforderlich.
4. $F_c < 0,97 F_b$, daher weitere Überlastung erforderlich.
5. $F_d < 0,97 F_c$, daher weitere Überlastung erforderlich.
6. Ergebnis der Überlastprüfung zufriedenstellend, wenn $F_e > 0,8 F_{\max}$.
7. Prüfung nicht bestanden, wenn Belastung zu einem beliebigen Zeitpunkt unter $0,8 F_{\max}$.

In diesem Abschnitt wird das dynamische Prüfverfahren als Alternative zum statischen Verfahren nach Abschnitt B1 dargestellt.

4. **VORSCHRIFTEN UND HINWEISE**

4.1. ***Bedingungen für die Prüfung der Festigkeit von Schutzstrukturen und ihrer Befestigung an der Zugmaschine***

4.1.1. **Allgemeine Anforderungen**

Siehe die Vorschriften für statische Prüfungen in Abschnitt B1.

4.1.2. **Prüfungen**

4.1.2.1. Reihenfolge der Prüfungen nach dem dynamischen Verfahren

Unbeschadet der unter den Nummern 4.2.1.6 und 4.2.1.7 erwähnten zusätzlichen Prüfungen werden die Prüfungen in dieser Reihenfolge durchgeführt:

- 1) **Belastung der Struktur von hinten**
(siehe Nummer 4.2.1.1);
- 2) **Druckprüfung hinten**
(siehe Nummer 4.2.1.4);
- 3) **Belastung der Struktur von vorn**
(siehe Nummer 4.2.1.2);
- 4) **seitliche Belastung der Struktur**
(siehe Nummer 4.2.1.3);
- 5) **Druckprüfung am vorderen Teil der Struktur**
(siehe Nummer 4.2.1.5).

4.1.2.2. Allgemeine Anforderungen

4.1.2.2.1. Bricht oder bewegt sich ein Teil der Haltevorrichtung während einer Prüfung, ist diese Prüfung zu wiederholen.

4.1.2.2.2. Während der Prüfungen dürfen an der Zugmaschine oder an der Schutzstruktur keine Reparaturen oder Einstellungen vorgenommen werden.

4.1.2.2.3. Während der Prüfung befindet sich der Schalthebel der Zugmaschine in Leerlaufstellung, und die Bremsen sind gelöst.

4.1.2.2.4. Sind die Räder der Zugmaschine gegen den Fahrzeugrahmen gefedert, ist die Federung während der Prüfungen zu blockieren.

4.1.2.2.5. Der erste Aufschlag auf den hinteren Teil der Struktur muss auf der Seite erfolgen, auf der Belastungen nach Ansicht der Prüfbehörden die ungünstigeren Auswirkungen haben. Der seitliche Aufschlag und der Aufschlag von hinten müssen auf beiden Seiten der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen. Der Aufschlag von vorn muss auf derselben Seite der Längsmittlebene der Schutzstruktur erfolgen wie der seitliche Aufschlag.

4.1.3. Annahmekriterien

4.1.3.1. Eine Schutzstruktur gilt hinsichtlich der Festigkeit als zufriedenstellend, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:

4.1.3.1.1. Nach jedem Teil der dynamischen Prüfung muss sie gemäß Nr. 4.2.1.2.1 frei von Rissen oder Brüchen sein. Ergeben sich bei der Prüfung erhebliche Risse oder Brüche, muss eine zusätzliche Schlag- oder Druckprüfung gemäß Nummer 4.2.1.6 oder 4.2.1.7 unmittelbar nach der Prüfung vorgenommen werden, die die Ursache für die Risse oder Brüche war;

4.1.3.1.2. kein Teil der Schutzstruktur darf während der Prüfungen, ausgenommen die Überlastprüfung, in die Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 eindringen;

4.1.3.1.3. während der Prüfungen mit Ausnahme der Überlastprüfung müssen gemäß Nummer 4.2.2.2 alle Teile der Freiraumzone innerhalb der Schutzstruktur liegen;

4.1.3.1.4. während der Prüfungen darf die Schutzstruktur keinerlei Druck auf die tragenden Teile des Sitzes ausüben;

4.1.3.1.5. die gemäß Nummer 4.2.2.3 gemessene elastische Verformung muss unter 250 mm liegen.

4.1.3.2. Von keinem Zubehörteil darf eine Gefahr für den Fahrer ausgehen. Es darf kein vorstehendes Teil oder Zubehörteil vorhanden sein, das bei einem Umstürzen der Zugmaschine den Fahrer verletzen oder ihn z. B. an den Füßen oder Beinen einklemmen kann, wenn es zu einer Verformung der Schutzstruktur kommt.

4.1.4. [Entfällt]

4.1.5. Geräte und Vorrichtungen für dynamische Prüfungen

4.1.5.1. Pendelgewicht

4.1.5.1.1. Ein Gewicht wird als Pendel bifilar mit Ketten oder Drahtseilen an zwei Punkten aufgehängt, die sich mindestens 6 m über dem Boden befinden. Es sind Einrichtungen vorzusehen, mit denen die Fallhöhe des Gewichts und der Winkel zwischen Gewicht und Halteketten bzw. Halteseilen unabhängig voneinander eingestellt werden können.

4.1.5.1.2. Die Masse des Pendelgewichts muss ohne Halteketten oder -seile $2\,000 \pm 20$ kg betragen, wobei die Ketten oder Seile selbst nicht schwerer als 100 kg sein dürfen. Die Seitenlänge der Schlagfläche muss 680 ± 20 mm betragen (siehe Abbildung 7.18). Das Gewicht ist so mit Material zu füllen, dass sein Schwerpunkt sich nicht verschiebt und mit der geometrischen Mitte des Quaders zusammenfällt.

4.1.5.1.3. Der Quader ist mit dem System zu verbinden, das es durch eine Schnellauslöseeinrichtung nach hinten zieht, die so konstruiert und angebracht ist, dass das Pendelgewicht freigegeben werden kann, ohne dass dadurch der Quader um seine Horizontalachse senkrecht zur Schwingungsebene des Pendels schwingt.

4.1.5.2. Halterung des Pendels

Die Drehpunkte des Pendels sind starr zu befestigen, so dass sie sich in keiner Richtung um mehr als 1 % der Fallhöhe verschieben können.

- 4.1.5.3. Verspannungen
 - 4.1.5.3.1. Verankerungsschienen in der erforderlichen Spurweite und in einem Abstand, der für das Verspannen der Zugmaschine in allen abgebildeten Fällen (siehe Abbildungen 7.19, 7.20 und 7.21) erforderlich ist, sind an einer nicht nachgebenden Platte unter dem Pendel starr zu befestigen.
 - 4.1.5.3.2. Die Zugmaschine ist an den Schienen mit Drahtseilen mit Rundlitze und Faserkern, Bauart 6 x 19 gemäß ISO 2408:2004, Nenndurchmesser 13 mm, zu verspannen. Die Metalllitzen müssen eine Mindestbruchfestigkeit von 1770 MPa aufweisen.
 - 4.1.5.3.3. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der zentrale Gelenkpunkt in geeigneter Weise für alle Prüfungen abzustützen und zu verspannen. Für den seitlichen Schlag ist er zusätzlich von der dem Aufschlag gegenüber liegenden Seite abzustützen. Vorder- und Hinterräder oder die Gleisketten brauchen nicht unbedingt zu fluchten, wenn dies die geeignete Anbringung der Spannkabel erleichtert.
- 4.1.5.4. Kantholz zum Blockieren der Räder
 - 4.1.5.4.1. Zum Blockieren der Räder bei den Schlagprüfungen wird ein Balken aus Weichholz mit einem Querschnitt von 150 mm mal 150 mm verwendet (siehe Abbildungen 7.19, 7.20 und 7.21).
 - 4.1.5.4.2. Bei den seitlichen Schlagprüfungen wird zum Blockieren der Felge an der der Schlagrichtung entgegengesetzten Seite ein Balken aus Weichholz am Boden befestigt (siehe Abbildung 7.21).
- 4.1.5.5. Abstützungen und Verspannungen für Zugmaschinen mit Knicklenkung
 - 4.1.5.5.1. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung sind zusätzliche Abstützungen und Verspannungen vorzusehen. Sie sollen sicherstellen, dass der Teil der Zugmaschine, an dem die Schutzstruktur befestigt ist, ebenso steif ist wie bei Zugmaschinen ohne Knicklenkung.
 - 4.1.5.5.2. Weitere Einzelheiten zu den Schlag- und Druckprüfungen sind unter Nummer 4.2.1 angegeben.
- 4.1.5.6. Reifendruck und Reifenverformung
 - 4.1.5.6.1. Die Zugmaschinenreifen dürfen keinen Flüssigkeitsballast haben; sie müssen auf den Druck aufgepumpt sein, den der Zugmaschinenhersteller für Feldarbeit angibt.
 - 4.1.5.6.2. Die Verspannungen müssen in jedem einzelnen Fall so gespannt werden, dass die Reifen eine Verformung von 12 % ihrer vor der Verspannung gemessenen Reifenwandhöhe (Abstand zwischen Boden und dem untersten Punkt der Felge) erfahren.
- 4.1.5.7. Vorrichtung für die Druckprüfung

Mit einer Vorrichtung gemäß Abbildung 7.3 muss es möglich sein, eine nach unten gerichtete Kraft auf die Schutzstruktur über einen ca. 250 mm breiten steifen Balken auszuüben, der mit der Belastungsvorrichtung über Kardangelenke verbunden ist. Die Achsen der Zugmaschine sind so abzustützen, dass die Reifen der Zugmaschine die Drucklast nicht zu tragen haben.

4.1.5.8. Messvorrichtungen

Folgende Messvorrichtungen werden benötigt:

4.1.5.8.1. ein Gerät zur Messung der elastischen Verformung (Differenz zwischen der höchsten momentanen Verformung und der bleibenden Verformung, siehe Abbildung 7.4);

4.1.5.8.2. ein Gerät, mit dem überprüft werden kann, ob die Schutzstruktur nicht in die Freiraumzone eingedrungen ist und die Freiraumzone während der Prüfung innerhalb des Schutzbereiches der Schutzstruktur geblieben ist (siehe Nummer 4.2.2.2).

4.2. *Dynamisches Prüfverfahren*

4.2.1. **Schlag- und Druckprüfungen**

4.2.1.1. Schlag von hinten

4.2.1.1.1. Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht die Schutzstruktur trifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts und die tragenden Ketten oder Drahtseile zur vertikalen Ebene A in einem Winkel stehen, dessen Wert $M/100$ ist und höchstens 20° betragen darf, es sei denn, die Schutzstruktur steht am Berührungspunkt während der Verformung in einem größeren Winkel zur vertikalen Ebene. In diesem Fall ist die Schlagfläche des Gewichts durch zusätzliche Mittel so einzustellen, dass die Fläche im Augenblick der größten Verformung am Aufschlagpunkt parallel zur Schutzstruktur liegt, wobei die tragenden Ketten oder Drahtseile in dem oben angegebenen Winkel verbleiben.

Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um den Aufschlagpunkt dreht.

Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist ein Punkt zu wählen, der bei etwaigem Umstürzen der Zugmaschine nach rückwärts den Boden zuerst berühren würde, normalerweise also der obere Rand. Der Schwerpunkt des Gewichts muss in Ruhestellung ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur am Aufschlagpunkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe der Schlag dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

4.2.1.1.2. Die Zugmaschine ist am Boden mit vier Drahtseilen zu verspannen, jeweils eines an jedem Ende der beiden Achsen gemäß Abbildung 7.19. Die vorderen und rückwärtigen Befestigungspunkte müssen so weit entfernt sein, dass die Drahtseile einen Winkel von

weniger als 30° mit dem Boden bilden. Die rückwärtigen Verspannungen müssen außerdem so angebracht sein, dass der Konvergenzpunkt der beiden Drahtseile in der vertikalen Ebene liegt, auf der sich der Schwerpunkt des Blocks bewegt.

Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die in 4.1.5.6.2 genannten Verformungen erfahren. Nach dem Verspannen der Halteseile ist ein Kantholz an der Vorderseite der Hinterräder anzulegen und am Boden zu befestigen.

4.2.1.1.3. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm abzustützen und fest am Boden zu verspannen.

4.2.1.1.4. Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden Formeln bestimmt wird:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M L^2$$

oder

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

4.2.1.1.5. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) wird die Höhe, je nachdem, welcher Wert größer ist, nach einer der vorangehenden oder einer der nachfolgenden Formeln bestimmt:

$$H = 25 + 0,07 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

4.2.1.2. Schlag von vorn

4.2.1.2.1. Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht die Schutzstruktur trifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts und die tragenden Ketten oder Drahtseile zur vertikalen Ebene A in einem Winkel stehen, dessen Wert $M/100$ ist und höchstens 20 ° betragen darf, es sei denn die Schutzstruktur steht am Berührungspunkt während der Verformung in einem größeren Winkel zur vertikalen Ebene. In diesem Fall ist die Schlagfläche des Gewichts durch zusätzliche Mittel so einzustellen, dass die Fläche im Augenblick der größten Verformung am Aufschlagpunkt parallel zur Schutzstruktur liegt, wobei die tragenden Ketten oder Drahtseile in dem oben angegebenen Winkel verbleiben.

Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um den Aufschlagpunkt dreht.

Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist ein Punkt zu wählen, der bei etwaigem

Umstürzen der Zugmaschine seitwärts bei der Vorwärtsfahrt den Boden zuerst berühren würde, normalerweise also die vordere obere Ecke. Der Schwerpunkt des Gewichts muss in Ruhestellung ein Sechstel der oberen Breite der Schutzstruktur einwärts von einer Vertikalebene liegen, die parallel zur Mittelebene der Zugmaschine verläuft und die Außenseite des oberen Teils der Schutzstruktur berührt.

Ist die Schutzstruktur am Aufschlagpunkt gekrümmt oder vorstehend, müssen Keile verwendet werden, mit deren Hilfe der Schlag dort angesetzt werden kann, ohne dadurch die Schutzstruktur zu verstärken.

- 4.2.1.2.2. Die Zugmaschine ist am Boden mit vier Drahtseilen zu verspannen, jeweils einem an jedem Ende der beiden Achsen gemäß Abbildung 7.20. Die vorderen und rückwärtigen Befestigungspunkte müssen so weit entfernt sein, dass die Drahtseile einen Winkel von weniger als 30 ° mit dem Boden bilden. Die rückwärtigen Verspannungen müssen außerdem so angebracht sein, dass der Konvergenzpunkt der beiden Drahtseile in der vertikalen Ebene liegt, auf der sich der Schwerpunkt des Blocks bewegt.

Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die in 4.1.5.6.2 genannten Verformungen erfahren. Nach dem Verspannen der Halteseile ist ein Kantholz an der Hinterseite der Hinterräder anzulegen und am Boden zu befestigen.

- 4.2.1.2.3. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm abzustützen und fest am Boden zu verspannen.

- 4.2.1.2.4. Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden Formeln entsprechend der Bezugsmasse der zu prüfenden kompletten Zugmaschine bestimmt wird:

$$H = 25 + 0,07 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

- 4.2.1.2.5. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad):

- gilt die oben stehende Formel, wenn es sich bei der Schutzstruktur um einen hinten angebrachten Überrollbügel mit zwei Pfosten handelt;
- für andere Schutzvorrichtungsarten gilt als Höhe der höchste Wert, der sich aus der obigen Formel und den nachstehenden Formeln ergibt:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} ML^2$$

oder

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

4.2.1.3. Schlagprüfung seitlich

4.2.1.3.1. Die Zugmaschine ist gegenüber dem Pendelgewicht so aufzustellen, dass das Pendelgewicht auf die Schutzstruktur auftrifft, wenn die Schlagfläche des Gewichts mit den Halteketten bzw. Halteseilen eine Senkrechte bildet, es sei denn die Schutzstruktur steht an der Aufschlagstelle während der Verformung in einem kleineren Winkel als 20° zur vertikalen Ebene. In diesem Fall muss die Schlagfläche des Gewichts durch eine Zusatzeinrichtung parallel zur Schlagfläche an der Schutzstruktur im Augenblick der größten Verformung ausgerichtet werden; die Halteketten bzw. Halteseile bleiben dabei senkrecht.

4.2.1.3.2. Das Pendelgewicht ist in der erforderlichen Höhe so aufzuhängen, dass es sich nicht um den Aufschlagpunkt dreht.

4.2.1.3.3. Als Aufschlagpunkt an der Schutzstruktur ist der Teil zu wählen, der bei einem Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite den Boden zuerst berühren würde, normalerweise also der obere Rand. Wenn nicht mit Sicherheit feststeht, dass auf dieser Kante der Schutzstruktur ein anderes Element den Boden zuerst berührt, wird der Aufschlagpunkt in der Querebene festgelegt, die zur Längsmittlebene rechtwinklig und 60 mm vor dem Sitz-Index-Punkt verläuft, wenn der Sitz sich in der Mitte des Längsverstellwegs befindet.

4.2.1.3.4. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) wird der Aufschlagpunkt in der Querebene festgelegt, die zur Längsmittlebene rechtwinklig verläuft und durch den Mittelpunkt des Abschnitts geht, in dem sich die beiden durch Verbindung der beiden Sitzstellungen bestimmten Sitz-Index-Punkte treffen. Bei Schutzvorrichtungen mit zwei Pfosten muss der Aufschlagpunkt an einem der beiden Pfosten liegen.

4.2.1.3.5. Die Zugmaschinenräder auf der Aufschlagseite müssen am Boden mit Drahtseilen befestigt werden, die über die entsprechenden Enden der Vorder- und Hinterachsen verlaufen. Die Drahtseile müssen so gespannt sein, dass die Reifen die unter der Nummer 4.1.5.6.2 genannten Verformungen erfahren.

Nach dem Anspannen der Seile ist ein Kantholz auf den Boden zu legen, auf der dem Aufschlag entgegengesetzten Seite gegen die Reifen zu drücken und dann am Boden zu befestigen. Wenn die Außenseiten der Vorder- und Hinterreifen nicht in der gleichen Ebene liegen, können zwei Kanthölzer erforderlich sein. Dann ist eine Stütze gemäß Abbildung 7.21 an der Felge des am stärksten belasteten Rades anzusetzen, das sich gegenüber dem Aufschlag befindet, fest gegen die Felge zu schieben und dann am Boden zu befestigen. Die Länge der Stütze ist so zu wählen, dass sie mit dem Boden einen Winkel von $30 \pm 3^\circ$ bildet, wenn sie an der Felge angesetzt ist. Außerdem muss ihre Breite möglichst zwischen 20- und 25-mal geringer als ihre Länge und zwei- bis dreimal kleiner sein als ihre Höhe. Die Stützen müssen an beiden Enden gemäß Abbildung 7.21 geformt sein.

4.2.1.3.6. Bei Zugmaschinen mit Knicklenkung ist der Gelenkpunkt außerdem durch ein Kantholz mit einem Querschnitt von mindestens 100 mm mal 100 mm und zusätzlich seitlich durch eine Vorrichtung ähnlich der Stütze, die das Hinterrad festhält (siehe Nummer 4.2.1.3.5) abzustützen. Der Gelenkpunkt ist dann fest am Boden zu verspannen.

4.2.1.3.7. Das Pendelgewicht wird nach rückwärts gezogen, bis sich die Höhe seines Schwerpunkts über dem Aufschlagpunkt befindet, der nach einer der nachstehenden

Formeln entsprechend der Bezugsmasse der zu prüfenden kompletten Zugmaschine bestimmt wird:

$$H = 25 + 0,20 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse unter 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse über 2 000 kg.

4.2.1.3.8. Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad):

- hat die gewählte Höhe den höchsten Wert, der sich aus der obigen Formel und den nachstehenden Formeln ergibt, wenn es sich bei der Schutzvorrichtung um einen hinten angebrachten Überrollbügel mit zwei Pfosten handelt:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_6 + B) / 2B$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 000 kg;

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

- Für andere Schutzvorrichtungsarten hat die ausgewählte Höhe den höchsten Wert, der sich aus der obigen Formel und den nachstehenden Formeln ergibt:

$$H = 25 + 0,20 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse unter 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

bei einer Zugmaschine mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 000 kg.

Dann wird das Pendelgewicht losgelassen, so dass es gegen die Schutzstruktur schlägt.

4.2.1.4. Druckprüfung hinten

Es gelten die Bestimmungen in Teil B1 Nummer 3.2.1.4 dieses Anhangs.

4.2.1.5. Druckprüfung vorn

Es gelten die Bestimmungen in Teil B1 Nummer 3.2.1.5 dieses Anhangs.

4.2.1.6. Zusätzliche Schlagprüfungen

Entstehen bei einer Schlagprüfung Brüche oder Risse, die nicht vernachlässigbar sind, ist eine zweite ähnliche Schlagprüfung, jedoch mit einer Fallhöhe von

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

unmittelbar nach der Schlagprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat, wobei „a“ das am Aufschlagpunkt ermittelte Verhältnis der bleibenden Verformung (**Dp** = permanent deformation) zur elastischen Verformung (**De** = elastic deformation) angibt:

$$a = Dp / De$$

die Messung erfolgt am Aufschlagpunkt. Die zusätzliche bleibende Verformung durch den zweiten Schlag darf 30 % der bleibenden Verformung durch den ersten Schlag nicht übersteigen.

Um die zusätzliche Prüfung durchführen zu können, muss die elastische Verformung bei sämtlichen Schlagprüfungen gemessen werden.

4.2.1.7. Zusätzliche Druckprüfungen

Entstehen bei einer Druckprüfung erhebliche Brüche oder Risse, ist eine zweite ähnliche Druckprüfung, jedoch mit einer Kraft von **1,2 F_v** unmittelbar nach der Druckprüfung durchzuführen, die zu diesen Brüchen oder Rissen geführt hat.

4.2.2. **Durchzuführende Messungen**

4.2.2.1. Brüche und Risse

Nach jeder Prüfung sind die tragenden Teile, Verbindungen und Befestigungsteile einer Sichtprüfung auf Brüche oder Risse zu unterziehen, wobei jedoch kleine Risse an unbedeutenden Teilen nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Risse, die durch die Kanten des Pendelgewichts verursacht wurden, können vernachlässigt werden.

4.2.2.2. Eindringen in die Freiraumzone

Bei jedem Versuch ist die Schutzstruktur daraufhin zu prüfen, ob Teile davon in die Freiraumzone um den Fahrersitz gemäß Nummer 1.6 eingedrungen sind.

Außerdem darf die Freiraumzone nicht außerhalb der Schutzzone der Schutzstruktur liegen. Dieser Fall liegt vor, wenn ein Teil der Freiraumzone nach dem Umstürzen der Zugmaschine nach der Seite, an der die Belastung aufgebracht wurde, mit dem Boden in Berührung kommen würde. Bei dieser Prüfung werden die vom Hersteller für Reifen und Spurweite angegebenen kleinsten Standardwerte zugrunde gelegt.

4.2.2.3. Elastische Verformung (bei seitlichem Aufschlag)

Die elastische Verformung ist $(810 + av)$ mm über dem Sitz-Index-Punkt in einer

vertikalen Ebene zu messen, die durch den Aufschlagpunkt führt. Für diese Messung sind Geräte nach Abbildung 7.4 zu verwenden.

4.2.2.4. Bleibende Verformung

Nach der letzten Druckprüfung wird die bleibende Verformung der Schutzstruktur ermittelt. Zu diesem Zweck wird vor der Prüfung die Lage der wesentlichen Teile der Schutzstruktur gegenüber dem Sitz-Index-Punkt festgestellt.

4.3. **Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen**

Es gelten die Bestimmungen in Abschnitt 3.3 des Teils B1 dieses Anhangs.

4.4. [Entfällt]

4.5. **Verhalten von Schutzstrukturen bei niedrigen Temperaturen**

Es gelten die Bestimmungen in Abschnitt 3.5 des Teils B1 dieses Anhangs.

Abbildung 7.18

Pendelgewicht mit tragenden Ketten oder Drahtseilen

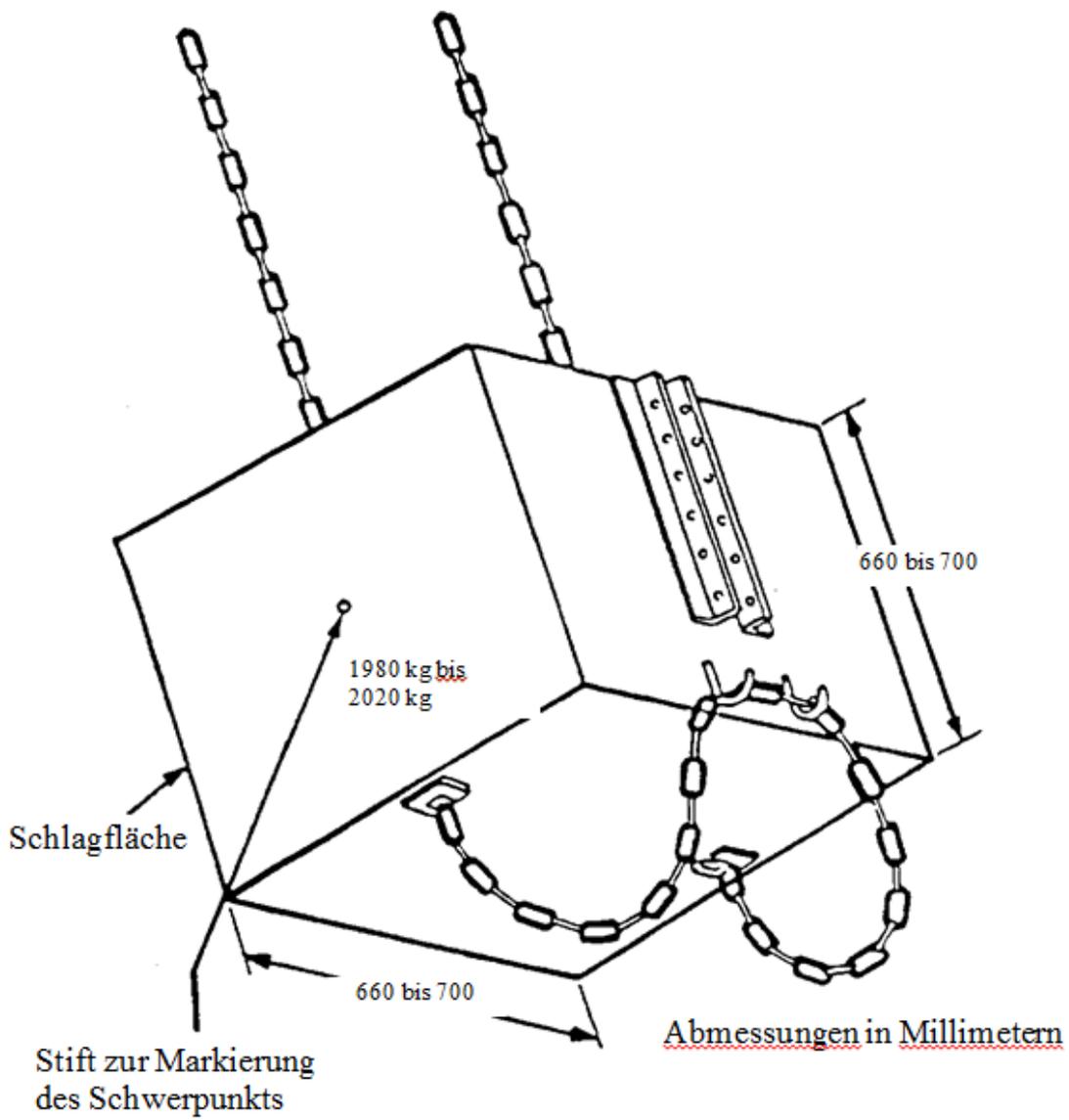


Abbildung 7.19

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (Schlagprüfung hinten)

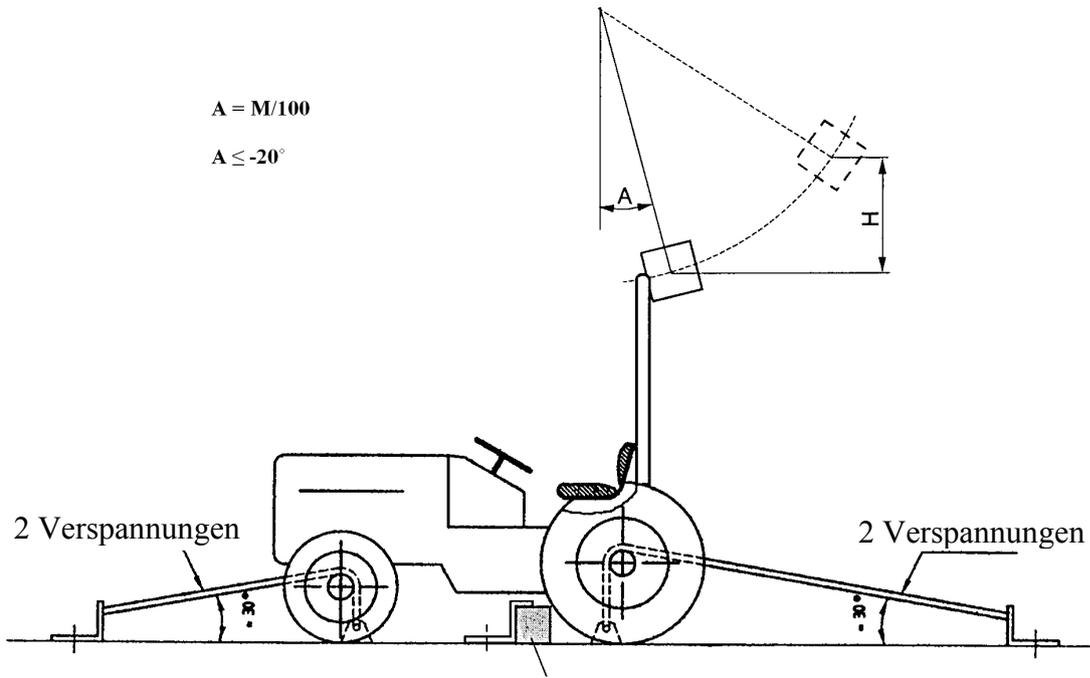


Abbildung 7.20

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (Schlagprüfung vorn)

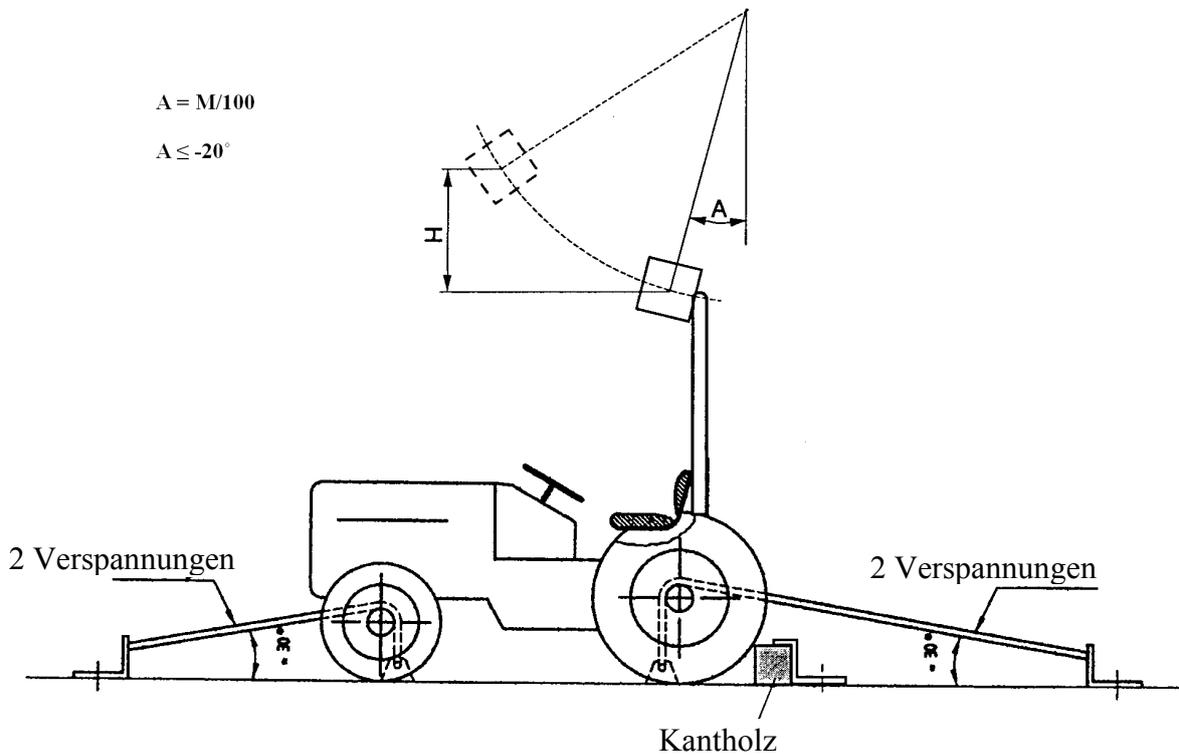
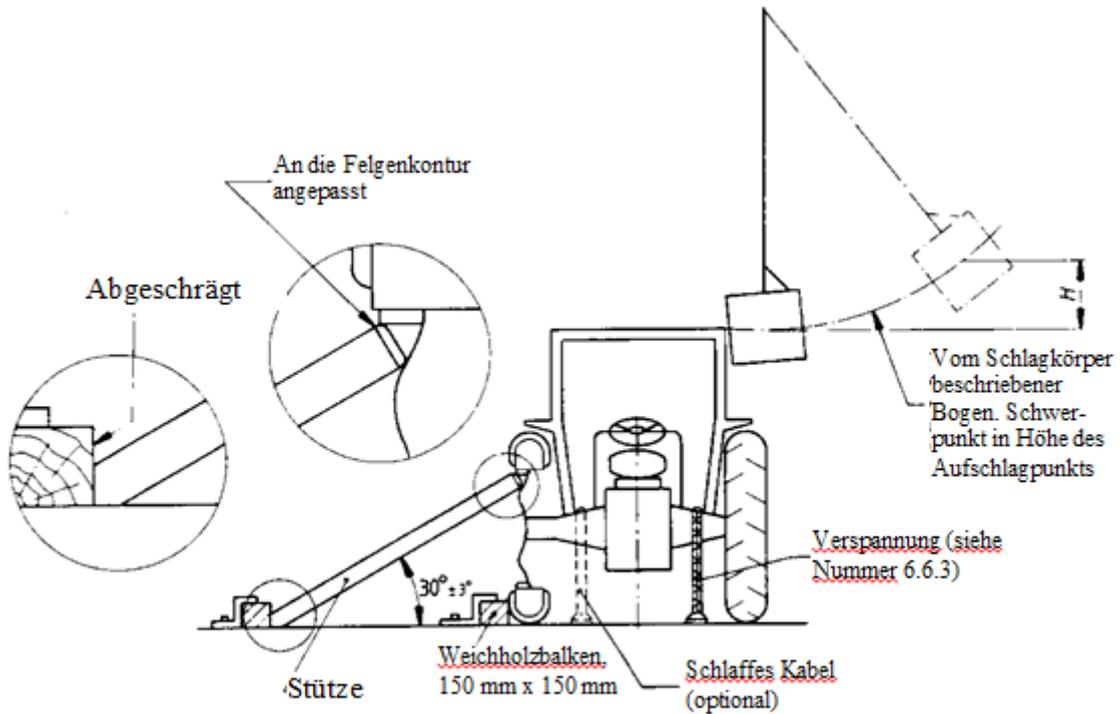


Abbildung 7.21

Beispiel für die Verspannung der Zugmaschine (seitliche Schlagprüfung)



Balken gegen die Seiten von Vorder- und Hinterrädern festgestellt, Stütze nach Verankerung gegen die Felge verkeilt.

Erläuterungen zu Anhang X

- (1) Abgesehen von der Nummerierung des Abschnitts B2, die der Nummerierung im gesamten Anhang angepasst wurde, sind der Wortlaut und die Nummerierung der Anforderungen unter Buchstabe B identisch mit Wortlaut und Nummerierung des OECD-Normenkodex für die amtliche Prüfung von hinten an land- oder forstwirtschaftlichen Schmalspurzugmaschinen auf Rädern angebrachten Überrollschutzstrukturen, OECD-Kodex 7, Ausgabe 2015, Juli 2014.
- (2) Hinweis für Nutzer: Der Sitz-Index-Punkt wird gemäß ISO 5353 bestimmt und stellt in Bezug auf die Zugmaschine einen festen Punkt dar, der sich nicht bewegt, wenn der Sitz in einer anderen als der mittleren Stellung eingestellt wird. Zur Bestimmung der Freiraumzone ist der Sitz in die höchste hintere Stellung zu bringen.
- (3) Bleibende und elastische Verformung, die bei Erreichen der erforderlichen Energie gemessen wird.

ANHANG XI

Anforderungen für Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände

A. **Allgemeine Bestimmung**

1. Die Unionsanforderungen für Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände sind in den Abschnitten B und C aufgeführt.
2. Fahrzeuge der Klassen R und C, die für forstwirtschaftliche Zwecke ausgerüstet sind, müssen die Anforderungen von Abschnitt B erfüllen.
3. Alle sonstigen Fahrzeuge der Klassen T und C müssen, sofern sie mit Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände ausgerüstet sind, die Anforderungen der Abschnitte B oder C erfüllen.

B. **Anforderungen für Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände von Fahrzeugen der Klassen T und C, die für forstwirtschaftliche Zwecke ausgerüstet sind**

Fahrzeuge der Klassen T und C, die für forstwirtschaftliche Zwecke ausgerüstet sind, müssen die Anforderungen der Norm ISO 8083:2006 (Stufe I oder Stufe II) erfüllen.

C. **Anforderungen für Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände sonstiger mit solchen Strukturen ausgestatteter Fahrzeuge der Klassen T und C⁽¹⁾**

1. **BEGRIFFSBESTIMMUNGEN**

1.1. [Entfällt]

1.2. **Strukturen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände (*Falling Objects Protective Structures*, FOPS)**

Überkopf angebrachte Gesamtheit von Teilen, die den Bediener am Fahrerstand angemessen gegen herabfallende Gegenstände schützt.

1.3. **Sicherheitszone**

1.3.1. **Freiraumzone**

Bei Zugmaschinen, deren ROPS gemäß den Anhängen VI, VIII, IX und X dieser Verordnung geprüft wurde, muss die Sicherheitszone den Spezifikationen der Freiraumzone gemäß Nummer 1.6 sämtlicher genannten Anhänge entsprechen.

1.3.2. **Verformungsgrenzbereich (DLV)**

Bei Zugmaschinen, die mit einer Überrollschutzstruktur (ROPS) versehen sind, die gemäß Anhang VII dieser Verordnung geprüft wurde, muss die Sicherheitszone der Spezifikation des Verformungsgrenzbereichs (DLV) gemäß ISO 3164:1995 entsprechen.

Bei einer Zugmaschine mit umkehrbarem Fahrerstand (mit umkehrbarem Sitz und Lenkrad) besteht die Freiraumzone aus dem von den beiden DLV umgebenen Bereich; die DLV wiederum werden durch die beiden unterschiedlichen Stellungen des Lenkrads und des Sitzes bestimmt.

1.3.3. Oberer Bereich der Sicherheitszone

Die obere Ebene der DLV oder die Fläche, die durch die Punkte I₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, I₂ der Freiraumzone für die Anhänge VI und VIII der vorliegenden Verordnung definiert wird; die in Anhang IX Nummer 1.6.2.3 und 1.6.2.4 der vorliegenden Verordnung beschriebene Ebene und die von den Punkten H₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, H₂ beschriebene Fläche für Anhang X dieser Verordnung.

1.4. Zulässige Messtoleranzen

Entfernung ± 5% der höchsten gemessenen Verformung oder ± 1 mm

Masse ± 0,5 %

2. ANWENDUNGSBEREICH

2.1. Die Bestimmungen dieses Abschnitts gelten für landwirtschaftliche Zugmaschinen mit mindestens zwei Achsen für Räder mit Luftreifen oder mit Gleisketten anstelle von Rädern.

2.2. In diesem Anhang werden Prüfverfahren und Leistungsanforderungen für Zugmaschinen festgelegt, die bei normalem Betrieb für landwirtschaftliche Verwendungszwecke möglichen Gefahren durch herabfallende Gegenstände ausgesetzt sind.

3. VORSCHRIFTEN UND HINWEISE

3.1. Allgemeine Bestimmungen

3.1.1. Die Schutzstruktur kann vom Zugmaschinenhersteller oder einem anderen Unternehmen hergestellt werden. In beiden Fällen ist die Prüfung nur für den Zugmaschinentyp gültig, der einer Prüfung unterzogen wird. Die Prüfung der Schutzstruktur ist für jeden Zugmaschinentyp, an dem sie angebracht wird, erneut durchzuführen. Prüfstellen können jedoch eine Bescheinigung darüber ausstellen, dass die Festigkeitsprüfungen auch für Zugmaschinentypen gelten, die aufgrund von Änderungen an Motor, Getriebe, Lenkung und Vorderradaufhängung als Varianten des ursprünglichen Typs gelten (siehe Nummer 3.4: Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen). Für jeglichen Zugmaschinentyp sind Prüfungen einer oder mehrerer Schutzstrukturen zulässig.

3.1.2. Die Schutzstruktur für die Prüfungen umfasst mindestens alle Komponenten, die die Belastung von der Aufschlagstelle des bei der Fallprüfung verwendeten Gegenstandes auf die Sicherheitszone übertragen. Die zur Prüfung vorgeführte Schutzstruktur muss entweder (i) an den normalen Anbringungsstellen starr mit dem Prüfstand (siehe Abbildung 10.3 – Mindestprüfanordnung) oder (ii) auf normale Weise mit dem Zugmaschinenfahrgestell und allen sonstigen Teilen der Zugmaschine, die durch Belastungen der Schutzstruktur beeinträchtigt werden könnten, verbunden sein, wobei

alle in der normalen Produktion verwendeten Befestigungs-, Halterungs- und Aufhängungsteile vorhanden sein müssen (siehe die Abbildungen 10.4(a) und 10.4(b)). Das Fahrgestell ist starr am Boden der Prüfbucht zu befestigen.

3.1.3.

Schutzstrukturen können nur zu dem Zweck konstruiert sein, den Fahrer vor herabfallenden Gegenständen zu schützen. Die Möglichkeit, zum Schutz des Fahrers vor Witterungseinflüssen eine mehr oder weniger behelfsmäßige Wetterschutzeinrichtung an der Schutzstruktur anzubringen, ist zulässig. Diese wird vom Fahrer bei warmer Witterung normalerweise entfernt. Bei bestimmten Schutzstrukturen kann jedoch die Verkleidung nicht entfernt werden und die Belüftung wird durch Scheiben oder Klappen gewährleistet. Da die Verkleidung zu einer größeren Stabilität der Schutzstruktur beiträgt und im Falle von entfernbaren Verkleidungen diese bei einem Unfall möglicherweise nicht montiert sind, sind zum Zwecke der Prüfung alle derart vom Fahrer abnehmbaren Bauteile zu entfernen. Türen, Dachluken und Fenster, die geöffnet werden können, sind für die Prüfung entweder zu entfernen oder in der geöffneten Stellung zu befestigen, damit sie nicht zur Stabilität der Schutzstruktur beitragen. Es ist festzustellen, ob sie in dieser Stellung bei einem herabfallenden Gegenstand für den Fahrer eine Gefahrenquelle darstellen.

Nachfolgend wird in diesen Vorschriften nur von der Prüfung der Schutzstruktur gesprochen. Darin eingeschlossen sind alle dauerhaft angebrachten Verkleidungsbauteile.

In den Spezifikationen sind alle abnehmbaren Verkleidungsbauteile zu beschreiben. Glas oder Material mit ähnlicher Zerbrechlichkeit ist vor der Prüfung zu entfernen. Die Bauteile von Zugmaschine und Schutzstruktur, die während der Prüfung unnötigerweise beschädigt werden könnten und weder die Stabilität der Schutzstruktur noch ihre Abmessungen beeinflussen, können vor Prüfungsbeginn entfernt werden, wenn der Hersteller dies wünscht. Während der Prüfungen dürfen keine Reparaturen oder Einstellungen vorgenommen werden. Der Hersteller kann mehrere identische Prüfexemplare liefern, wenn mehrere Fallprüfungen erforderlich sind.

3.1.4.

Wird dieselbe Struktur sowohl für die Bewertung der FOPS als auch der ROPS verwendet, sind zunächst die FOPS-Prüfungen und danach die ROPS-Prüfungen durchzuführen (nach den Anhängen VI, VII, VIII, IX oder X dieser Verordnung), wobei die Beseitigung von durch die Aufschläge entstandenen Dellen oder der Austausch der Abdeckung der FOPS zulässig ist.

3.2.

Prüfvorrichtung und Verfahren

3.2.1.

Prüfvorrichtung

3.2.1.1.

Gegenstand für die Fallprüfung

Der Gegenstand für die Fallprüfung muss kugelförmig sein und aus einer Höhe herabfallen, die ausreicht, damit er eine Energie von mindestens 1365 J erreicht, wobei die Fallhöhe in Abhängigkeit von seiner Masse festgelegt wird. Als Prüfgegenstand, dessen Aufschlagfläche so beschaffen ist, dass während der Prüfung keine Verformung auftritt, ist eine Kugel aus massivem Stahl oder duktilem Eisen mit einer Masse von 45 ± 2 kg und einem Durchmesser von 200 bis 250 mm (Tabelle 10.1) zu verwenden.

ENERGIEINTENSITÄT (J)	SICHERHEITZONE	GEGENSTAND FÜR DIE FALLPRÜFUNG	ABMESSUNGEN (mm)	MASS E (kg)
1365	Freiraumzone*	Kugel	$200 \leq \text{Durchmesser} \leq 250$	45 ± 2
1365	DLV**	Kugel	$200 \leq \text{Durchmesser} \leq 250$	45 ± 2

Tabelle 10.1

Energieintensität, Sicherheitszone und Auswahl des Gegenstandes für die Fallprüfung

* Für Zugmaschinen, deren ROPS nach den Anhängen IV, VIII, IX oder X dieser Verordnung zu prüfen ist.

** Für Zugmaschinen, deren ROPS nach Anhang VII dieser Verordnung zu prüfen ist.

Durch die Prüfeinrichtung muss zudem Folgendes gewährleistet sein:

- 3.2.1.2. Heben des Gegenstands für die Fallprüfung auf die erforderliche Höhe;
- 3.2.1.3. Freigabe des Gegenstands für die Fallprüfung, so dass er ungehindert fällt;
- 3.2.1.4. Eine Oberfläche, die ausreichend fest ist, damit sie bei der Belastung durch die Fallprüfung nicht durch die Maschine oder den Prüfstand beschädigt wird;
- 3.2.1.5. Die Möglichkeit, festzustellen, ob die FOPS während der Fallprüfung in die Sicherheitszone eindringt. Dies kann auf folgende Weise geschehen:
 - mithilfe einer Schablone in der Sicherheitszone, in senkrechter Stellung, aus einem Material, das ein Eindringen der FOPS anzeigt; auf der Unterseite der FOPS kann Schmierfett oder sonstiges geeignetes Material angebracht werden, um ein Eindringen anzuzeigen;
 - mittels eines dynamischen Messgeräts mit geeignetem Frequenzverhalten, das die zu erwartende Verformung des Schutzaufbaus gegenüber der Sicherheitszone anzeigt.
- 3.2.1.6. Anforderungen an die Sicherheitszone:

Wird eine für die Sicherheitszone bestimmte Schablone verwendet, ist diese an demselben Bauteil der Zugmaschine zu befestigen, an dem sich auch der Fahrersitz

befindet, und muss dort während der gesamten offiziellen Prüfdauer verbleiben.

3.2.2. Verfahren

Das Verfahren der Fallprüfung besteht aus folgenden Schritten, die in der angegebenen Reihenfolge auszuführen sind:

3.2.2.1. Der Gegenstand für die Fallprüfung (Nummer 3.2.1.1) ist oben auf der Schutzstruktur an der unter der Nummer 3.2.2.2 genannten Stelle abzulegen.

3.2.2.2. Entspricht die Sicherheitszone der Freiraumzone, muss sich der Aufschlagpunkt an einer Stelle befinden, die innerhalb der senkrechten Projektion der Sicherheitszone und so weit wie möglich von wichtigen tragenden Teilen entfernt liegt (Abbildung 10.1).

Entspricht die Sicherheitszone dem DLV, muss sich der Aufschlagpunkt vollständig innerhalb der vertikalen Projektion der Sicherheitszone oben auf der FOPS bei aufrechter Position des DLV befinden. Die Auswahl der Aufschlagpunkte soll mindestens einen Punkt innerhalb der senkrechten Projektion der obersten Ebene der Sicherheitszone umfassen.

Es sind zwei Fälle zu betrachten:

3.2.2.2.1. Fall 1: Wichtige obere, waagerechte Elemente der FOPS dringen nicht in den vertikalen Projektionsbereich der Sicherheitszone oben auf der FOPS ein:

Die Aufschlagstelle muss so nah wie möglich am Flächenschwerpunkt des oberen Teils der FOPS liegen (Abbildung 10.2 – Fall 1).

3.2.2.2.2. Fall 2: Wichtige obere, waagerechte Elemente der FOPS dringen in den vertikalen Projektionsbereich der Sicherheitszone oben auf der FOPS ein.

Ist das Abdeckmaterial der gesamten Oberfläche oberhalb der Sicherheitszone von gleichmäßiger Stärke, muss der Gegenstand für die Fallprüfung auf dem größten Flächenteilstück auftreffen, nämlich dem größten Abschnitt des vertikalen Projektionsbereichs der Sicherheitszone ohne wichtige obere, waagerechte Bauteile. Der Aufschlagpunkt ist der Punkt innerhalb des größten Flächenstückes, der die geringste Entfernung vom Flächenschwerpunkt der Oberseite der FOPS aufweist (Abb. 10.2 – Fall 2).

3.2.2.3. Unabhängig davon, ob die Sicherheitszone der Freiraumzone oder dem DLV entspricht ist bei Verwendung unterschiedlicher Materialien oder unterschiedlicher Materialstärken in verschiedenen Bereichen oberhalb der Sicherheitszone jeder Bereich einer separaten Fallprüfung zu unterziehen. Sind mehrere Fallprüfungen erforderlich, kann der Hersteller mehrere identische Exemplare der FOPS (oder von Teilen davon) liefern (ein Exemplar für jede Fallprüfung). Ist erkennbar, dass Konstruktionsmerkmale wie Öffnungen für Fenster oder Zubehör beziehungsweise Änderungen des Überzugmaterials oder unterschiedliche Materialstärke innerhalb des vertikalen Projektionsbereichs der Sicherheitszone die Gefährdung an diesen Stellen erhöhen, sollte sich der für die Fallprüfung vorgesehene Bereich dort befinden. Sind Öffnungen in der Schutzaufbauabdeckung dazu bestimmt, Vorrichtungen oder Zubehörteile aufzunehmen, um einen angemessenen Schutz zu gewährleisten, sollten diese auch während der Fallprüfung angebracht sein.

3.2.2.4. Der Gegenstand für die Fallprüfung ist senkrecht auf eine Höhe zu bringen, die über der in den Nummern 3.2.2.1 und 3.2.2.2 genannten Position liegt, um eine Energieintensität von 1365 J zu erreichen.

- 3.2.2.5. Der Gegenstand für die Fallprüfung ist dann so freizugeben, dass er ungehindert auf den Schutzaufbau fällt.
- 3.2.2.6. Da die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass der Gegenstand im freien Fall auf den unter den Nummern 3.2.2.1 und 3.2.2.2 genannten Stellen aufschlägt, ist bei Abweichungen folgende Grenze zu berücksichtigen:
- 3.2.2.7. Der Punkt, an dem der Gegenstand für die Fallprüfung aufschlägt, muss vollständig innerhalb eines Kreises mit einem Radius von 100 mm liegen, wobei dessen Mittelpunkt mit der vertikalen Mittellinie des Gegenstands für die Fallprüfung übereinstimmt, wenn dieser gemäß den Nummern 3.2.2.1 und 3.2.2.2 platziert wurde.
- 3.2.2.8. Für weitere Aufschläge als Folge von Rückprallbewegungen bestehen keine Begrenzungen in Bezug auf Aufschlagpunkt oder Stellung.

3.3. Leistungsanforderungen

Kein Teil des Schutzaufbaus darf als Folge des ersten oder eines weiteren Aufschlags des Gegenstands für die Fallprüfung in die Sicherheitszone eindringen. Dringt der Gegenstand für die Fallprüfung in den Schutzaufbau ein, ist die Prüfung als nicht bestanden zu werten.

Anmerkung 1: Bei mehrlagigen Schutzstrukturen sind alle Lagen einschließlich der innersten zu berücksichtigen.

Anmerkung 2: Ein Eindringen des Gegenstandes für die Fallprüfung in die Schutzstruktur ist anzunehmen, wenn die Kugel mit mindestens der Hälfte ihres Volumens in die innerste Schicht eingedrungen ist.

Die FOPS muss den vertikalen Projektionsbereich der Sicherheitszone vollständig bedecken und über ihn hinausreichen.

Soll die FOPS auf einer genehmigten ROPS der Zugmaschine montiert werden, ist es in der Regel nur der Prüfstelle, die die ROPS-Prüfung durchgeführt hat, erlaubt, die FOPS-Prüfung durchzuführen; Genehmigungen sind von dieser Prüfstelle anzufordern.

3.4. Erweiterung auf andere Zugmaschinentypen

3.4.1. [Entfällt]

3.4.2. Technische Erweiterung

Wurde die Prüfung nur mit den mindestens erforderlichen Bauteilen (siehe Abbildung 10.3) durchgeführt, kann die Prüfstelle, die die ursprüngliche Prüfung vorgenommen hat, in folgenden Fällen einen „Bericht über eine technische Erweiterung“ ausstellen: [Siehe Nummer 3.4.2.1]

Wurden bei der Prüfung die Befestigungen/Verbindungen der Schutzstruktur mit der Zugmaschine/dem Fahrgestell (siehe Abbildung 10.4) einbezogen, kann die Prüfstelle, die die ursprüngliche Prüfung durchgeführt hat, bei technischen Änderungen an der Zugmaschine, der Schutzstruktur oder der Art der Verbindung der Schutzstruktur mit dem Fahrgestell in den folgenden Fällen einen „Bericht über eine technischen Erweiterung“ ausstellen: [Siehe Nummer 3.4.2.1]

3.4.2.1. Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfungen auf andere Zugmaschinentypen

Entsprechen die Schutzstruktur und die Zugmaschine den Bedingungen unter den Nummern 3.4.2.1.1 bis 3.4.2.1.3, muss die Fallprüfung nicht an jedem Zugmaschinentyp durchgeführt werden.

- 3.4.2.1.1. Die Struktur muss mit der geprüften Struktur identisch sein;
- 3.4.2.1.2. wenn die Befestigung am Fahrgestell in die durchgeführte Prüfung einbezogen war, müssen die Verbindungsbauteile der Zugmaschine bzw. die Befestigungselemente der Schutzstruktur identisch sein;
- 3.4.2.1.3. Die Anordnung und die wesentlichen Abmessungen des Sitzes innerhalb der Schutzstruktur sowie die Anordnung der Schutzstruktur auf der Zugmaschine müssen dergestalt sein, dass die Sicherheitszone bei allen Prüfungen ungeachtet der Verformungen der Schutzstruktur erhalten bleibt (um dies zu prüfen, werden die im Originalprüfbericht angegebenen Bezugswerte für die Freiraumzone verwendet, nämlich der Sitz-Bezugspunkt oder der Sitz-Index-Punkt).

3.4.2.2. Erweiterung der Ergebnisse der Strukturprüfung auf geänderte Schutzstrukturen

Sind die unter Nummer 3.4.2.1 genannten Bedingungen nicht erfüllt, kommt das nachstehende Verfahren zur Anwendung; es darf nicht angewendet werden, wenn die Art der Befestigung der Schutzvorrichtung an der Zugmaschine grundsätzlich anders ist (z. B. Aufhängeeinrichtung statt Gummiabstützung).

Änderungen, die sich nicht auf die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung auswirken (z. B. Schweißbefestigung der Grundplatte eines Zubehörteils an einer unkritischen Stelle der Struktur), das Hinzufügen von Sitzen mit einem anderen Sitz-Bezugspunkt oder Sitz-Index-Punkt in der Schutzstruktur (sofern die Prüfung ergibt, dass die neuen Sicherheitszonen bei sämtlichen Prüfungen innerhalb des Schutzbereichs der verformten Struktur bleiben).

In einem Erweiterungsbericht können eine Änderung oder mehrere Änderungen der Schutzstruktur enthalten sein, wenn es sich dabei um unterschiedliche Versionen derselben Schutzstruktur handelt. Die nicht geprüften Ausführungen sind in einem eigenen Abschnitt des Erweiterungsberichts zu beschreiben.

- 3.4.3. Im Prüfbericht muss ein Bezug auf den Originalprüfbericht enthalten sein.

3.5. [Entfällt]

3.6. Verhalten von Schutzstrukturen bei niedrigen Temperaturen

- 3.6.1. Wird eine Schutzstruktur als unempfindlich gegen Kaltversprödung deklariert, hat der Hersteller Angaben hierzu vorzulegen, die in den Bericht aufgenommen werden.
- 3.6.2. Die nachstehenden Anforderungen und Verfahren stellen ab auf die Gewährleistung der Festigkeit und der Unempfindlichkeit gegen Kaltversprödung. Es wird empfohlen, folgende Mindestanforderungen an die Werkstoffe zugrunde zu legen, wenn beurteilt wird, ob eine Schutzvorrichtung für den Einsatz bei tiefen Temperaturen geeignet ist, für den in einigen Ländern zusätzliche Anforderungen gelten:
 - 3.6.2.1. Schrauben und Muttern, die zur Befestigung der Schutzstruktur an der Zugmaschine und zur Verbindung von Bauteilen der Schutzstruktur dienen, müssen nachweislich eine ausreichende Kaltzähigkeit besitzen.

- 3.6.2.2. Alle bei der Herstellung von Bauteilen und Halterungen verwendeten Schweißelektroden müssen mit dem Material der Schutzstruktur gemäß Nummer 3.8.2.3 kompatibel sein.
- 3.6.2.3. Die Stähle für tragende Teile der Schutzstruktur müssen nachweislich ausreichend zäh sein und mindestens die Anforderungen des Kerbschlagbiegeversuchs nach Charpy (V-Kerbe) gemäß Tabelle 10.2 erfüllen. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995, Amd 1:2003 bestimmt.
- Stahl mit einer Walzdicke von weniger als 2,5 mm und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,2 % gilt als geeignet.
- Tragende Teile der Schutzstruktur aus anderen Materialien als Stahl müssen eine Schlagfestigkeit aufweisen, die der für Stahl vorgeschriebenen entspricht.
- 3.6.2.4. Der Probekörper für den Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche der in Tabelle 1 genannten Größen.
- 3.6.2.5. Der Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe) erfolgt nach dem Verfahren gemäß ASTM A 370-1979 außer im Hinblick auf die Probekörpergrößen, die den in Tabelle 10.2 genannten Abmessungen entsprechen müssen.
- 3.6.2.6. Alternativ zu diesem Verfahren kann beruhigter oder halbberuhigter Stahl verwendet werden, für den entsprechende Eigenschaften nachzuweisen sind. Stahlsorte und Stahlqualität werden gemäß ISO 630:1995, Amd 1:2003 bestimmt.
- 3.6.2.7. Verwendet werden längliche Proben, die vor der Formgebung oder dem Schweißen zur Verwendung in der Schutzstruktur aus Flachmaterial, Stäben oder Profilen entnommen sind. Proben von Stäben oder Profilen müssen aus der Mitte der Seite mit der größten Abmessung entnommen sein und dürfen keine Schweißnähte aufweisen.

Probekörpergröße	Energie bei	
	- 30 °C	- 20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5

10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tabelle 10.2

Schlagenergie - Mindestanforderungen des Kerbschlagbiegeversuchs nach Charpy (V-Kerbe) für

Material von Schutzstrukturen bei Prüfkörpertemperaturen von -20°C und -30°C

- a) Bevorzugte Größe. Der Probekörper darf nicht kleiner sein als die höchste für das Material mögliche bevorzugte Größe.
- b) Die erforderliche Energie bei -20 °C beträgt 2,5-mal den für -30 °C angegebenen Wert. Die Größe der Aufschlagenergie wird auch von anderen Faktoren beeinflusst, nämlich von Walzrichtung, Formänderungsfestigkeit, Kornorientierung und Schweißung. Bei der Auswahl und Verwendung von Stahl sind diese Faktoren zu beachten.

Abbildung 10.1

Aufschlagpunkt in Bezug auf die Freiraumzone

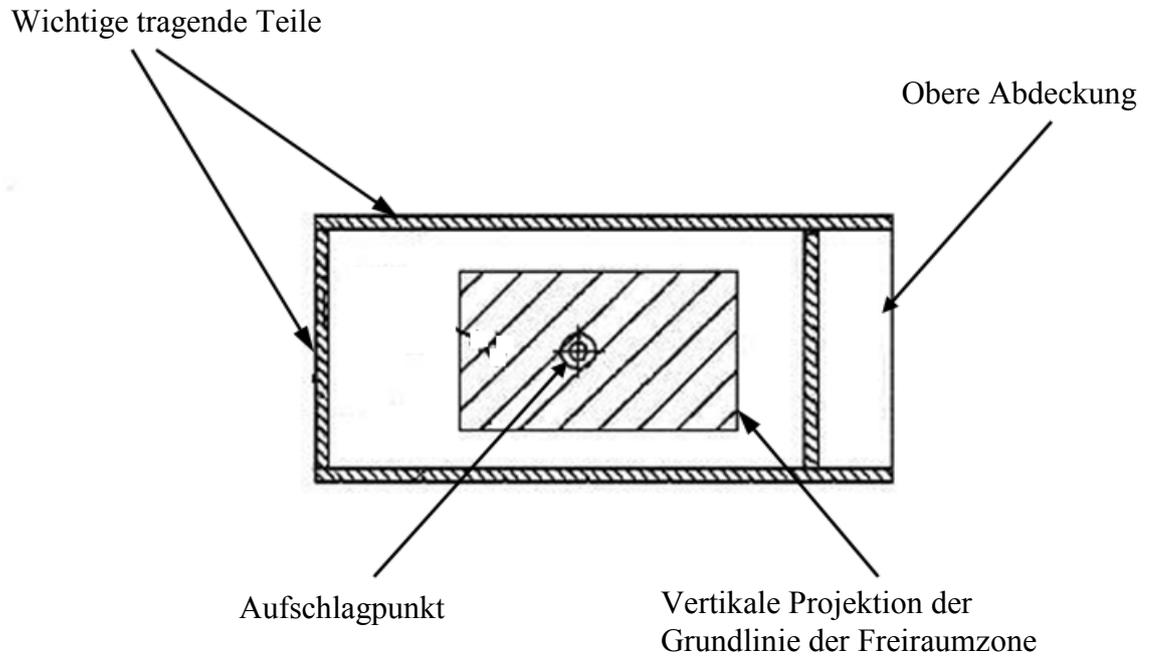
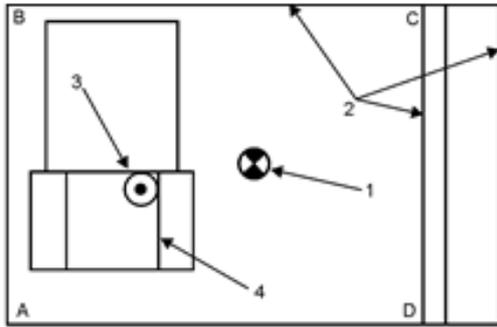


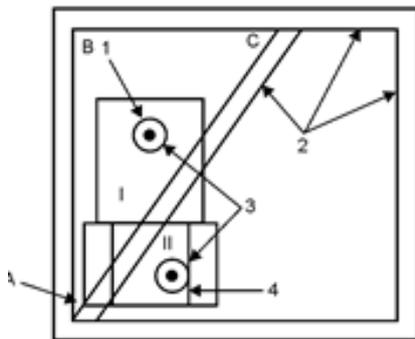
Abbildung 10.2

Aufschlagpunkte für die Fallprüfung bezogen auf den DLV



Fall 1

- Zeichenerklärung
1. Flächenschwerpunkt von A-B-C-D
 2. Hauptteile
 3. Gegenstand für die Fallprüfung
 4. Obere Ebene des DLV



Fall 2

- Zeichenerklärung
1. Flächenschwerpunkt A-B-C
 2. Hauptteile
 3. Gegenstand für die Fallprüfung
 4. Obere Ebene des DLV

Abbildung 10.3

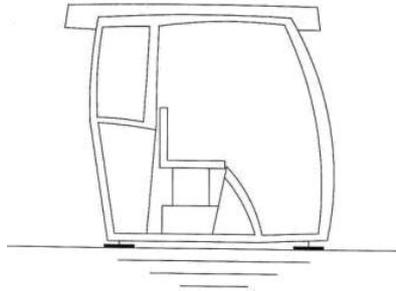
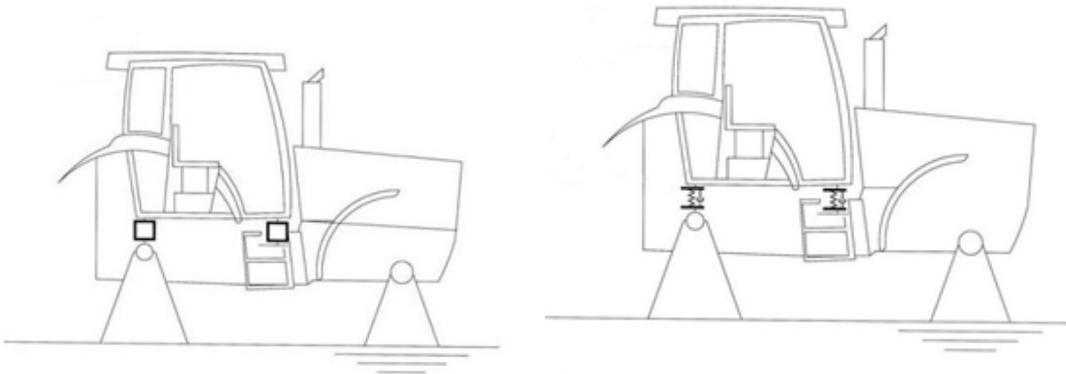


Abbildung 10.4:-

Prüfanordnung für am Fahrgestell befestigte FOPS

**Abbildung 10.4a (links) Befestigung durch Verbindungs-/Befestigungselemente,
Abbildung 10.4b (RECHTS) Befestigung durch Aufhängungsbauteile**



Erläuterungen zu Anhang XI

(1) Falls nichts anderes angegeben ist, sind der Wortlaut und die Nummerierung der Anforderungen in

Teil C identisch mit Wortlaut und Nummerierung des OECD-Normenkodex für amtliche Prüfungen von Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände an land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen (FOPS), OECD-Kodex 10, Ausgabe 2015, Juli 2014.

ANHANG XII
Anforderungen für die Beifahrersitze

1. Anforderungen

- 1.1. Vorhandene Beifahrersitze müssen den Anforderungen der Norm EN 15694: 2009 und den Anforderungen von Anhang XIV Nummer 2.4 entsprechen.
- 1.2. Ein zur Beförderung eines Beifahrers ausgelegtes Fahrzeug mit einem Sattel und einer Lenkstange, dessen Leermasse in fahrbereitem Zustand ohne die Masse des Fahrers weniger als 400 kg beträgt, muss die technischen Anforderungen für Beifahrersitze von geländegängigen Fahrzeugen (ATV) vom Typ II der Norm EN 15997:2011 alternativ zur Norm EN 15694:2009 erfüllen.

ANHANG XIII

Anforderungen für die Exposition des Fahrers gegenüber dem Geräuschpegel

1. Allgemeine Vorschriften

1.1. Maßeinheit

Es wird der A-bewertete Schallpegel LA in dB, abgekürzt dB(A), gemessen.

1.2. Grenzwerte für den Geräuschpegel

Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen auf Rädern oder Gleisketten müssen bei der Exposition des Fahrers gegenüber dem Geräuschpegel folgende Grenzwerte einhalten:

90 dB (A) nach der Prüfmethode 1 gemäß Abschnitt 2

oder

86 dB (A) nach der Prüfmethode 2 gemäß Abschnitt 3.

1.3. Messvorrichtungen

Die Messung des Geräuschpegels in Ohrenhöhe des Fahrers wird mit einem Lautstärke-Messgerät vorgenommen, das der Beschreibung in der Veröffentlichung Nr. 179, erste Auflage 1965, der Internationalen Elektrotechnischen Kommission entspricht.

Bei schwankender Anzeige sind die Mittelwerte der Maximalwerte abzulesen.

2. Prüfverfahren 1

2.1. Messbedingungen

Die Messungen werden unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

2.1.1. Die Zugmaschine muss leer sein, das heißt ohne Sonderzubehör, jedoch mit Kühlflüssigkeit, Schmiermittel, Kraftstoff, Werkzeug und Fahrer. Letzterer darf keine übermäßig dicke Kleidung, keinen Schal und keinen Hut tragen. Auf der Zugmaschine dürfen sich keine akustisch störenden Gegenstände befinden;

2.1.2. die Reifen müssen die vom Hersteller der Zugmaschine vorgeschriebenen Luftdrücke aufweisen; Motor, Kraftübertragung und Antriebsachsen müssen normale Betriebstemperatur haben, und die Kühlerjalousie (soweit vorhanden) ist während der Messung vollständig geöffnet zu halten;

2.1.3. vom Motor selbst oder unabhängig angetriebene Zusatzeinrichtungen, zum Beispiel Scheibenwischer, Heizgebläse, Zapfwelle usw. sind während der Messung abzuschalten, wenn hierdurch der Geräuschpegel beeinflusst wird; Einrichtungen, die unter üblichen Verhältnissen mitlaufen, zum Beispiel der Kühlventilator für den Motor, müssen während der Dauer der Messung in Betrieb sein;

2.1.4. die Fahrstrecke muss sich in einer freien und möglichst geräuscharmen Umgebung befinden; als Fahrstrecke eignet sich zum Beispiel eine freie Fläche von 50 Meter Halbmesser, deren mittlerer Teil über mindestens 20 Meter Halbmesser praktisch

horizontal verlaufen muss, oder eine horizontale Fahrstrecke, die eine feste, möglichst ebene und möglichst fugenlose Fahrbahn hat. Die Fahrbahn muss möglichst sauber und trocken sein (z. B. ohne Splitt, Laub, Schnee usw.). Neigungen und Unebenheiten der Fahrbahn sind nur zulässig, wenn die dadurch verursachten Schwankungen des Geräuschpegels innerhalb der Fehlergrenzen der Messgeräte liegen.

2.1.5. Die Fahrbahndecke muss so beschaffen sein, dass die Fahrzeugbereifung kein übermäßiges Geräusch erzeugt.

2.1.6. Die Messungen sind bei klarem Wetter und bei Windstille oder schwachem Wind vorzunehmen.

Der Umgebungsgeräuschpegel aufgrund von Wind oder anderen Geräuschquellen muss am Ohr des Fahrers mindestens 10 dB(A) unter dem Geräuschpegel der Zugmaschine liegen.

2.1.7. Wird für die Aufzeichnung der Messwerte ein Fahrzeug verwendet, ist dieses in einer ausreichenden Entfernung von der Zugmaschine zu fahren oder zu ziehen, so dass jede Interferenz vermieden wird. Während des Messvorgangs dürfen sich im Abstand von 20 Meter beiderseits der Fahrspur sowie je 20 Meter vor und hinter dem Fahrzeug keine die Messung störenden Gegenstände oder reflektierenden Flächen befinden. Die Bedingung kann als erfüllt angesehen werden, wenn die hierdurch hervorgerufenen Geräuschpegelschwankungen innerhalb der Fehlergrenzen bleiben; andernfalls ist die Messung für die Zeit der Störung zu unterbrechen.

2.1.8. Alle Messungen einer Messreihe müssen auf derselben Fahrstrecke durchgeführt werden.

2.1.9. Fahrzeuge der Klasse C mit Stahlketten werden gemäß Absatz 5.3.2 der Norm ISO 6395:2008 auf einer Schicht feuchtem Sand geprüft.

2.2. Messverfahren

2.2.1. Das Mikrofon ist 250 mm seitlich von der Mittelebene des Sitzes anzubringen, und zwar auf der Seite, auf der der höhere Geräuschpegel festgestellt wird.

Die Mikrofonmembran ist nach vorn zu richten, der Mittelpunkt des Mikrofons muss sich 790 mm über und 150 mm vor dem in Anhang III beschriebenen Sitzbezugspunkt befinden. Starke Erschütterungen des Mikrofons sind zu vermeiden.

2.2.2. Um den maximalen Geräuschpegel in dB(A) zu erhalten, ist folgendermaßen vorzugehen:

2.2.2.1. Bei Zugmaschinen mit serienmäßigem geschlossenen Führerhaus sind sämtliche Öffnungen (z. B. Türen und Fenster) während einer ersten Messreihe zu verschließen;

2.2.2.1.1. während einer zweiten Messreihe sind sie offen zu halten — vorausgesetzt, dass sie, wenn sie geöffnet sind, den Straßenverkehr nicht gefährden; aufklappbare Windschutzscheiben sind jedoch in Schutzstellung zu belassen.

2.2.2.2. Bei der Messung des Geräusches ist am Messgerät die Anzeigegeschwindigkeit „langsam“ einzustellen und es ist die Last zu wählen, die in der Getriebestufe, die einer Vorwärtsgeschwindigkeit von 7,5 km/h bzw. 5 km/h für Zugmaschinen auf Stahlketten am nächsten kommt, dem stärksten Geräusch entspricht.

Der Stellhebel des Drehzahlreglers muss auf voller Drehzahl stehen. Es wird ohne Last

begonnen; die Last ist so lange zu steigern, bis sich der maximale Geräuschpegel einstellt. Nach jeder Belastungssteigerung ist so lange zu warten, bis sich der Geräuschpegel für die Messung stabilisiert hat;

- 2.2.2.3. ferner wird mit der Anzeigegeschwindigkeit „langsam“ das Geräusch gemessen, das der das stärkste Geräusch verursachenden Last jeder beliebigen anderen als der Getriebestufe nach Nummer 2.2.2.2 entspricht, für die ein Geräuschpegel gemessen wurde, der mindestens 1 dB(A) über dem Geräuschpegel in der unter Nummer 2.2.2.2 genannten Getriebestufe liegt.

Der Stellhebel des Drehzahlreglers muss auf voller Drehzahl stehen. Es wird ohne Last begonnen; die Last ist so lange zu steigern, bis sich der maximale Geräuschpegel einstellt. Nach jeder Belastungssteigerung ist so lange zu warten, bis sich der Geräuschpegel für die Messung stabilisiert hat;

- 2.2.2.4. das Geräusch ist bei der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bei Leergewicht zu ermitteln.

2.3. Inhalt des Berichts

- 2.3.1. Für Zugmaschinen der Klassen T und C mit Gummiketten ist für den Prüfbericht der Geräuschpegel unter folgenden Bedingungen zu messen:

2.3.1.1. in der Getriebestufe, die einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h am nächsten kommt;

2.3.1.2. in jeder Getriebestufe, wenn die Bedingungen nach Nummer 2.2.2.3 erfüllt sind;

2.3.1.3. bei der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit.

- 2.3.2. Für Zugmaschinen der Klasse C mit Stahlketten ist für den Prüfbericht der Geräuschpegel unter folgenden Bedingungen zu messen:

2.3.2.1. in der Getriebestufe, die einer Geschwindigkeit von 5 km/h am nächsten kommt;

2.3.2.2. bei stillstehender Zugmaschine.

2.4. Beurteilungskriterien

- 2.4.1. Bei Zugmaschinen der Klasse T und Zugmaschinen der Klasse C mit Gummiketten dürfen bei den Messungen nach den Nummern 2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3 und 2.2.2.4 die unter Nummer 1.2 festgelegten Werte nicht überschritten werden.

- 2.4.2. Bei Zugmaschinen der Klasse C mit Stahlketten dürfen bei den Messungen nach Nummer 2.3.2.2 die unter Nummer 1.2 festgelegten Werte nicht überschritten werden. Die Messungen gemäß den Nummern 2.3.2.1 und 2.3.2.2 sind in den Prüfbericht aufzunehmen.

3. Prüfverfahren 2

3.1. Messbedingungen

Die Messungen werden unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

- 3.1.1. Die Zugmaschine muss leer sein, das heißt ohne Sonderzubehör, jedoch mit Kühlflüssigkeit, Schmiermittel, vollem Kraftstofftank, Werkzeug und Fahrer. Letzterer darf keine übermäßig dicke Kleidung, keinen Schal und keinen Hut tragen. Auf der

Zugmaschine dürfen sich keine akustisch störenden Gegenstände befinden;

- 3.1.2. die Reifen müssen die vom Hersteller der Zugmaschine vorgeschriebenen Luftdrücke aufweisen; Motor, Getriebe und Antriebsachsen müssen annähernd normale Betriebstemperatur haben, und die Kühlerjalousie (soweit vorhanden) ist während der Messung vollständig geöffnet zu halten;
- 3.1.3. vom Motor selbst oder unabhängig angetriebene Zusatzeinrichtungen, zum Beispiel Scheibenwischer, Heizgebläse, Zapfwelle usw. sind während der Messung abzuschalten, wenn hierdurch der Geräuschpegel beeinflusst wird; Einrichtungen, die unter üblichen Verhältnissen mitlaufen, zum Beispiel der Kühlventilator für den Motor, müssen während der Dauer der Messung in Betrieb sein;
- 3.1.4. die Fahrstrecke muss eine freie Fläche von 50 Meter Halbmesser sein, auf der ein ausreichend niedriger Geräuschpegel herrscht und deren mittlerer Teil über mindestens 20 Meter Halbmesser praktisch horizontal verläuft, oder eine horizontale Fahrstrecke, die eine feste, möglichst ebene und möglichst fugenlose Fahrbahn hat. Die Fahrbahn muss möglichst sauber und trocken sein (z. B. ohne Splitt, Laub, Schnee usw.). Neigungen und Unebenheiten der Fahrbahn sind nur zulässig, wenn die dadurch verursachten Schwankungen des Geräuschpegels innerhalb der Fehlergrenzen der Messgeräte liegen.
- 3.1.5. Die Fahrbahndecke muss so beschaffen sein, dass die Fahrzeugbereifung kein übermäßiges Geräusch erzeugt.
- 3.1.6. Die Messungen sind bei klarem Wetter und bei Windstille oder schwachem Wind vorzunehmen.

Der Umgebungsgeräuschpegel aufgrund von Wind oder anderen Geräuschquellen soll am Ohr des Fahrers mindestens 10 dB(A) unter dem Geräuschpegel der Zugmaschine liegen.

- 3.1.7. Wird für die Aufzeichnung der Messwerte ein Fahrzeug verwendet, ist dieses in einer ausreichenden Entfernung von der Zugmaschine zu fahren oder zu ziehen, so dass jede Interferenz vermieden wird. Während des Messvorgangs dürfen sich im Abstand von 20 Meter beiderseits der Fahrspur sowie je 20 Meter vor und hinter dem Fahrzeug keine die Messung störenden Gegenstände oder reflektierenden Flächen befinden. Die Bedingung kann als erfüllt angesehen werden, wenn die hierdurch hervorgerufenen Geräuschpegelschwankungen innerhalb der Fehlergrenzen bleiben; andernfalls ist die Messung für die Zeit der Störung zu unterbrechen.
- 3.1.8. Alle Messungen einer Messreihe müssen auf derselben Fahrstrecke durchgeführt werden.
- 3.1.9. Fahrzeuge der Klasse C mit Stahlketten werden gemäß Absatz 5.3.2 der Norm ISO 6395:2008 auf einer Schicht feuchtem Sand geprüft.

3.2. Messverfahren

- 3.2.1. Das Mikrofon ist 250 mm seitlich von der Mittelebene des Sitzes anzubringen, und zwar auf der Seite, auf welcher der höhere Geräuschpegel festgestellt wird.

Die Mikrofonmembran ist nach vorn zu richten, der Mittelpunkt des Mikrofons muss sich 790 mm über und 150 mm vor dem in Anhang III beschriebenen Sitzbezugspunkt befinden. Starke Erschütterungen des Mikrofons sind zu vermeiden.

- 3.2.2. Der Geräuschpegel ist folgendermaßen zu bestimmen:
- 3.2.2.1. Die Zugmaschine muss dieselbe Fahrstrecke mindestens dreimal mit derselben Prüfgeschwindigkeit mindestens 10 Sekunden lang fahren;
 - 3.2.2.2. bei Zugmaschinen mit serienmäßigem geschlossenen Führerhaus sind sämtliche Öffnungen (z. B. Türen und Fenster) während einer ersten Messreihe zu verschließen;
 - 3.2.2.2.1. während einer zweiten Messreihe sind sie offen zu halten, vorausgesetzt, dass sie, wenn sie geöffnet sind, den Straßenverkehr nicht gefährden; aufklappbare Windschutzscheiben sind jedoch in Schutzstellung zu belassen;
 - 3.2.2.3. der Geräuschpegel wird bei maximaler Drehzahl gemessen, wenn am Messgerät die Anzeigegeschwindigkeit „langsam“ eingestellt ist, und zwar in der Getriebestufe, die bei Nenndrehzahl des Motors einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h am nächsten kommt. Die Zugmaschine darf während der Messung nicht beladen sein.
- 3.3. Inhalt des Berichts
- Für Zugmaschinen der Klasse C mit Stahlketten ist für den Prüfbericht der Geräuschpegel unter folgenden Bedingungen zu messen:
- 3.3.1. in der Getriebestufe, die einer Geschwindigkeit von 5 km/h am nächsten kommt;
 - 3.3.2. bei stillstehender Zugmaschine.
- 3.4. Beurteilungskriterien
- 3.4.1. Bei Zugmaschinen der Klasse T und Zugmaschinen der Klasse C mit Gummiketten dürfen bei den Messungen nach den Nummern 3.2.2.2 und 3.2.2.3 die unter Nummer 1.2 festgelegten Werte nicht überschritten werden.
 - 3.4.2. Bei Zugmaschinen der Klasse C mit Stahlketten dürfen bei der Messung nach Nummer 3.3.2 die unter Nummer 1.2 festgelegten Werte nicht überschritten werden. Die Messungen gemäß den Nummern 3.3.1 und 3.3.2 sind in den Prüfbericht aufzunehmen.