

DIN EN ISO 3471

ICS 53.100

Ersatz für
DIN EN 13510:2000-05**Erdbaumaschinen –
Überrollschutzaufbauten –
Laborprüfungen und Leistungsanforderungen (ISO 3471:2008);
Deutsche Fassung EN ISO 3471:2008**

Earth-moving machinery –
Roll-over protective structures –
Laboratory tests and performance requirements (ISO 3471:2008);
German version EN ISO 3471:2008

Engins de terrassement –
Structures de protection au retournement –
Essais de laboratoire et exigences de performance (ISO 3471:2008);
Version allemande EN ISO 3471:2008

Gesamtumfang 42 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2010-01-01.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung des vom Technischen Komitee ISO/TC 127 „Erdbaumaschinen“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 151 „Bau- und Baustoffmaschinen — Sicherheit“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN ISO 3471:2008.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-30-01 AA "Erdbaumaschinen" im Fachbereich Bau- und Baustoffmaschinen des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Erdbaumaschinen sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG (gültig bis 28. Dezember 2009) sowie mit Wirkung vom 29. Dezember 2009 der neuen EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im EWR in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN bzw. DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht. Für die zitierten Internationalen Normen und Publikationen, sofern sie nicht als DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 148:1993	siehe	DIN EN 10045-1:1991
ISO 3164:1995	siehe	DIN EN ISO 3164:1999

Änderungen

Gegenüber der DIN EN 13510:2000-05 sind folgende Änderungen vorgenommen worden:

- a) die Kriterien an Überrollschutzaufbauten (ROPS) wurden an Maschinen mit geringem Gewicht bzw. an Maschinen mit hohem Gewicht angepasst;
- b) Kriterien an Überrollschutzaufbauten unter Berücksichtigung der Längskraft wurden aufgenommen;
- c) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN 24090: 1977-10
DIN ISO 3471: 1984-05
DIN EN 13510: 2000-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 10045-1:1991, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 3164:1999, *Erdbaumaschinen — Prüfung von Schutzbauten — Verformungsgrenzbereich (ISO 3164: 1995)*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Erdbaumaschinen —
Überrollschutzaufbauten —
Laborprüfungen und Leistungsanforderungen
(ISO 3471:2008)**

Earth-moving machinery —
Roll-over protective structures —
Laboratory tests and performance requirements
(ISO 3471:2008)

Engins de terrassement —
Structures de protection au retournement —
Essais de laboratoire et exigences de performance
(ISO 3471:2008)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Mai 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe und Definitionen	6
4 Symbole	8
5 Prüfverfahren und Prüfeinrichtungen	15
6 Belastungsprüfverfahren	24
7 Temperatur- und Werkstoffbedingungen.....	28
8 Zu erfüllende Kriterien	30
9 Kennzeichnung von ROPS	32
10 Angabe der Prüfergebnisse.....	32
Anhang A (normativ) ROPS-Prüfbericht.....	33
Anhang B (informativ) Änderung der Bauweise, praktische Prüfung und Abänderungen	35
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG	36
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	37
Literaturhinweise	38

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3471:2008) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 127 „Earth-moving machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 151 „Bau- und Baustoffmaschinen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2009 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2009 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 13510:2000.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informative Anhänge ZA oder ZB, die Bestandteile dieses Dokumentes sind.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 3471:2008 wurde vom CEN als EN ISO 3471:2008 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Eine Überprüfung der grundlegenden Arbeiten zur Festlegung der Kriterien für Überrollschutzaufbauten (ROPS) ergab, dass diese Kriterien auf Anforderungen für Maschinen basieren, die heute der Klasse der mittelgroßen Maschinen zuzurechnen sind. Seit der Einführung der ROPS-Kriterien, haben sich sowohl kleinere als auch größere Größenklassen von Erdbaumaschinen etabliert.

Die Kriterien sind eine Kombination von linearen und exponentiellen Funktionen in Abhängigkeit von der Maschinenmasse. Für kleinere Maschinen wurde der exponentielle Funktionsteil in einen linearen Funktionsteil in Abhängigkeit von der Maschinenmasse umgewandelt. Für größere Maschinen war insbesondere bei sehr hoher Maschinenmasse der exponentielle Funktionsteil überbewertet, so dass er in einen linearen Funktionsteil in Abhängigkeit von der Maschinenmasse umgewandelt wurde.

Auf Grund neuer Erkenntnisse wurde der Längsbelastungstest mit aufgenommen. Es konnten Situationen auftreten, in denen ROPS-Konstruktionen die seitlichen und vertikalen Belastungsanforderungen erfüllten, jedoch hinsichtlich ihrer Eigenschaften in Richtung der Längskräfte als nicht ausreichend zu betrachten waren. Aus diesem Grund enthält diese Europäische Norm ein ROPS-Kriterium unter Berücksichtigung der Längskraft. Das Längskraftkriterium entspricht 80 % der seitlichen Belastungsanforderung.

Das Prüfverfahren ist nicht unbedingt darauf angelegt, Bauteilverformungen zu reproduzieren, die durch ein tatsächliches Überrollen verursacht werden. Jedoch sind spezifische Anforderungen von Untersuchungen an ROPS hergeleitet, die in vielfältiger Weise die Überschlüge in der Praxis ihre vorgesehene Funktion erfüllt haben. Weiterhin basieren die Anforderungen auf analytischen Betrachtungen zur Kompatibilität des ROPS mit dem Maschinenrahmen an dem er befestigt ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm spezifiziert sowohl Leistungsanforderungen für metallische Überrollschutzaufbauten (ROPS) für Erdbaumaschinen, als auch eine einheitliche und reproduzierbare Methode, um die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen durch Laborprüfungen mit statischen Belastungen an einem repräsentativen Probekörper festzustellen.

ANMERKUNG 1 Die Struktur kann auch Schutz durch Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände (FOPS) gewähren.

Diese Europäische Norm gilt für mit ROPS ausgestatteten, in ISO 6165 definierten Erdbaumaschinen mit sitzendem Maschinenführer und mit einer gleichen oder größeren Maschinenmasse von 700 kg:

- Planiermaschine;
- Lader;
- Baggerlader;
- Muldenfahrzeug;
- Rohrleger;
- Zugteil einer kombinierten Maschine (z. B. Scraper und knickgelenktes Muldenfahrzeug);
- Grader;
- Müllverdichter;
- Walze;
- Grabenfräse.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Trainingssitze oder zusätzliche Sitze zur Bedienung einer Arbeitsausrüstung.

ANMERKUNG 2 Es wird davon ausgegangen, dass für einen Maschinenführer mit angelegtem Sicherheitsgurt unter den folgenden Bedingungen ein ausreichender Schutz gegen Einquetschen gegeben ist durch eine Anfangsgeschwindigkeit (vorwärts) von 0 km/h bis 16 km/h auf einem harten Lehm Boden mit höchstens 30° Gefälle sowie 360° Überschlag der Maschine um die Längsachse, ohne den Kontakt zum geneigten Grund zu verlieren.

ANMERKUNG 3 Diese Europäische Norm kann als Leitlinie für Hersteller von Überrollschutzaufbauten dienen, falls ein derartiger Schutz für die oben genannten oder andere Maschinen unter speziellen Einsatzbedingungen erforderlich ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 148-1:2006, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test (V-notch) — Part 1: Test method*

ISO 898-1:1999, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs*

ISO 898-2:1992, *Mechanical properties of fasteners — Part 2: Nuts with specified proof load values — Coarse thread*

ISO 3164:1995, *Earth-moving machinery — Laboratory evaluations of protective structures — Specifications for deflection-limiting volume*

ISO 5353:1995, *Earth-moving machinery, and tractors and machinery for agriculture and forestry — Seat index point*

ISO 6165:2006, *Earth-moving machinery — Basic types — Identification and terms and definitions*

ISO 9248:1992, *Earth-moving machinery — Units for dimensions, performance and capacities, and their measurement accuracies*

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

3.1
Grundplatte
im Wesentlichen feststehendes Teil des Prüfaufbaues, an dem der Maschinenrahmen zum Zweck der Prüfung befestigt wird

3.2
Begrenzungsebene
BP
Ebene, definiert durch die vertikalen Projektionsebenen des Rückens, der Seite und des Kniebereichs des DLV

ANMERKUNG Die Begrenzungsebenen werden zur Bestimmung des Lastangriffspunktes verwendet.

3.3
Verformungsgrenzbereich
DLV
Annahme des orthogonalen Raumes, den ein männlicher, großer Maschinenführer mit normaler Kleidung und Schutzhelm in sitzender Stellung einnimmt

ANMERKUNG Basiert auf ISO 3164:1995

3.4
Verformung des ROPS
Bewegung des ROPS, Befestigungssystems und Rahmenabschnitts, gemessen am Lastangriffspunkt (LAP), unter Ausschluss jeglicher Bewegungen der Befestigungen des Prüfaufbaus

3.5
Schutzaufbau gegen herabfallende Gegenstände
FOPS
Bauteile, die auf einer Maschine so angeordnet sind, dass ein Maschinenführer ausreichend gegen eventuell herabfallende Gegenstände geschützt wird (z. B. Äste, Felsbrocken, kleinere Betonteile, Werkzeuge)

3.6
DLV-Kopfbereich
oberer, 270 mm auf 330 mm gemessener, rechteckiger Bereich des DLV, dessen Maße mit ISO 3164 übereinstimmen

3.7
angenommene seitliche Bezugsebene
LSGP
Ebene, auf der die Maschine auf der Seite zum Stillstand kommt, wobei die Ebene 15° weg vom DLV geneigt ist

ANMERKUNG Sie wird bestimmt durch das Drehen einer vertikalen Ebene parallel zur Maschinenlängsachse um eine horizontale Gerade durch den äußersten Punkt des oberen ROPS-Bauteils, auf dem die seitliche Belastung aufgebracht wird (siehe Bild 6). Die LSGP geht von einem unbelasteten ROPS aus und verschiebt sich bei Belastung des oberen ROPS-Bauteils, wobei die Neigung von 15° zur Vertikalen beibehalten wird

3.8

Lastverteilungseinrichtung

LDD

Einrichtung, die ein örtliches Eindringen in Teile des ROPS am Lastangriffspunkt (LAP) verhindert

3.9

Lastangriffspunkt

LAP

Punkt (oder ein Punkt innerhalb eines definierten Bereiches) des ROPS-Aufbaus, an dem die Prüflast (F) aufgebracht wird

3.10

Maschinenrahmen

metallischer Hauptrahmen oder metallischer Hauptlastverteilungsrahmen der Maschine, der sich über den Hauptteil der Maschine erstreckt und auf dem der ROPS direkt montiert ist

3.11

Befestigungssystem

alle Lager, Schweißungen, Befestigungen oder andere Einrichtungen, deren Funktion die Verbindung von ROPS und Maschinenrahmen ist

3.12

repräsentativer Probekörper

Zusammenstellung aus ROPS, Verbindungselementen und Maschinenrahmen (komplett oder teilweise), die für Prüfwerte vorgesehen sind, die bezüglich Material und Fertigungsabweichungen innerhalb der vom Hersteller festgelegten Produktspezifikationen liegt

ANMERKUNG Das Ziel ist, dass alle nach diesen Spezifikationen gefertigten ROPS die festgelegten Anforderungen erfüllen oder übertreffen sollen

3.13

Überrollschutzaufbau

ROPS

System von tragenden Bauteilen, deren vorrangiger Zweck es ist, die Möglichkeit des Quetschens für einen sitzenden, angegurteten Maschinenführer im Falle des Überrollens der Maschine zu vermindern

ANMERKUNG 1 Siehe Bilder 1 bis 5 und ISO 6683.

ANMERKUNG 2 Dieser kann Komponenten, wie Unterrahmen, Träger, Halterungen, Schrauben, Bolzen, Schwingungsdämpfer oder elastische Stoßdämpfer enthalten.

ANMERKUNG 3 Nicht tragende Bauteile (Pfoften) bleiben unberücksichtigt.

3.13.1

ROPS-Bügel

Ein- oder Zweipfoften-ROPS, geformt oder gefertigt, ohne vorspringende lastaufnehmende Bauteile

3.13.2

Einpfoften- (Zweipfoften-) ROPS

aus ein oder zwei Pfoften bestehender ROPS, geformt oder gefertigt, der vorspringende lastaufnehmende Bauteile enthält

3.13.3

Mehrpfoften-ROPS

aus mehr als zwei Pfoften bestehender ROPS, geformt oder gefertigt, der verbundene lastaufnehmende Bauteile enthält

ANMERKUNG Dieser kann vorspringende lastaufnehmende Bauteile enthalten.

3.14

tragendes ROPS-Bauteil

metallisches Bauteil, konzipiert, um aufgebracht Kraft zu widerstehen oder Energie aufzunehmen

3.15

angenommene Bodenebene

SGP

Ebene, die die flache Bodenoberfläche simuliert, auf der eine Maschine nach dem Überrollen zum Stillstand kommen würde

3.16

Flansch

S

Prüfbauteil, das eine unbehinderte Punktbelastung auf die Lastverteilungseinrichtung (LDD) ermöglicht

3.17

vertikale Projektion des DLV

Querschnittsfläche der Säule, die durch die vertikale Projektion der äußeren Ecken des Verformungsgrenzbereiches (DLV), mit Maßen nach ISO 3164, ohne den Fußbereich geformt wurde

3.18

angenommene vertikale Bezugsebene

VSGP

Ebene, die durch das obere Querbauteil des ROPS und das Front- oder Heckteil der Maschine, das in der Lage ist die auf dem Kopf stehende Maschine zu tragen, aufgespannt wird

Siehe Bild 16

ANMERKUNG Die VSGP ist nur auf den ROPS-Bügel, den Einfeld- und den Zweifeld ROPS anwendbar. Die VSGP kann sich bei der Deformierung des ROPS verschieben.

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Symbole.

U Energie in Joule, die vom Aufbau in Abhängigkeit von der vom Hersteller empfohlenen maximalen Maschinenmasse, m , aufgenommen wird

F Belastungskraft in Newton

m Maximale Masse der Maschine nach Herstellerangaben in Kilogramm

- Die maximale Masse nach Herstellerangaben beinhaltet Anbaugeräte unter Betriebsbedingungen, alle Behälter bis zum Nenninhalt gefüllt, Werkzeuge und ROPS. Gezogene Geräte, z. B. Walzen und gezogene Scraper, sind ausgeschlossen.
- Für Scraper und knickgelenkte Muldenkipper ist es nur die maximale Masse des Zugteiles. In der Mehrzahl ist es der Motorwagenteil, es muss aber immer der Teil sein, auf den der ROPS aufgebaut ist. Bolzen, Verbindungsteile und Bauteile für die Knicklenkung sowie Anhängeteile der gezogenen Maschinenteile gehören nicht zur Maschinenmasse.
- Für Muldenfahrzeuge mit Starrrahmen beinhaltet m weder die Masse der Mulde noch der Zuladung, wenn das Kriterium „ohne Mulde“ gewählt wird. Wird das Kriterium „einschließlich Mulde“ gewählt, beinhaltet m die Masse der Mulde, jedoch nicht die Masse der Zuladung.

ANMERKUNG Bezüglich Beispielen siehe Tabelle 1.

- Für Walzen und Erd- und Müllverdichter ist abnehmbarer Ballast, der im Falle eines Überrollens von der Maschine abfallen würde, auch nicht in m enthalten.

ANMERKUNG Erdreich, Schlamm, Gestein, Zweige, Schutt usw., die während des Betriebes gewöhnlich an Maschinen haften oder auf Maschinen liegen, sind bei jeder Maschinenart nicht als Bestandteil der Masse m anzusehen. Ausgehobenes Material, das in jeglicher Weise befördert oder gehandhabt wird, gilt bei der Festlegung der Prüfanforderungen nicht als Bestandteil der Maschinenmasse.

L Länge des ROPS in Millimeter

- Für einen Überrollbügel ist L nicht anwendbar.
- Für einen Einpfosten- oder Zweipfosten-ROPS mit hervorkragenden, tragenden Bauteilen wird L definiert an der Dachoberseite des ROPS, gemessen von der Hinterseite des ROPS bis zur vorderen tragenden Kante des ROPS (siehe Bilder 1, 4 und 5). Für die ROPS-Bauteile ist es nicht notwendig, die vollständige vertikale Projektion des DLV abzudecken.
- Für Mehrpfosten-ROPS entspricht L dem größten Längsabstand zwischen den Außenseiten der vorderen und der hinteren ROPS-Pfosten. Siehe Bild 2.
- Für ROPS mit geformten tragenden Bauteilen ist L die vertikale Projektion von H an der äußeren Oberfläche der tragenden Bauteile. Siehe Bild 3.
- Für ROPS mit gekrümmten tragenden Bauteilen wird L definiert durch den Schnittpunkt der Ebene A mit der äußeren Oberfläche des vertikalen Bauteils. Ebene A wird definiert als Winkelhalbierende des durch die Ebenen B und C gebildeten Winkels. B ist die Tangente an der äußeren Oberfläche, parallel zur Ebene D. Ebene D ist die Ebene, die die Schnittpunkte der gekrümmten Bauteile mit den angrenzenden Bauteilen schneidet. Ebene C ist die Projektion der oben liegenden Oberfläche des oberen tragenden ROPS-Bauteils. Siehe Bild 3.

W Breite des ROPS in Millimeter

- Für einen Überrollbügel entspricht W der Breite der äußersten Punkte des/der tragenden Bauteils/Bauteile.
- Für einen Ein- oder Zweipfosten-ROPS mit hervorkragenden tragenden Bauteilen entspricht die Breite W dem Teil des hervorkragenden tragenden Bauteils (siehe Bilder 1, 4 und 5), das mindestens die vertikale Projektion der Breite des DLV abdeckt, die an der Oberseite des ROPS zwischen den äußersten Begrenzungen der vorspringenden lastaufnehmenden Bauteilen gemessen wird.
- Für alle anderen ROPS-Arten entspricht die Breite W dem größten Abstand zwischen den Außenseiten der linken und der rechten ROPS-Pfosten gemessen an der Oberseite des ROPS zwischen den äußersten Begrenzungen der lastaufnehmenden Bauteile. Siehe Bild 3.
- Für ROPS mit geformten tragenden Bauteilen ist W die vertikale Projektion von H an der äußeren Oberfläche der tragenden Bauteile. Siehe Bild 3.
- Für ROPS mit gekrümmten tragenden Bauteilen wird W definiert durch den Schnittpunkt der Ebene A mit der äußeren Oberfläche des vertikalen Bauteils. Ebene A wird definiert als Winkelhalbierende des durch die Ebenen B und C gebildeten Winkels. B ist die Tangente an der äußeren Oberfläche, parallel zur Ebene D. Ebene D ist die Ebene, die die Schnittpunkte der gekrümmten Bauteile mit den angrenzenden Bauteilen schneidet. Ebene C ist die Projektion der oben liegenden Oberfläche des oberen tragenden ROPS Bauteils. Siehe Bild 3.

Δ Verformung des ROPS in Millimeter

H Höhe der Lastaufbringungszone in Millimeter

- Für gerade Bauteile ist H der Abstand zwischen Ober- und Unterseite des Bauteils, wie in Bild 1 gezeigt.
- Für gekrümmte Bauteile ist H der vertikale Abstand von der Oberseite des Bauteils zum Schnittpunkt Y der vertikalen Ebene am Ende von L mit der inneren Oberfläche des gekrümmten Bauteils, wie in Bild 3 gezeigt.
- Für geformte Bauteile ist H dreimal die vertikale Breite des oberen Bauteils, wie in Bild 3 gezeigt.