

RMMV WERKNORM

AUFBAURICHTLINIE

RMMV – LOGISTISCHE FAHRZEUGTYPEN HX2

Erstellt/geändert: EHS 01.07.2026	Geprüft: OQS1 01.07.2026	Geprüft (Prüfer 2): LV 03.07.2026	Freigegeben: E 01.07.2026	Blatt 1 von 145
Informationsklassifizierung: RH-INTERNAL	Dokumentennummer: RMMV-WN-301_DE		Version: 01	

Herausgeber: Rheinmetall MAN Military Vehicles GmbH (RMMV) | Dachauer Straße 655 D-80995 München

E-Mail: Aufbaurichtlinie@rheinmetall.com

Inhalt

0	VORWORT	6
1	GÜLTIGKEIT UND RECHTLICHE VEREINBARUNGEN	7
1.1	GÜLTIGKEIT	7
1.2	VORAUSSETZUNGEN.....	7
1.3	VERANTWORTUNG	8
1.4	QUALITÄTSSICHERUNG	9
1.5	GENEHMIGUNG DURCH RMMV	9
1.6	VORLAGE DER UNTERLAGEN.....	10
1.7	HAFTUNG.....	12
1.7.1	<i>Sachmängelhaftung</i>	12
1.7.2	<i>Produkthaftung</i>	12
1.7.3	<i>Haftungsbeschränkung für Zubehör und Ersatzteile</i>	12
1.7.4	<i>Betriebs- und Verkehrssicherheit</i>	13
1.8	HOMOLOGIERTE/SICHERHEITSRELEVANTE FAHRZEUGKOMPONENTEN	13
1.9	SICHERHEIT.....	13
1.10	SECURITY UND SOFTWARE UPDATES	15
1.11	ANLEITUNGEN VON AUFBAU- UND UMBAUFIRMEN	16
1.12	HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG FÜR ZUBEHÖR/ERSATZTEILE UND ERSATZTEILVERSORGUNG	17
2	PRODUKTKENNZEICHNUNG	18
2.1	FAHRZEUGBEZEICHNUNG, RADFORMEL	18
2.1.1	<i>Radformel</i>	18
2.2	TYPNUMMER, FAHRZEUGIDENTIFIZIERUNGSNUMMER, FAHRZEUGNUMMER GRUNDFAHRZEUGNUMMER	19
2.3	VERWENDUNG VON MARKENZEICHEN	20
2.4	FAHRERHÄUSER.....	21
2.5	MOTORVARIANTEN.....	22
3	MILITÄRISCHE ANFORDERUNGEN UND EINSATZBEDINGUNGEN	24
4	ALLGEMEINE TECHNISCHE GRUNDLAGEN	25
4.1	ACHSÜBERLASTUNG, EINSEITIGE BELADUNG.....	25
4.1.1	<i>Zulässige Achslasten und Achsüberlastung</i>	25
4.1.2	<i>Radlastdifferenz</i>	26
4.1.3	<i>Mindestvorderachslast</i>	29
4.1.4	<i>Achslastberechnung und Wiegevorgang</i>	30
4.2	RÄDER, ABROLLUMFANG(ABROLLUMFANG), FAHRWERK (KETTEN, FREIGÄNGIGKEIT, ..)	31
4.3	ZULÄSSIGE ÜBERHANGLÄNGE	31
4.4	THEORETISCHER RADSTAND, THEORETISCHE ACHSMITTE	31
4.5	ÜBERPRÜFUNG ZULÄSSIGES FAHREHAUSGEWICHT.....	33
4.6	KONTROLL-/EINSTELLARBEITEN NACH DER AUFBAUMONTAGE	34
5	FAHRGESTELLE	35
5.1	RAHMENWERKSTOFF.....	35

5.2	KORROSIONSSCHUTZ.....	36
5.3	BOHRUNGEN, NIET- UND SCHRAUBVERBINDUNGEN AM RAHMEN	37
5.4	TOLERANZEN	40
5.5	RAHMENÄNDERUNG	40
5.5.1	<i>Schweißen am Rahmen</i>	40
5.5.2	<i>Rahmenüberhang ändern.....</i>	42
5.5.3	<i>Radstandsänderungen.....</i>	44
5.6	NACHTRÄGLICHER EINBAU VON ZUSATZAGGREGATEN, ANBAUTEILEN UND ZUBEHÖR.....	44
5.7	GELENKWELLEN.....	45
5.7.1	<i>Einfachgelenk.....</i>	45
5.7.2	<i>Gelenkwelle mit zwei Gelenken</i>	46
5.7.3	<i>Räumliche Gelenkwellenanordnung.....</i>	47
5.7.4	<i>Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von RMMV - Fahrgestellen.....</i>	50
5.8	ÄNDERUNG DER RADFORMEL	50
5.9	VERBINDUNGSEINRICHTUNGEN	50
5.9.1	<i>Grundlagen (Zusätzlich verfügbar unter www.manted.de, zivile Aufbaurichtlinien).....</i>	50
5.9.2	<i>Anhängerkupplung, D-Wert.....</i>	52
5.9.3	<i>Zentralachsanhänger D_c-Wert , V- Wert</i>	53
5.10	SATTELZUGMASCHINE.....	54
5.11	FRONTBEFESTIGTE ANBAUTEN	57
5.12	FAHRERHAUSÄNDERUNGEN	58
5.13	RAHMENANBAUTEILE (UNTERFAHRSCHUTZ)	58
5.14	ÄNDERUNG AM MOTORUMFELD	58
5.14.1	<i>Änderung an der Luftansaugung und an der Abgasführung.....</i>	58
5.14.2	<i>Zusätzliche Vorgabe bei Änderungen am AdBlue®-System/Abgassystem bei EuroV-Fahrzeugen... 58</i>	58
5.14.3	<i>Motorkühlung Core.....</i>	59
5.14.4	<i>Motorkapsel, Geräuschkämmung</i>	59
5.15	EINBAU ANDERER SCHALTGETRIEBE, AUTOMATIKGETRIEBE, VERTEILERGETRIEBE	59
6	NEBENABTRIEBE.....	60
7	AUFBAU	61
7.1	ALLGEMEINES	61
7.2	KORROSIONSSCHUTZ UND MILITÄRLACKSYSTEM	63
7.3	HILFSRAHMEN	63
7.3.1	<i>Allgemeines.....</i>	63
7.3.2	<i>Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze.....</i>	65
7.3.3	<i>Hilfsrahmengestaltung</i>	66
7.3.4	<i>Hilfsrahmen auf der Unterseite des Hauptrahmens (Unterzug).....</i>	68
7.3.5	<i>Verbindung mit Fahrgestellrahmen.....</i>	69
7.3.6	<i>Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten.....</i>	69
7.3.7	<i>Schraub- und Nietverbindung.....</i>	71
7.3.8	<i>Schubweiche Verbindung.....</i>	72
7.3.9	<i>Schubstarre Verbindung</i>	75
7.4	AUFBAUTEN	77
7.4.1	<i>Aufbauprüfung.....</i>	77

7.4.2	<i>Pritschen- und Kofferaufbauten sowie Containertragrahmen</i>	78
7.4.3	<i>Ladebordwand</i>	79
7.4.4	<i>Wechselbehälter</i>	80
7.4.5	<i>Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen</i>	81
7.4.6	<i>Drehschemelaufbau</i>	82
7.4.7	<i>Tank- und Behälteraufbau</i>	82
7.4.8	<i>Ladekran</i>	83
7.4.9	<i>Kipper</i>	89
7.4.10	<i>Hakenladesystem</i>	91
7.4.11	<i>Berge- und Abschleppaufbau</i>	92
7.4.12	<i>Seilwinde</i>	93
7.4.13	<i>Anbindung sonstiger Aufbaumodule</i>	93
7.4.14	<i>Wechselaufbauten (Aufbauten mit wechselbarem Hilfsrahmen)</i>	94
8	ELEKTRIK, ELEKTRONIK, LEITUNGEN	95
8.1	ALLGEMEINES	95
8.2	LEITUNGSVERLEGUNG, MASSELEITUNG	95
8.3	BEHANDLUNG VON BATTERIEN	96
8.4	ZUSATZSCHALTPLÄNE UND KABELSTRANGZEICHNUNGEN	97
8.5	ZUSÄTZLICHE VERBRAUCHER	97
8.6	BELEUCHTUNGSANLAGE	98
8.7	ELEKTROMAGENTISCHE VERTRÄGLICHKEIT	99
8.8	FUNKGERÄTE UND ANTENNEN	99
8.9	SCHNITTSTELLEN AM FAHRZEUG, AUFBAUVORBEREITUNGEN	100
8.10	ELEKTRONIK	101
8.10.1	<i>Anzeige- und Instrumentierungskonzept</i>	101
8.10.2	<i>Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®</i>	102
8.10.3	<i>Parametrierung der Fahrzeugelektronik</i>	102
9	BREMSEN, LEITUNGEN	103
9.1	ALB, EBS-BREMSE	103
9.2	BREMS- UND DRUCKLUFTLEITUNGEN	104
9.2.1	<i>Grundsätze</i>	104
9.2.2	<i>Steckverbinder, des Systems Voss 232</i>	104
9.2.3	<i>Verlegung und Befestigung von Leitungen</i>	105
9.2.4	<i>Druckluftverlust</i>	108
9.3	ANSCHLUSS VON NEBENVERBRAUCHERN	108
9.4	NACHRÜSTUNG VON RMMV- FREMDEN DAUERBREMSEN	109
10	HYDRAULIK	111
10.1	HYDRAULIKLEITUNGEN	111
10.1.1	<i>Verbindungssystem</i>	111
10.1.2	<i>Rohrleitungen</i>	111
10.1.3	<i>Schlauchleitungen</i>	111
10.1.4	<i>Verlegung und Befestigung von Leitungen</i>	112
10.2	ANSCHLUSS VON AUFBAUTEN	113

10.2.1	Hydraulikinterface	113
10.2.2	Anschlüsse.....	114
11	BERECHNUNGEN	115
11.1	GESCHWINDIGKEIT	115
11.2	WIRKUNGSGRAD	117
11.3	ZUGKRAFT N	118
11.4	STEIGFÄHIGKEIT.....	119
11.4.1	Weg bei Steigung und Gefälle	119
11.4.2	Steigungs- oder Gefällewinkel	119
11.4.3	Berechnung der Steigfähigkeit	120
11.5	DREHMOMENT.....	124
11.6	LEISTUNG	127
11.7	NEBENABTRIEBSDREHZAHLEN AM VERTEILERGETRIEBE	129
11.8	FAHRWIDERSTÄNDE	130
11.9	SPURKREIS/WENDEKREIS	134
11.10	ACHSLASTBERECHNUNG	136
11.10.1	Durchführen der Achslastberechnung.....	136
12	MITGELTENDE UNTERLAGEN.....	139
13	VERZEICHNISSE.....	140
13.1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	140
13.2	REVISIONSVERZEICHNIS.....	141
13.3	TABELLENVERZEICHNIS.....	141
13.4	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	142
14	HAFTUNGSAUSSCHLUSS.....	145

0 VORWORT

In dieser Aufbaurichtlinie werden die freigegeben technischen Änderungen beschrieben, die im Auftrage eines Kunden an den RMMV-Fahrzeugtypen (HX2) durchgeführt werden dürfen um weiterhin die Betriebs- und Verkehrssicherheit sowie die Einhaltung aller Richtlinien und Normen zu gewährleisten. Sie beschreibt Vorgaben und Anforderungen an den Aufbauer hinsichtlich der Aufbauintegration. Sie sind als Basisanforderungen zu sehen. Ergänzend dazu werden militärische Anforderungen an den Aufbau gestellt, die im Einzelfall nachweispflichtig zu erfüllen sind. Diese werden im Kapitel 3 dargestellt.

Alle hier nicht oder nicht ausreichend beschriebenen Sachverhalte, müssen in Absprache mit RMMV, geklärt werden und bedürfen der schriftlichen Festlegung. Dies gilt insbesondere für Abweichungen von Standardanforderungen die den Stand der Technik darstellen oder hier genannt sind.

1 GÜLTIGKEIT UND RECHTLICHE VEREINBARUNGEN

1.1 Gültigkeit

Hersteller der RMMV-Fahrzeugtypen (HX2) ist die Rheinmetall MAN Military Vehicles GmbH (Deutschland) mit einer Fahrgestellnummer anfangend mit „WRV“ als Hersteller Kode.

Die Aussagen in diesen Richtlinien sind für alle militärischen RMMV-Fahrzeugtypen (HX) verbindlich. Ausnahmen müssen - bei technischer Machbarkeit - bei RMMV, schriftlich rückgefragt und genehmigt werden.

Für Aufbauten auf den TG Fahrzeugtypen sind die Aufbaurichtlinien der MTB anzuwenden.

1.2 Voraussetzungen

Das ausführende Unternehmen muss zusätzlich zu diesen Aufbaurichtlinien, alle auf den Betrieb und Aufbau des Fahrzeugs anzuwendenden

- Gesetze, Verordnungen und Zulassungsvorschriften,
- Unfallverhütungsvorschriften,
- Betriebsanleitungen,
- militärischen Vorschriften und Anforderungen, z.B. STANAG`s, MilStd, DefStan,
- spezifischen Kundenanforderungen,

beachten. Normen geben den Stand der Technik wieder. Diese Mindestanforderungen sind einzuhalten. Auskünfte von RMMV auf telefonische Anfragen sind unverbindlich, es sei denn, sie werden schriftlich bestätigt. Anfragen sind an RMMV, zu richten. Angaben beziehen sich auf weltweite Einsatzverhältnisse (Offroad). Daher müssen Maße, Gewichte und andere Basiswerte bei der Aufbauauslegung, Aufbaubefestigung und Hilfsrahmengestaltung diese Einsatzverhältnisse berücksichtigen. Die durchführende Firma **muss** dafür sorgen, dass das Gesamtfahrzeug den zu erwartenden Einsatzverhältnissen standhält.

Für gewisse Aggregate, wie z.B. Ladekräne, Ladebordwände, Seilwinden ect. haben die jeweiligen Hersteller eigene Aufbauvorschriften ausgearbeitet. Sofern sie im Vergleich zu den RMMV-Aufbaurichtlinien weitere Auflagen vorschreiben, sind auch diese einzuhalten.

Hinweise auf

- Gesetze und Zulassungsvorschriften
- Unfallverhütungsvorschriften
- Verordnungen der Berufsgenossenschaften
- Arbeitsvorschriften
- sonstige Richtlinien und Quellenangaben

sind keineswegs vollständig und lediglich als Informationsanregung gedacht. Sie ersetzen nicht die eigene Prüfpflicht des Unternehmens.

Durch den Aufbau und seine Gestaltung sowie durch den Betrieb von Aggregaten mittels Fahrzeugmotor wird der Kraftstoffverbrauch erheblich beeinflusst. Es wird daher erwartet, dass die durchführende Firma ihre Konstruktion so gestaltet, dass ein möglichst niedriger Kraftstoffverbrauch erreicht wird.

1.3 Verantwortung

Die Verantwortung für eine fachgerechte

- Konstruktion
- Produktion
- Montage von Aufbauten

hat immer und in vollem Umfang das Unternehmen, welches den Aufbau herstellt und montiert (Produzentenhaftung). Dies gilt auch dann, wenn RMMV den Aufbau ausdrücklich genehmigt hat oder als Auftraggeber auftritt.

Von RMMV schriftlich genehmigte Aufbauten entbinden den Aufbaushersteller nicht von seiner Produktverantwortung. Erkennt das durchführende Unternehmen bereits im Planungsstadium oder in den Absichten des

- Kunden
- Anwenders
- eigenen Personals
- Fahrzeugherstellers

einen Fehler, so ist der Betroffene auf seinen Fehler aufmerksam zu machen. Das Unternehmen ist dafür verantwortlich, dass die Betriebssicherheit und Verkehrssicherheit nicht gefährdet, die Wartungstätigkeiten weiterhin uneingeschränkt möglich sind und Fahreigenschaften nicht wesentlich verschlechtert werden.

Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit muss sich das Unternehmen bei

- Konstruktion
- Produktion von Aufbauten
- Montage von Aufbauten
- Instruktionen
- Betriebsanleitungen
- Änderung von Fahrgestellen

nach dem neuesten Stand der Technik und nach den anerkannten Regeln des Fachs richten. Erschwerte Einsatzverhältnisse bezogen auf militärische Einsatzgebiete (Offroad) sind zusätzlich zu berücksichtigen.

1.4 Qualitätssicherung

Zur Erfüllung der hohen Qualitätserwartungen unserer Kunden und unter dem Gesichtspunkt der internationalen Produkt-/ Produzentenhaftung ist eine laufende Qualitätsüberwachung auch bei der Durchführung von Umbauten und der Herstellung/Montage von Aufbauten erforderlich. Dies setzt ein funktionierendes Qualitätssicherungssystem voraus.

Der Aufbauhersteller muss der Qualitätssicherungsvereinbarung entsprechendes Qualitätsmanagementsystem vorweisen. Weiters ist die AQAP 2110 in gültiger Version zu berücksichtigen.

Rheinmetall MAN Military Vehicles GmbH behält sich vor, beim Lieferanten ein eigenes Prozessaudit nach VDA 6.3. durchzuführen.

Projektspezifische Qualitätsanforderungen werden mittels Quality Compliance Matrix (QCM) dem Lieferanten vor Projektstart übermittelt und müssen vor Produktionsstart beidseitig vereinbart und bestätigt werden.

Wenn der Aufbauhersteller im Zuge seiner Fertigung schweißt, müssen er und alle seine Unterlieferanten gültig nach DIN EN ISO 3834-2 zertifiziert sein. Bei wehrtechnischen Produkten ist zusätzlich eine Zertifizierung nach DIN 2303 erforderlich. (siehe I-LOG-035). Fertigt der Aufbauhersteller Produkte, die schweißtechnisch im geregelten Bereich liegen, muss er in eigener Verantwortung dafür Sorge tragen, dass dieser und/oder alle seine Unterlieferanten, auf die dies zutrifft, gültig nach den gesetzlich geregelten Vorgaben zertifiziert ist/sind (z.B. Druckgeräte, Kräne,...). Abweichungen dieser Forderungen bedürfen einer schriftlichen Genehmigung einer verantwortlichen Schweißaufsichtsperson der RMMVÖ! Es ist stets nach Letztstand der Technik zu handeln, sofern seitens RMMVÖ keine weiteren Vorgaben zu Einzelthemen bezüglich Schweißen gemacht werden!

RMMV behält sich das Recht vor, jeden Aufbau, sowie die Aufbauintegration nach Fertigstellung und vor Auslieferung einzeln abzunehmen. Eine detaillierte Abnahmeplanung erfolgt unter Berücksichtigung der projektspezifischen QCM-Anforderungen vor Produktionsstart.

1.5 Genehmigung durch RMMV

Militärprojekte, in denen RMMV als Auftraggeber (GU) auftritt, sind grundsätzlich durch die RMMV freizugeben und mit den in dieser Aufbaurichtlinie genannten Unterlagen bei RMMV einzureichen, sowie der Umfang in einem spezifischen Lastenheft geregelt ist. Der Aufbauer/Lieferant muss sich an der von der RMMV vorgegeben COP Prüfungen halten und diese auch durchführen. Auch muss er die erforderliche Nachweise für die Zulassung bei der RMMV einreichen.

Eine RMMV Freigabe für den Aufbau ist nicht erforderlich, sofern die Auflagen der Aufbaurichtlinie eingehalten werden. Ausgenommen sind hier im Rahmen der Aufbauarbeiten Änderungen am RMMV- Fahrgestell. Diese sind grundsätzlich nicht gestattet und bedürfen stets einer Rücksprache sowie einer Genehmigung durch RMMV. Grundsätzlich hat der Aufbauer seine Aufbauten nach diesen Aufbaurichtlinien durchzuführen.

Die Genehmigung durch RMMV bezieht sich

- bei Aufbauten nur auf die grundsätzliche Verträglichkeit mit dem jeweiligen Fahrgestell und den Schnittstellen zum Aufbau (z.B. Dimensionierung und Befestigung des Hilfsrahmens).

Die RMMV Genehmigung welche die, RMMV auf den vorgelegten technischen Unterlagen einträgt, umfasst nicht die Überprüfung der:

- Funktion
- Konstruktion
- Ausstattung des Aufbaus.
- Einhaltung der Fz-Zulassungsvorschriften

Die Einhaltung dieser Aufbaurichtlinien befreit den Aufbauer nicht von seiner Verantwortung für eine technisch einwandfreie Aufbau- oder Änderungsausführung. Der RMMV Genehmigungsvermerk betrifft nur solche Maßnahmen oder Teile, die aus den vorgelegten technischen Unterlagen zu entnehmen sind.

Die RMMV behält sich vor, die Erteilung von Aufbaugenehmigungen abzulehnen, auch wenn früher bereits eine vergleichbare Genehmigung erteilt wurde. Der technische Fortschritt lässt eine Gleichbehandlung nicht ohne weiteres zu. Die RMMV behält sich weiterhin vor, diese Aufbaurichtlinien jederzeit zu ändern oder für einzelne Fahrgestelle von diesen Aufbaurichtlinien abweichende Anleitungen zu erteilen.

Haben mehrere gleiche Fahrgestelle gleiche Aufbauten oder Änderungen, so kann die RMMV zur Vereinfachung eine Sammelgenehmigung erteilen.

1.6 Vorlage der Unterlagen

Bei Militärprojekten sind genehmigungs- und prüffähige technische Unterlagen –auf Verlangen der RMMV vor Beginn der Arbeiten bei RMMV, einzureichen.

Zusätzlich kann im weiteren Projektverlauf ein Prototypen Rohbauaudit erforderlich sein (diese kommt nicht einer Aufbauabnahme seitens RMMV gleich und ersetzt diese nicht).

Folgender Umfang an Unterlagen ist einzureichen:

- zweifache Ausfertigung der Unterlagen,
- möglichst geringe Anzahl der Schriftstücke,

allerdings vollständige technische Angaben und Unterlagen. Folgende Angaben sollen min. enthalten sein:

- Fahrzeugtyp mit
 - Fahrerhausausführung
 - Radstand
 - Rahmenüberhang
- Fahrzeugidentifizierungsnummer oder Fahrzeugnummer (falls bereits vorhanden, siehe 2 Produktkennzeichnung) Kennzeichnung der Abweichungen von diesen Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Übersicht der eingehaltenen Normen und ECE Richtlinien
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
 - Kräfte aus dem Aufbau
- Achslastberechnung

- Wiegeprotokoll RMMV (nach RMMV Vorlage)
- Energiebilanz
- EMV Bewertung
- ADR Bewertung
- integrierte Festigkeitsberechnung Aufbau und Anbindung
- besondere Einsatzbedingungen
- Hilfsrahmen:
 - Werkstoff und Querschnittswerte
 - Maße
 - Profilart
 - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
 - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
 - Querschnittsänderungen
 - zusätzliche Verstärkungen
 - Kröpfungen etc.
 - Anbindung an den Fz Rahmen
- Verbindungsmittel inklusive Toleranzen (Aufbaukonzept)
 - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
 - Art
 - Größe
 - Anzahl.

Nicht prüf- und genehmigungsfähig sind:

- Stücklisten
- Prospekte
- Prüfberichte
- Genehmigungen von Aufbauten werden für unserer Genhmigung benötigt
- CAD Daten
- Fotos (diese dürfen keine sicherheitsrelevanten militärischen Einrichtungen bzw. Gegenstände darstellen)
- Externe technische Dokumentation (Bedienungsanleitung, Wartungsanleitung, Ersatzteil- und Sonderwerkzeuglisten, -kataloge, Reparaturanleitungen sowie Betriebsstoff/Umölanweisungen)
- sonstige unverbindliche Informationen.

Zeichnungen haben ihren Aussagewert nur unter der ihnen zugeteilten Nummer. Es ist deshalb nicht zulässig, in den von RMMV zur Verfügung gestellten Fahrgestellzeichnungen die Aufbauten oder Änderungen einzuzeichnen und zur Genehmigung vorzulegen.

1.7 Haftung

1.7.1 Sachmängelhaftung

Sachmängelhaftung wird im Kaufvertrag geregelt.

1.7.2 Produkthaftung

Es gelten die jeweilige lokalen Gesetzgebungen.

Ändert der Aufbauer Komponenten die im Verantwortungsbereich der RMMV liegen, übernimmt der Aufbauer automatisch die Haftung für diese.

Von der RMMV festgestellte Arbeitsfehler sind zu berichtigen. Soweit dies gesetzlich zulässig ist, wird jede Haftung von der RMMV, insbesondere für Folgeschäden, ausgeschlossen.

Die Produkthaftung regelt

- die Haftung des Herstellers für sein Produkt oder Teilprodukt.

den Ausgleichsanspruch des in Anspruch genommenen Herstellers gegen den Hersteller eines integrierten Teilprodukts, wenn der aufgetretene Schaden auf einem Fehler des Teilproduktes beruht. Das Unternehmen, welches den Aufbau oder die Fahrgestelländerung ausführt, hat RMMV von jeder etwaigen Haftung gegenüber ihrem Kunden oder sonstigen Dritten freizustellen, sofern ein eingetretener Schaden darauf beruht, dass

- das Unternehmen die jeweilig gültigen Aufbaurichtlinien nicht eingehalten hat.
- der Aufbau oder die Fahrgestelländerung durch fehlerhafte Konstruktion, Herstellung, Montage oder Instruktion Schäden verursacht hat.
- in sonstiger Weise den niedergelegten Grundsätzen nicht entsprochen wurde.

1.7.3 Haftungsbeschränkung für Zubehör und Ersatzteile

Die RMMV übernimmt keine Haftung für Ansprüche gleich welcher Art, die ihren Grund in der Kombination des Fahrzeuges mit einem Zubehörteil eines anderen Herstellers haben. Ausgenommen davon ist, wenn die RMMV (beziehungsweise der Verkäufer) das Zubehörteil selbst vertrieben oder an dem Fahrzeug (beziehungsweise dem Vertragsgegenstand) angebracht hat.

Zubehör- und Ersatzteile, die RMMV oder MAN nicht hergestellt oder zur Verwendung in seinen Produkten nicht freigegeben hat, können die Verkehrs- und Betriebssicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen und Gefahrensituationen schaffen.

1.7.4 Betriebs- und Verkehrssicherheit

Um die Betriebs- und Verkehrssicherheit sicherzustellen oder zu gewährleisten sowie Garantieansprüche aufrecht zu erhalten, sind vom Aufbauhersteller die Hinweise in dieser Aufbaurichtlinie genau zu beachten. Für Nichteinhaltung übernimmt RMMV keine Haftung.

Vor Beginn von Auf-, Um- oder Einbauarbeiten muss der Aufbauhersteller auch Kenntnis über die mit seinen Arbeiten zusammenhängenden Kapitel der Betriebsanleitung haben. Gefahren können sonst nicht erkannt und andere Personen können dadurch gefährdet werden.

Für die Zuverlässigkeit, Sicherheit und die Eignung kann RMMV dann nicht haften, wenn

- Aufbauten nicht nach diesen Aufbaurichtlinien gefertigt/aufgebaut werden.
- Originalteile oder freigegebene Teile und Umbauten gegen andere Teile ausgetauscht werden.
- nicht genehmigte Änderungen am Fahrzeug vorgenommen werden.

1.8 Homologierte/Sicherheitsrelevante Fahrzeugkomponenten

Wenn RMMV nicht GU:

Tritt ein Kunde als Abfraggeber auf, wird von der RMMV ein DOC unvollständiges Fahrzeug (Chassis mit Fahrerhaus) ausgestellt. Für den Aufbau muss der Aufbauer die Einhaltung der Vorschriften sicherstellen und dann ein DOC vervollständigtes Fahrzeug ausstellen. Die technisch zulässigen Werte dürfen durch den Aufbau nicht überschritten werden. Bei jeglicher Art von Veränderung an Bauteilen, die mit von der RMMV erstellten Genehmigungen in Verbindung stehen, führt dazu, dass die betroffenen Genehmigungen ihre Gültigkeit verlieren. Der Aufbauer ist, wenn erforderlich, für die erneute Einhaltung aller durch die Veränderung betroffenen Genehmigungen/Zulassung verantwortlich und muss dies ggf. durch eine Prüfung von einer Technischen Dienst oder Behörde nachweisen lassen. Die Gewährleistung seitens RMMV erlischt hierdurch.

1.9 Sicherheit

Genehmigungen durch Dritte, z.B. Prüfstellen oder behördliche Genehmigungen schließen Sicherheitsrisiken nicht aus. Die am Fahrgestell/ Fahrzeug tätigen Unternehmen sind haftbar für Schäden, die auf mangelhafte Funktions- und Betriebssicherheit oder mangelhafte Betriebsanleitungen zurückzuführen sind. RMMV hat eine System Safety Directive für Aufbauer, Lieferanten und Partner veröffentlicht wo die erforderlichen Nachweise beschrieben werden, welche je Aufbau zu erbringen sind. Die Vorgaben der RMMV System Safety Directive sind für die System Safety Nachweisführung einzuhalten und können gegebenenfalls projektspezifisch zwischen Aufbauer und RMMV abgestimmt werden. RMMV verlangt daher vom Aufbauhersteller:

- höchstmögliche Sicherheit entsprechend dem Stand der Technik (z.B. Einhaltung Maschinenrichtlinie und harmonisierte Normen)
- verständliche und ausreichende Betriebsanleitungen mit Hinweisen zu Sonderbetriebszuständen (Wüste, Artic, Waten)
- gut sichtbare und dauerhaft angebrachte Hinweisschilder

- auf Gefahrenpunkte für Bediener und/ oder dritte Personen muss hingewiesen werden
- Einhaltung erforderlicher Schutzmaßnahmen (z.B. Brand- und Explosionsschutz)
- vollständige Angaben zur Toxikologie (z.B. Gefährliche Materialien und Substanzen am Aufbau inkl. REACH Verordnung & RoHS Richtlinie Konformität)
- vollständige Angaben zur Ökologie (Materialzusammensetzungen sowie deren Umweltverträglichkeit und entsprechende Entsorgungskonzepte)
- eine projekt-/aufbauspezifisch erstellte und mit RMMV abgestimmte Sicherheitsdokumentation nach anzuwendenden Verordnungen, Richtlinien, Normen und Standards.

Die Sicherheit hat Vorrang! Alle technischen Möglichkeiten zur Vermeidung von Betriebs- und Funktionsunsicherheiten sind auszunützen. Dies gilt gleichermaßen für die

- aktive Sicherheit = Verhinderung von Unfällen. Hierzu zählen:
 - Fahrsicherheit als Ergebnis der Gesamtfahrzeugkonzeption mit Aufbau
 - Konditionssicherheit als Folge einer möglichst geringen körperlichen Belastung der Insassen durch Schwingungen, Geräusche, klimatische Einflüsse usw.
 - Wahrnehmungssicherheit vor allem die richtige Gestaltung von Beleuchtungseinrichtungen, Warneinrichtungen, ausreichende direkte Sicht, ausreichende indirekte Sicht
 - Bedienungssicherheit, hierzu zählt die optimale Bedienbarkeit aller Einrichtungen, auch die des Aufbaus
- passive Sicherheit = Vermeidung und Verminderung von Unfallfolgen. Hierzu zählen:
 - Äußere Sicherheit wie z.B. Gestaltung des Fahrzeug- und Aufbauaußenbereichs hinsichtlich Deformationsverhalten, Montage von Schutzeinrichtungen
 - Innere Sicherheit, umfasst den Schutz der Insassen von Fahrzeugen, aber auch Kabinen, die von Aufbaufirmen montiert werden.

Klima und Umweltbedingungen haben Auswirkungen auf:

- Betriebssicherheit
- Einsatzbereitschaft
- Betriebsverhalten
- Lebensdauer
- Wirtschaftlichkeit.

Klima- und Umwelteinflüsse sind z.B.:

- Temperatureinflüsse (STANAG 2895)
- Allgemeine Witterungsverhältnisse (Eis, Schnee, Hagel, Regen)
- Feuchtigkeit
- Waten in Salz- und Süßwasser 0,75 (1,5m)

- aggressive Stoffe
- Sand und Staub
- Schlamm
- Kontaminierung
- Strahlung.

Die ausreichende Freigängigkeit aller für einen Bewegungsvorgang dienenden Teile, dazu zählen auch alle Leitungen, muss gewährleistet sein. Die Betriebsanleitungen der RMMV-Lkw geben Auskunft über die Wartungsstellen am Fahrzeug. Unabhängig von der Aufbauart ist in allen Fällen auf eine gute Zugänglichkeit der Wartungsstellen zu achten.

Die Wartung muss ohne Ausbau irgendwelcher Teile ungehindert erfolgen können. Für ausreichende Belüftung und/ oder Kühlung der Aggregate ist zu sorgen.

1.10 Security und Software Updates

In der europäischen Union bzw. der United Nations (UN) gelten seit 7. July 2022 für alle neue typgenehmigte Fahrzeuge und seit 7. July 2024 für alle existierende typgenehmigte Fahrzeuge neue Regelungen für die Zulassung. Diese Regelungen beziehen sich auf die Cyber Security (UN R155), also die Sicherstellung der Betrachtung aller möglichen Cyberrisiken für das Produkt in allen Lebensphasen und Behandlung dieser, sowie die Software Updates (UN R156) für die Sicherstellung einer prozesssicheren Updatefähigkeit der relevanten Produkte. Diese beiden UN Regelungen legen neue Anforderungen an Automotive Cyber Security und Software Update fest. Diese UN Regelungen verlangen dann, dass der Hersteller ein CSMS (Cyber Security Management System) und ein SUMS (Software Update Management System) als Grundlage für eine Fahrzeugsystemgenehmigung zertifiziert hat und dies gegenüber der Zulassungsbehörde oder einem von der Zulassungsbehörde akkreditierten Institut nachweisen kann. Als technische Standards zur Umsetzung dieser Anforderungen dienen jeweils die ISO 21434 für Cyber Security und die ISO 24089 für Software Updates.

Die RMMV verpflichtet jeden Aufbauhersteller, welcher Cyber Security und Software Update relevante Systeme herstellt und vertreibt dazu, den Nachweis für die jeweiligen Management Systeme über ein CSMS und SUMS Zertifikat von einer anerkannten Genehmigungsstelle zu erbringen.

Die Feststellung der Relevanz der jeweiligen Systeme muss hierbei entlang der ISO 21434 nach folgendem Schema erfolgen:

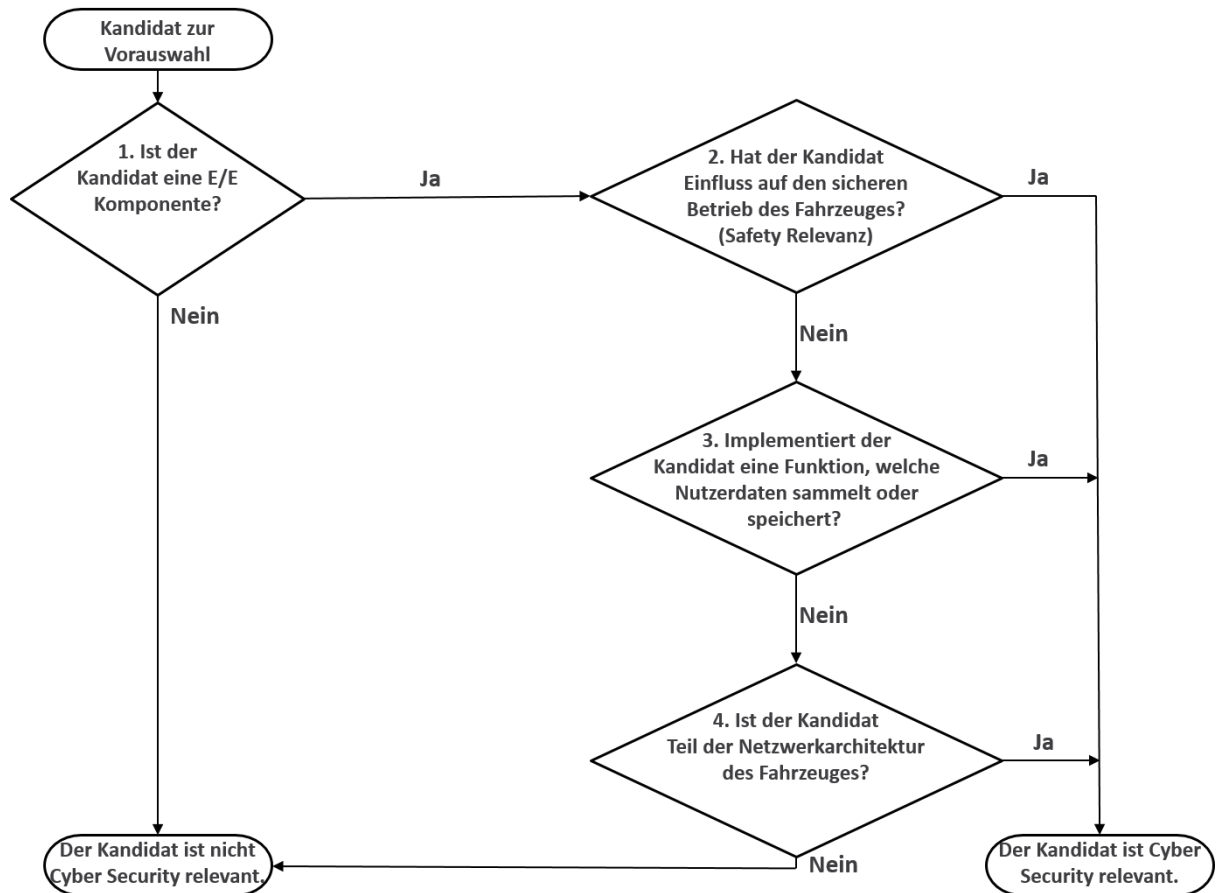


Abbildung 1: Cyber Security Relevanz Decision Tree

Dies hat immer in Abstimmung mit der RMMV Cyber Security zu erfolgen. Sofern der Aufbau oder dessen Komponenten den Regelungen unterliegen, ist der Aufbauhersteller verpflichtet die entsprechenden Systemgenehmigungen zu erwirken. Zusätzlich ist bei der Implementierung des Aufbaus sicherzustellen, dass für den Aufbau eine Identifikation der Cyberrisiken (inkl. Cyberangriffe, Riskassessment) erfolgt ist. Dabei sind auch die potentiellen Auswirkungen auf das Basisfahrzeug und den sicheren Betrieb hinreichend zu berücksichtigen. Ausnahmen für diese Regelung z.B. im Kontext der militärischen Nutzung müssen gemeinsam mit der RMMV abgestimmt und freigegeben werden. Dabei gibt es seitens RMMV folgende Kontaktmöglichkeit für die genannten Themen: vehiclesecurity.rmmv@rheinmetall.com

1.11 Anleitungen von Aufbau- und Umbaufirmen

Der Käufer und Betreiber des Fahrzeugs hat auch für den Aufbau im Zuge der Dokumentationspflicht einen Anspruch auf eine Betriebsanleitung, Ersatzteilliste, eine Einbau- und Serviceanweisung sowie eine Reparaturanweisung (zusammen die externe technische Dokumentation der Aufbau – und Umbaufirmen). Diese sind entweder in deutscher, englischer oder in andere Sprache erforderlich sein.

Ist RMMV GU dann liefert die RMMV gem. gesetzlichen Vorschriften Bedienungsanleitung und Wartungsanleitungen mit. Für diese mitgelieferten externen technischen Dokumentationen, räumt RMMV dem Aufbauhersteller die eingeschränkten nicht ausschließlichen Nutzungsrechte dahingehend ein, dass diese

vervielfältigt, eingebunden und in Format und Sprache geändert werden dürfen. Eine Haftung der RMMV für etwaige Schäden aus der Ausübung dieser Rechte ist ausgeschlossen.

Die Produkthaftung der RMMV bleibt hiervon unberührt.

1.12 Haftungsbeschränkung für Zubehör/Ersatzteile und Ersatzteilversorgung

Zubehör- und Ersatzteile, die MAN oder RMMV nicht hergestellt oder zur Verwendung in seinen Produkten nicht freigegeben hat, können die Verkehrs- und Betriebssicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen und Gefahrensituationen schaffen. Die RMMV übernimmt keine Haftung für Ansprüche gleich welcher Art, die ihren Grund in der Kombination des Fahrzeuges mit einem Zubehörteil eines anderen Herstellers haben, es sei denn, die RMMV (bzw. der Verkäufer) hat das Zubehörteil selbst vertrieben oder an dem Fahrzeug (bzw. dem Vertragsgegenstand) angebracht.

Die Ersatzteilversorgung erfolgt im Sinne der Grundlage, dass das Ersatzteil entweder identisch dem Serienteil sein oder dessen Funktion erfüllen und einbaugleich sein muss.

2 PRODUKTKENNZEICHNUNG

2.1 Fahrzeugbezeichnung, Radformel

Zur eindeutigen und leicht nachvollziehbaren Kennzeichnung der Varianten wurden systematisch neue Fahrzeugbezeichnungen eingeführt. Die Fahrzeugbezeichnung wird in 3 Ebenen verwendet als:

- Türbezeichnung. Nicht durchgängig bei HX2
- Variantenbeschreibung (in den Verkaufs- und technischen Unterlagen (beispielsweise Datenblätter, Fahrgestellzeichnung)
- Typenschlüssel.

Die Variantenbeschreibung für HX2 Fahrzeuge* der HX Produktlinie lauten:

40M=Zweiachser „Allrad“ mit einer Vorderachse und einer Hinterachse, alle angetrieben → 4x4

42M=Dreiachser „Allrad“ mit einer Vorderachse und zwei Hinterachsen, alle angetrieben → 6x6

44M=Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und zwei Hinterachsen, alle angetrieben → 8x8

45M=Fünfachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und drei Hinterachsen, alle angetrieben → 10x10

*) Die Fahrzeuge der HX2 – Varianten sind ausschließlich nur mit diesen Radformeln verfügbar.

2.1.1 Radformel

Die Radformel benennt die Anzahl der Achsen und dient zusätzlich der Kennzeichnung von Antriebs-, Lenk- und Nach-/ Vorlaufachsen. Radformel ist zwar ein geläufiger Begriff, der aber nicht genormt ist. Gezählt werden „Radstellen“ und nicht einzelne Räder, Zwillingsbereifung wird also als einzelnes Rad betrachtet.

Ein Beispiel soll den Begriff Radformel erläutern:

Tabelle 1: Radformel

Radformel	Erklärung
10 x 10-6	
10	Anzahl der Radstellen insgesamt, also 5 Achsen
X 10	Anzahl der angetriebenen Räder
/	Gelenkte Achse vor dem angetriebenen Hinterachsaggregat
-	Gelenkte Achse hinter dem angetriebenen Hinterachsaggregat
6	Anzahl der gelenkten Räder

Die Anzahl der gelenkten Räder wird nur genannt, wenn außer gelenkten Vorderrädern noch gelenkte Vor- oder Nachlaufachsen beteiligt sind. Eine Vorlaufachse läuft „vor“ einem angetriebenen Hinterachsaggregat, eine Nachlaufachse läuft „nach“ dem angetriebenen Hinterachsaggregat, wobei ein Schrägstrich „/“ für eine Vorlaufachse und ein Bindestrich „-“ für eine Nachlaufachse steht. Hat ein Fahrgestell Vor- und Nachlaufachse, wird die Zahl der gelenkten Räder mit Bindestrich „-“ angegeben.

Es gibt derzeit folgende Radformeln ab Werk:

Tabelle 2: HX Radformeln

Radformel	Bezeichnung
4x4*	40M=Zweiachser mit „Allrad“
6x6*	42M=Dreiachser mit Allradantrieb
8x8*	44M=Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und zwei Hinterachsen, alle angetrieben
10x10*	45M=Fünfachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und drei Hinterachsen, alle angetrieben, letzte Achse gelenkt

*) Die Fahrzeuge der HX – Varianten sind ausschließlich nur mit diesen Radformeln verfügbar.

2.2 Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer Grundfahrzeugnummer

Die technische Identifikation des RMMV -Fahrgestells und die Zuordnung zur Baureihe geschieht durch die dreistellige Typnummer auch Variante eines Typs genannt. Sie ist Bestandteil der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer (auch Fahrzeug-Ident.-Nr. FIN, Vehicle Identifier Number VIN) und dort an der 4. bis 6. Stelle zu finden.

Zu Vertriebszwecken wird die Grundfahrzeugnummer (GFZ-Nr.) gebildet, sie enthält an der 2. bis 4. Stelle die Typnummer. Die Fahrzeugnummer ist 7-stellig und beschreibt die technische Ausrüstung des Fahrzeugs, sie enthält die Typnummer an der 1-3. Stelle und anschließend eine 4-stellige Zählnummer. Sie befindet sich in den Fahrzeugpapieren und am Fabrikschild des Fahrzeugs und kann bei allen technischen Anfragen für Um- und Aufbauten anstelle der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer angegeben werden. Die Tabelle 3 bzw. Tabelle 4 zeigt einige Beispiele zu den Begriffen Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer.

Tabelle 3: HX Fahrzeugbezeichnung

Fahrzeugbezeichnung	Variante eines Typs	Fahrzeug-Ident.-Nr.(FIN) Fahrzeugidentifizierungsnummer	GFZ-Nr. Grundfahrzeugnr.	Fahrzeugnummer
40M 20.340 4x4 BB	40M	WMA40MZZ14M000479	HX2-40M	40M004A
42M 28.440 6x6BB	42M	WMA42MZZ94G144924	HX2-42M	42M008A
44M 41.540 8x8 BB	44M	WMA44MZZ75M350354	HX2-44M	44M001A
45M 45.540 10x10 BH	45M	WMA45MZZ86B000523	HX2-45M	45M005A

Es bestehen folgende Typnummern:

Tabelle 4: HX Typnummern

Variante eines Typs	Tonnage	Bezeichnung , xxx steht für verschiedene Motorleistungen
40M (HX2)	19t ungeschützt/ 20t geschützt	40M 20.xxx 4x4 BB
42M (HX2)	28t ungeschützt/ 33t geschützt	42M 28.xxx 6x6 BB
44M (HX2)	38t ungeschützt/ 41t geschützt	44M 41.xxx 8x8 BB
45M (HX2)	50t ungeschützt/ 50t geschützt	45M 45.xxx 10x10 BH
HX77	32t ungeschützt/ 32t geschützt	HX 32.xxx 8x8 BB
HX81	44t ungeschützt/ 45t geschützt	HX 43.xxx 8x8 BB

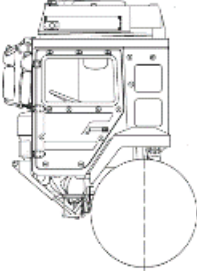
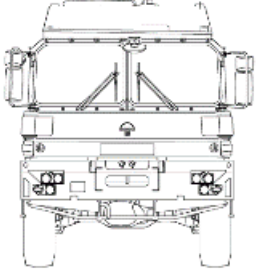
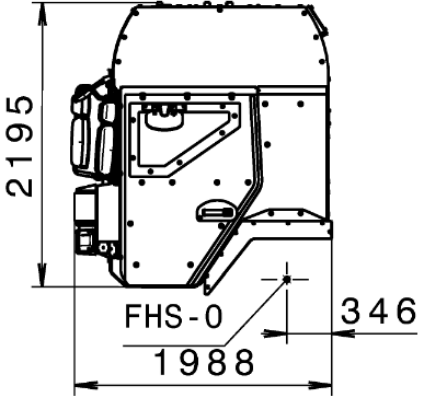

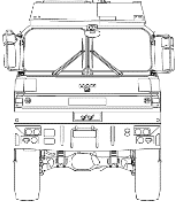
2.3 Verwendung von Markenzeichen

Am Fahrgestell vorhandene Markenzeichen „RHEINMETALL“ dürfen ohne Genehmigung nicht entfernt oder modifiziert werden.

2.4 Fahrerhäuser

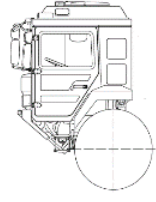
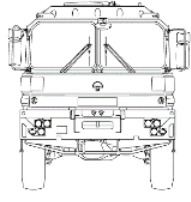
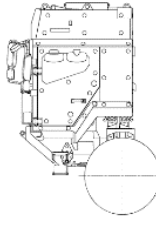
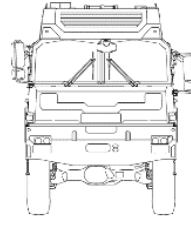
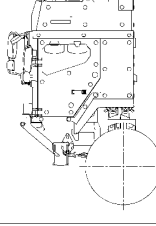
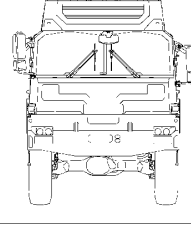
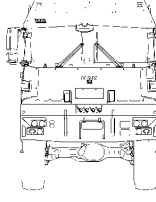
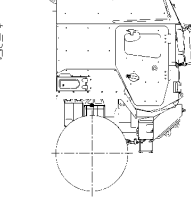
Die militärischen RMMV -Fahrzeugtypen sind mit folgenden Fahrerhäusern ausgestattet:

Tabelle 5: HX Fahrerhäuser

Bezeichnung		Maße*			Ansichten		
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe	Seite	Front	
M1	Linkslenker FX1L90S Rechtslenker FX1R90S (MSR Vorbereitung)	1.807	2.534	2.062			
I1	Linkslenker FX1L90S Rechtslenker FX1R90S	1988	2534	2195			
M2	Linkslenker FX0L93S Rechtslenker FX0R93S	2.221	2.534	2.047			

Hinweis: Online – Dokument. bei Ausdrucken kann keine Aktualität gewährt werden!

Schutzvermerk ISO 16016 beachten.
OBSERVE PROTECTION NOTE ACCORDING TO ISO 16016
Copyright reserved

Bezeichnung		Maße*			Ansichten		
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe	Seite	Front	
M0	Linkslenker FX0L90S Rechtslenker FX0R90S	1.807	2.534	2062			
I1	Linkslenker FX2L90S Rechtslenker FX2R90S	1842	2543	2158			
I2	Linkslenker FX3L90S Rechtslenker FX3R90S	1844	2549	2168			
I3	Linkslenker FX2L93S Rechtslenker FX2R93S	2.275	2.530	2.145			

*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

2.5 Motorvarianten

Bei den Fahrzeugen werden Reihen-Sechszylinder-Dieselmotoren (R6) und ein V8 aus der Motorenfamilien D28 (= 1. - 3. Stelle der Motorbezeichnung) eingebaut. Verbaut sind Ausführungen mit Common-Rail-Einspritzung in den Motorbaureihen D20 Common Rail/ D26 Common Rail, die in EURO V mit gekühlter und mit SCR-Technologie erhältlich sind.

Tabelle 6: HX Motoren/Motorbezeichnungen D08

Fahrzeugbezeichnung	Schadstoffklasse	Leistung [kW]	Motorbauform	Motorbezeichnung
HX xx.340	Euro V	250 KW	R6 Common Rail	D0836LFG51

Tabelle 7: HX Motoren/Motorbezeichnungen D28

Fahrzeugbezeichnung	Schadstoffklasse	Leistung [kW]	Motorbauform	Motorbezeichnung
HX xx.680	Euro V	500 KW	V 8 Common Rail	D2868LF04

Tabelle 8: HX Motoren/Motorbezeichnungen D20/ D26

Fahrzeugbezeichnung	Schadstoffklasse	Leistung [kW]	Motorbauform	Motorbezeichnung	Grundfahrzeugnummer	FIN
HX xx.440	Euro V	324kW	R6 Common Rail	D2066LF44		
HX xx.540	Euro V	397kW	R6 Common Rail	D2676LF08		

3 MILITÄRISCHE ANFORDERUNGEN UND EINSATZBEDINGUNGEN

Tritt RMMV als Auftraggeber auf, werden diese Anforderungen **auftragsbezogen** in einem Lastenheft **von RMMV bekannt gegeben**.

Dazu zählen ohne Anspruch auf Vollständigkeit die **Mindestanforderungen** zu folgenden Themen:

- Strategic Mobility (Anforderungen für Bahn-, Luft- und Seetransport)
- EMV Verträglichkeit
- Korrosionsschutz und Lackierung
- Einsatz- und Schmierstoffe (nach Nato-Norm bzw. Anforderungen zum Klimabereich)
- Klimatischen Anforderungen (Einsatz in Klimazonen A1bis C2 möglich)
- ADR-Tauglichkeit
- Militärische Standards
- Gesetzliche Vorgaben (Landesspezifische Gesetzgebung)
- Watfähigkeit
- Art und Umfang der Dokumentation

Anmerkung: MAN Normen sind über die MTB zu beschaffen, RMMV Normen können über den RMMV Einkauf beschafft werden.

4 ALLGEMEINE TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Nationale und internationale Vorschriften gelten vor technisch/legal zulässigen Maßen und Gewichten, wenn sie die technisch zulässigen Maße und Gewichte einschränken. Aus den technischen Unterlagen (z.B. Fahrgestellzeichnung) zum Fahrgestell/ Sattelzugmaschine können folgende Angaben entnommen werden:

- Maße
- Gewichte
- Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau (minimale und maximale Aufbauhöhe)

Die dort genannten Daten können sich je nach technischem Lieferumfang des Fahrzeugs ändern. Maßgebend ist der tatsächliche Bau- und Lieferzustand des Fahrzeugs. Dabei ist die mitgeführte Ausrüstung zwingend zu berücksichtigen.

Um optimale Nutzlastverhältnisse zu erzielen ist eine Verwiegung des angelieferten Fahrgestells vor Aufbaubeginn erforderlich. Durch Nachrechnung muss die günstigste Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau und die optimale Aufbauhöhe ermittelt werden. Bedingt durch Bauteiltoleranzen sind Gewichtsabweichungen von $\pm 5\%$ laut DIN 70020 zulässig.

Abweichungen von der serienmäßigen Ausstattung machen sich maßlich und gewichtsmäßig bemerkbar.

Abweichungen von den zulässigen Maßen- und Gewichten sind durch eine geänderte Ausstattung nicht möglich.

Bei jedem Aufbaufall ist zu beachten, dass

- die zulässigen Achslasten in keinem Fall überschritten werden
- die zulässige Gesamtmasse in keinem Fall überschritten wird
- das zulässige Zuggesamtgewicht in keinem Fall überschritten wird
- eine ausreichende Mindestvorderachslast erreicht wird
- eine einseitige Schwerpunktlage und Belastung nicht zustande kommen darf
- die zulässige Überhanglänge (Fahrzeugüberhang) nicht überschritten wird.
- Sofern im Zuge einer Aufbauintegration Änderungen im Fahrerhaus (zB Zusatzausstattung, Bedienelemente, ...) ist auch die Einhaltung des zusätzlichen Fahrerhausgewichtes zu beachten (speziell auch für den Fall, dass die Kabine aufgeklippt werden muss)

4.1 Achsüberlastung, einseitige Beladung

4.1.1 Zulässige Achslasten und Achsüberlastung

Als zulässige Achslast bezeichnet man die Gesamtlast einer Achse oder Achsgruppe, die nicht überschritten werden darf.

Es wird unterschieden zwischen:

- technisch zulässiger Achslast
- national zulässiger Achslast

Die technisch zulässige Achslast einer Achse oder Achsgruppe wird beschränkt durch Eigenschaften, Beschaffenheit und Auslegung der Achskomponenten (z.B. Achsen, Federn, Felgen, Reifen).

Die national zulässige Achslast einer Achse oder Achsgruppe hängt von länderspezifischen Gesetzgebungen und Zulassungskriterien ab.

Nationale Achslagen können mit entsprechenden Ausnahmegenehmigungen überschritten werden, es ist jedoch nicht zulässig die technisch zulässigen Achslasten zu überschreiten.

Unter **Achsüberlastung** ist sowohl die Überschreitung von national zulässigen Achslasten als auch der technisch zulässigen Achslasten zu verstehen.

Achsüberlastungen können entstehen durch:

- front- oder hecklastige Beladung
- Überladung
- falsche Auslegung von Fahrzeug oder Aufbau

Achsüberlastungen sind in jedem Beladungszustand (auch bei front- oder hecklastigen Teilbeladungen) unbedingt zu vermeiden, da sonst schwerwiegende Schäden am Fahrzeug und an den Fahrzeugkomponenten entstehen können.

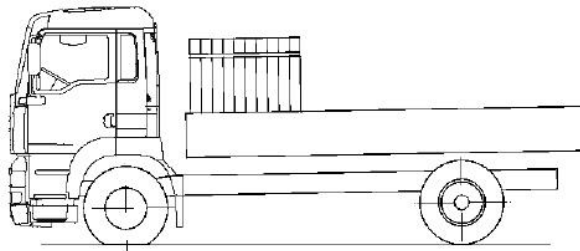


Abbildung 2: Überlastung der Vorderachse

4.1.2 Radlastdifferenz

Die Radlastdifferenz beschreibt die unterschiedliche Belastung des linken und rechten Rades bzw. Radsatzes einer Achse bzw. einer Achsgruppe. Durch unterschiedliche Belastung kann es zu einem Schiefstand gegenüber der Fahrbahn kommen. In Verbindung mit einem seitlich verschobenen Schwerpunkt kann dies zu negativen Fahreigenschaften führen. Des Weiteren kann es dadurch zu einem einseitigen Reifenverschleiß kommen.

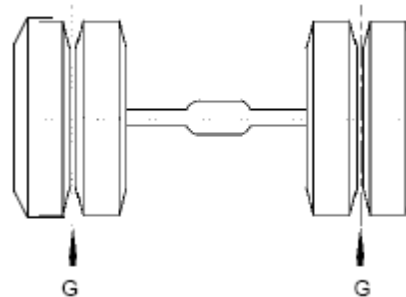


Abbildung 3: Radlastdifferenz

Aufbauer und Betreiber haben dafür zu sorgen, dass die Radlastdifferenz in allen Betriebszuständen (be- als auch entladen) möglichst gering ist. In der Aufbauprojektierung dürfen einseitige Radlasten nicht vorkommen.

Sollte eine ungleiche Lastverteilung durch den Aufbau unumgänglich sein, so kann zum Beispiel durch Versetzen von Aggregaten wie zum Beispiel Tank oder Batteriekasten, aber auch durch entsprechende Verstaueungskonzepte des Kundenequipments entgegengewirkt werden. Ist ein versetzen von Komponenten des Fahrgestells notwendig, so ist die mit RMMV im Vorfeld abzustimmen.

Maximal darf die Radlastdifferenz 10% der tatsächlichen (1) Achslast, jedoch 5 % der zulässigen (2) Achslast nicht überschreiten. Ausschlaggebend ist der **kleinere** Wert (siehe rote Linie im nachstehenden Bild).

Zudem ist die zulässige Tragfähigkeit der Reifen-Felgen-Kombination zu prüfen. Hierzu geben die technischen Handbücher der Reifen- und Felgenhersteller entsprechende Informationen.

Zur Ermittlung der maximal zulässigen Radlastdifferenz pro Achse bzw. Achsgruppe kann wie folgt vorgegangen werden.

Schritt 1: Berechnung des Grenzwertes der Achslast = · zulässige Achslast

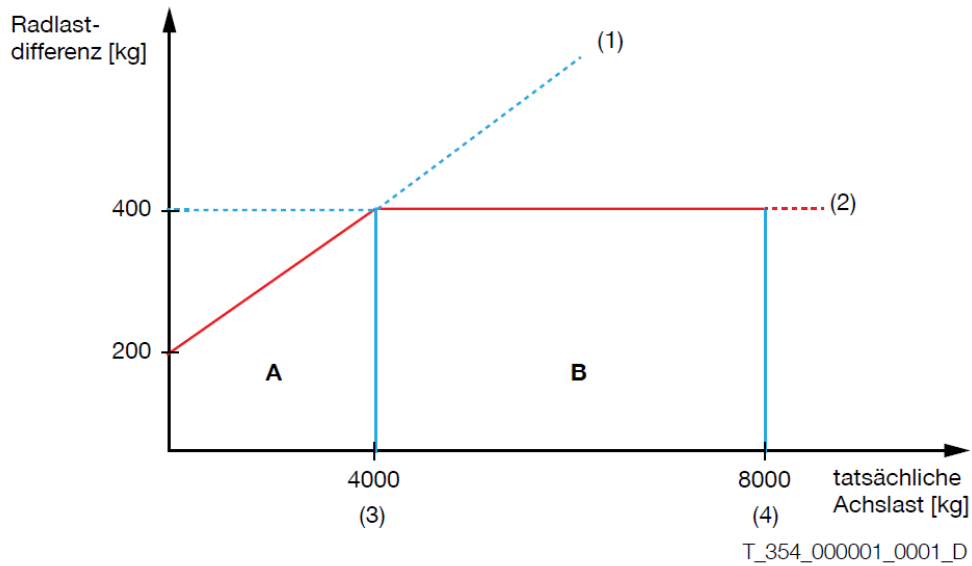
Schritt 2: Bestimmung des gültigen Bereichs: Bereich A \leq Grenzwert
Bereich B $>$ Grenzwert

Schritt 3: Berechnung der zulässigen Radlastdifferenz
Liegt die tatsächliche Achslast im Bereich A gilt:
- zulässige Radlastdifferenz = 0,1 x tatsächliche Achslast

Liegt die tatsächliche Achslast im Bereich B gilt:
- zulässige Radlastdifferenz = 0,05 x zulässige Achslast

Schritt 4: Prüfen der zulässigen Radlasten

Im folgenden wird ein Beispiel zur Prüfung der zulässigen Radlasten gezeigt.



- | | | | |
|----|--|----|-----------------------------|
| 1) | 10 % der tatsächlichen Achslast | 2) | 5 % der zulässigen Achslast |
| 3) | Grenzwert zwischen Bereich A und Bereich B | 4) | zulässige Achslast |

Abbildung 4: Darstellung der zul. Radlastdifferenz

Beispiel:

Achsdaten: tatsächliche Gewichte:

- Entladen: 3000 kg; (bei gleicher Verteilung 1500 kg je Rad)
- Beladen: 7800 kg; (bei gleicher Verteilung 3900 kg je Rad)

Zulässige Achslast: 8000 kg

Reifen: 315/80R22,5 mit Lastindex 156

Schritt 1: Berechnung des Grenzwertes der Achslast

Grenzwert = 5 (%) / 10 (%) x 8000 kg = 4000 kg

Schritt 2: Bestimmung des gültigen Bereichs

- Entladen: < Grenzwert (3000 kg < 4000 kg) -> Bereich A
- Beladen: > Grenzwert (7800 kg > 4000 kg) -> Bereich B

Schritt 3: Berechnung der zulässigen Radlastdifferenz

- Entladen: $0,1 \times 3000 \text{ kg} = 300 \text{ kg}$ ($\pm 150 \text{ kg}$ pro Rad)
Damit sind auf einer Seite 1350 kg zulässig und auf der anderen Seite 1650 kg zulässig.
- Beladen: $0,05 \times 8000 \text{ kg} = 400 \text{ kg}$ ($\pm 200 \text{ kg}$ pro Rad)
Damit sind auf einer Seite 4100 kg zulässig und auf der anderen Seite 3700 kg zulässig.

Schritt 4: Prüfen der zulässigen Radlasten

Lastindex 156 gibt die zulässige Reifentragfähigkeit mit 4000 kg an.

In diesem Beispiel, begrenzt somit die Reifentragfähigkeit die mögliche Radlastdifferenz im beladenen Zustand auf 200 kg (± 100 kg pro Rad).

4.1.3 Mindestvorderachslast

Zur Erhaltung der Lenk- und Bremsfähigkeit muss in jedem Beladungszustand des Fahrzeugs die Vorderachse eine vorgegebene Mindestbelastung gemäß Tabelle 9 aufweisen.

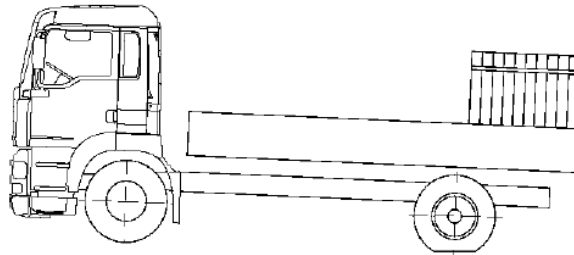


Abbildung 5: Mindestbelastung der Vorderachse -ESC-051

Tabelle 9: Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand

Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts SDAH = Starrdeichselanhänger ZAA = Zentralachsanhänger GG = Gesamtgewicht (Fahrzeug/Anhänger)					
Achszahl	Radformel	ohne SDAH /ZAA	mit SDAH /ZAA GG \leq 18t	Tridem SDAH /ZAA GG $>$ 18t	sonstige Hecklast z.B. Kran
Zweiachser	4x4	25%	25%	30%	30%
mehr als 2 Achsen	6x6, 8x8, 10x10	20%*	25%*	30%*	25%

Bei mehr als einer Vorderachse versteht sich der %-Wert als Summe der Vorderachslasten.
Bei Betrieb mit SDAH / ZAA + weiteren Hecklasten (z.B. Ladebordwand, Kran) gilt der höhere Wert *) = -2% bei gelenkten Vor-/Nachlaufachsen

Die Werte gelten einschließlich etwaiger zusätzlicher Hecklasten wie etwa:

- Stützlasten durch Zentralachsanhänger
- Ladekran am Fahrzeugheck
- Ladebordwände.

Sonderfall: Abweichende Lastverteilungen sind in Absprache mit RMMV möglich, dabei sind jedoch System spezifische Vorgaben z.B. die durch RMMV erstellte Load Speed Matrix zu beachten.

4.1.4 Achslastberechnung und Wiegevorgang

Für die richtige Aufbauauslegung sowie der Vermeidung der Überschreitung der zulässigen Achslasten und des Gesamtfahrzeuggewichts, ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich. Die optimale Abstimmung des Aufbaus auf den Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird, und die gewogenen Gewichte in einer Achslastberechnung berücksichtigt werden. Das Fahrzeug ist nach dem Aufbau erneut zu wiegen, um die Einhaltung der zulässigen Achslasten bzw. des Gesamtgewichtes zu überprüfen. Für die Wiegung vor und nach den Aufbau ist das von der RMMV erstellte Wiegeprotokoll zu verwenden und entsprechend zu übermitteln (siehe auch Kapitel 0.).

Die angegebenen Gewichte in den Verkaufsunterlagen berücksichtigen nur den Serienzustand eines Fahrzeuges, Bautoleranzen können auftreten.

Das Fahrzeug ist zu verwiegen in fahrbereitem Zustand (MRO):

- mit Fahrer (75Kg)
- mit 90% befüllten Kraftstoffbehälter
- mit gelöster Feststellbremse, Fahrzeug mit Unterlegkeilen sichern
- bei Luftfederung / hydropneumatischem Fahrwerk Fahrzeug in normale Fahrstellung anheben
- Anfahrhilfen nicht betätigen
- auf ebenem Untergrund

Bei der Verwiegung des Fahrzeuges wird empfohlen, pro Rad eine Radlastwaage mit gleicher Höhe zu verwenden (die Räder müssen auf einer horizontalen Ebene stehen) um alle Räder und somit auch Achslasten eines Fahrzeuges gleichzeitig ermitteln zu können.

Alternativ kann können auch Wiegeplattformen für die Vorder- und Hinterachsen verwendet, wobei auch hier auf gleiche Höhe der Wiegeplattformen zu achten ist.

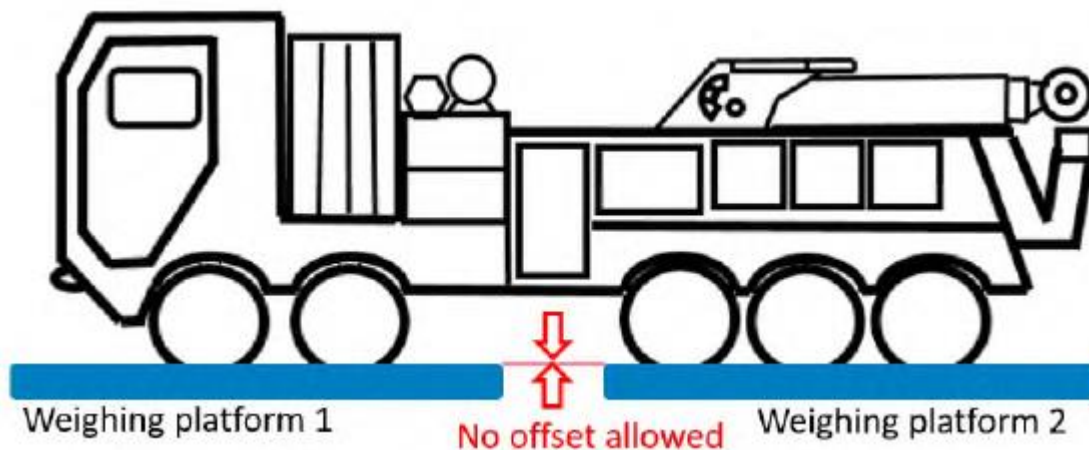


Abbildung 6: Verwiegen mittels Wiegeplattform

Hinweis: wird nur das Fahrzeug nur achsweise verwogen so führt das häufig zu ungenauen Ergebnissen (da eine Einfederbewegung der jeweiligen Achse die Achslast erhöht und somit das Ergebnis verfälscht), daher ist ein solches Wiegeverfahren nicht zulässig.

4.2 Räder, Abrollumfang(Abrollumfang), Fahrwerk (Ketten, Freigängigkeit, ..)

Unterschiedliche Reifengrößen zwischen Vorder- und Hinterachse(n) sind bei Allradfahrzeugen nur dann möglich, wenn die Abrollumfangsdifferenz der verwendeten Reifengrößen **nicht mehr als 2%** (Neubereifung) beträgt. Die Hinweise im Kapitel 6 ‚Aufbau‘ in Bezug auf Gleitschutzketten, Tragfähigkeit und Freigängigkeit sind zu beachten.

4.3 Zulässige Überhanglänge

Unter der Überhanglänge ist das Maß von Mitte der letzten Hinterachse bis zum Fahrzeugende (einschließlich Aufbau) zu verstehen.

Die zulässige Überhanglänge ergibt sich durch die maximalen Achslasten bzw. der minimalen Vorderachslast, daher ist für die Ermittlung der maximalen Überhanglänge eine Achslastberechnung zwingend erforderlich.

Es wird darauf hingewiesen, dass zu große Überhanglängen die Geländeeigenschaften negativ beeinflussen, wobei in erster Linie der hintere Überhangwinkel beachtet werden muss.

Aus Festigkeitsgründen gilt als Grenzwert für die **zulässige Überhanglänge 2.200 mm**. Wenn Abweichungen notwendig sind ist Rücksprache mit RMMV zu halten.

Zudem wird durch die Überhanglänge das Ausschermmaß des Fahrzeughecks bei einer Kreisfahrt maßgeblich beeinflusst. Bei der Planung des Aufbaues sind die nationalen Zulassungsbedingungen zu beachten.

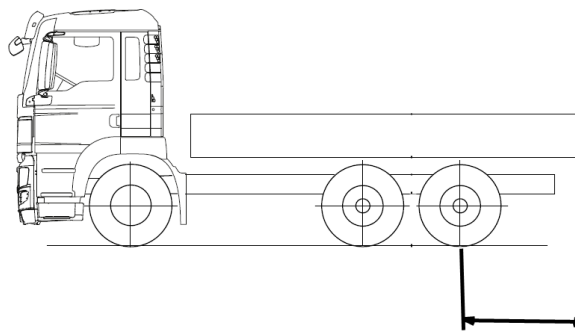
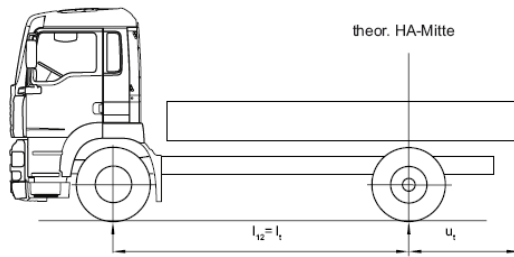


Abbildung 7: hinterer Überhang

4.4 Theoretischer Radstand, theoretische Achsmitte

Der theoretische Radstand ist eine Hilfsgröße zur Ermittlung der Schwerpunktlage und der Achslasten. Die Definition erfolgt in den folgenden Bildern.



Formel 1: Theoretischer Radstand Zweiachser

$$I_t = I_{12}$$

Abbildung 8: Theoretischer Radstand Zweiachser

Formel 2: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$I_t = I_{12} + 0,5 \times I_{23}$$

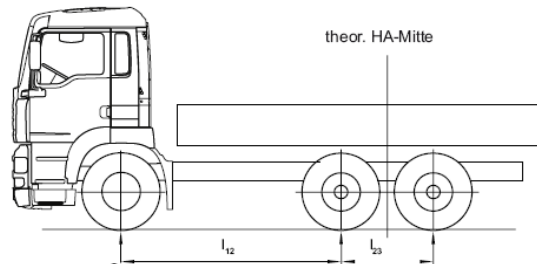


Abbildung 9: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

Formel 3: Theoretischer Radstand Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen

$$I_t = 0,5 \times I_{12} + I_{23} + 0,5 \times I_{34}$$

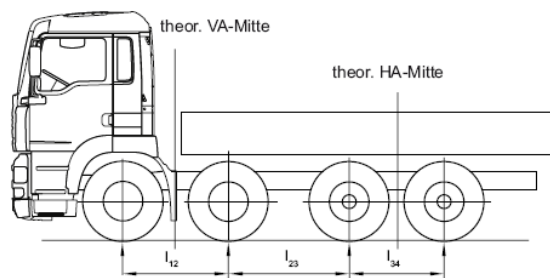


Abbildung 10: Theoretischer Radstand Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen mit jeweils gleichen Vorder- und Hinterachslasten

Formel 4: Theoretischer Radstand Fünffachser mit zwei Vorder- und drei Hinterachsen mit jeweils gleichen Vorder- und Hinterachslasten

$$I_t = 0,5 \times I_{12} + I_{23} + \frac{2}{3} \times I_{34} + \frac{1}{3} \times I_{45}$$

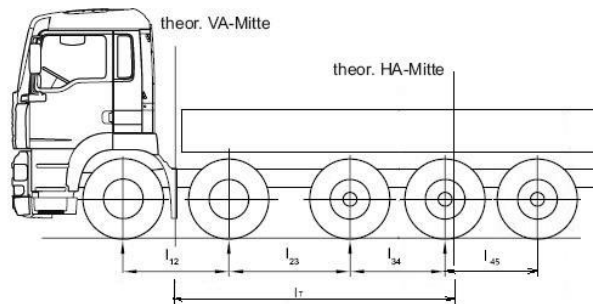


Abbildung 11: Theoretischer Radstand Fünffachser mit zwei Vorder- und drei Hinterachsen mit jeweils gleichen Vorder- und Hinterachslasten

4.5 Überprüfung zulässiges Fahrgewicht

Das Zulässige FHS Gewicht und der damit einhergehende FHS Schwerpunkt haben signifikante Auswirkungen auf das Chassis.

Die Erstellung einer FHS Gewichtsbilanz (ähnlich der Chassis-Gewichtsbilanz) um die damit einhergehenden Auswirkungen zu bewerten, ist dafür unerlässlich, sofern Änderungen an der Einrüstung im Fahrerhaus durchgeführt werden.

Daten zu zulässigen Fahrerhausgewichten sind projektspezifisch von RMMV zu erfragen.

Dabei muss folgendes geprüft werden:

1. FHS überkippen (ist nicht zulässig)
 - a. Belastung Chassis als auch FHS ggf. zu hoch (sicherheitsrelevant)
 - b. Erprobte FHS Bewegung -> Gefahr für umstehende Personen
2. Überlastung Festigkeit Kippsystem
 - a. Liegt die auftretende Belastung (kombination aus FHS Gewicht und Schwerpunkt) ungünstig, ist eine Überlastung des Kippsystems möglich (sicherheitsrelevant)
3. Auswirkung Fahrdynamik
 - a. Ist das FHS Gewicht in Kombination mit seinem Schwerpunkt zu hoch, kann dies zu einem schlechten Wankverhalten des Fahrzeuges führen
4. Auswirkung Komfort
 - a. Ist das FHS vorne oder hinten zu hoch belastet, bedeutet dies aufgrund reduzierter Federwege, deutlich Komforteinbußen

4.6 Kontroll-/Einstellarbeiten nach der Aufbaumontage

Bei den Fahrzeugen **nicht** kontrollieren/ einstellen:

- Tachograph ‚MTCO‘, da bereits ab Werk kalibriert. (mit Bereifung von RMMV geliefert)
- digitaler Tachograph ‚DTCO‘, ebenfalls ab Werk kalibriert. (mit Bereifung von RMMV geliefert)

Nach EU-Richtlinie ist aber von einer prüfberechtigten Person das amtliche Kennzeichen einzutragen (ist bei Auslieferung ab RMMV -Werk in der Regel noch nicht zugeteilt). Kontroll-/ Einstellarbeiten, die vom Aufbauerhersteller nach erfolgter Aufbaumontage vorgenommen werden müssen:

- Scheinwerfergrundeinstellung ist erneut durchzuführen.
- Batterieladung nach Ladekalender prüfen, Batterieladekarte abzeichnen, siehe 8 Elektrik, Elektronik, Leitungen
- ggf. Unterfahrschutz hinten auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen, siehe 5.13 Rahmenanbauteile (Unterfahrschutz)und ggf. einstellen.)
- (ggf. Seitliche Schutzvorrichtung auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen und ggf. einstellen.)
- Lenkwinkелеinstellung bzw. Lenkeinschlag (Spreizung, Spur) aufgrund der veränderten Fahrzeuggeometrie überprüfen
- Einstellung Reifendruckregelanlage
- Reifendrucke

HINWEIS auf Maßnahmen zum Erhalt der Sachmängelhaftung incl. aller Regularien: Um den Anspruch der Sachmängelhaftung zu erhalten, sind für Fahrzeuge vor der Zulassung aber nach Fertigstellung durch die Produktion der RMMV materialerhaltende Maßnahmen durchzuführen. Die Regularien hierzu können dem RMMV Customer Service Log in der aktuellen Version entnommen werden . Dieser Vorgang kann über den RMMV Service angefragt werden.

5 FAHRGESTELLE

Um das vom Kunden gewünschte Produkt darstellen zu können sind u.U. zusätzliche Komponenten ein- oder anzubauen. Änderungen am Fahrgestellrahmen der RMMV-Fahrzeugtypen HX sind grundsätzlich nicht zulässig. Sollte eine Änderung im Ausnahmefall notwendig sein, ist dies vorab der RMMV zur Prüfung vorzulegen.

Wegen der Baugleichheit und Wartung empfehlen wir die Verwendung von Original-MAN/RMMV - Komponenten, sofern dies mit der konstruktiven Auslegung vereinbar ist. Um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten, empfehlen wir die Verwendung von solchen Komponenten, die gleiche Wartungsintervalle aufweisen wie das RMMV-Fahrgestell. Alle sicherheitsrelevanten Komponenten der Rad-/ Achsführungen, der Lenkung und der Bremsen **dürfen nicht** modifiziert werden. Vorhandene Stabilisatoren nicht entfernen oder modifizieren.

Der Ein- oder Umbau von Komponenten bedingt oft Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS). Notwendige Änderungen bzw. Erweiterungen der Fahrzeugprogrammierung sind in diesen Richtlinien beim jeweiligen Thema angegeben.

Diese Änderungen können nur mit Hilfe der Elektronikspezialisten der MAN/RMMV-Servicestellen und der Freigabe der Programme durch RMMV erfolgen. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausrüstung gerechnet werden.

5.1 Rahmenwerkstoff

Bei genehmigten Änderungen durch RMMV an Längs- und Querträgern des Fahrgestells ist ausschließlich die Verwendung des Original-Rahmenwerkstoffs S500MC (QStE 500TM) zugelassen.

Tabelle 10: Stahlwerkstoffe für HX-Rahmen

Werkstoffnummer	alte Werkstoffbezeichnung	Norm alt	$\sigma_{0,2}$ N/mm ²	σ_B N/mm ²	neue Werkstoffbezeichnung	Norm neu	Profilnummern nach Tabelle 15
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	32

Für Hilfsrahmenlängs- und -querträger sind Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ N/mm}^2$ zu verwenden, weitere Angaben zu Hilfsrahmen siehe Kapitel 7.3.

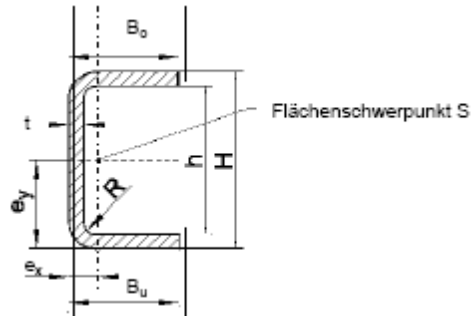


Abbildung 12: Profildaten der Rahmenlängsträger

Tabelle 11: Profildaten der Rahmenlängsträger für HX Fahrzeuge

Nr	H mm	h mm	B _o mm	B _u mm	t mm	R mm	G kg/m	$\sigma_{0,2}$ N/m ²	σ_B N/m ²	A Mm ²	e _x mm	e _y mm	I _x cm ⁴	W _{x1} cm ³	W _{x2} cm ³	I _y cm ⁴	W _{y1} cm ³	W _{y2} cm ³
32	270	251	85	85	9,5	10	30	500	550.. 700	3.87 9	21	135	3.77 9	280	280	232	110	36
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480.. 620	2.34 1	17	110	1.52 6	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480.. 620	2.65 6	17	110	1.71 2	156	156	108	64	20
42	270	254	85	85	8	10	26	500	480.. 620	3.29 6	20	135	3.25 5	241	241	201	101	31

Welches Rahmenlängsträgerprofil verwendet wird, beschreibt aktuell und verbindlich:

- die Fahrgestellzeichnung
- das technische Datenblatt

des jeweiligen Fahrzeugs, siehe „RMMV-technische Daten“ im Bereich ‚Fahrgestelle‘.

5.2 Korrosionsschutz

Siehe Kapitel 7.2 Korrosionsschutz und Militärlacksystem

5.3 Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen

Verbindungen von Rahmenteilen und Rahmenanbauteilen (z.B. Knotenbleche mit Querträger, Schubleche, Brückenwinkel, Tankhalter, etc.) sind serienmäßig als Niet- oder Schraubverbindungen ausgeführt.

Bohrungen am HX-Rahmen haben sich nach den folgend dargestellten Bestimmungen zu richten:

Für Verbindungen am HX-Rahmen sind die im Rahmensteg vorhandenen Bohrungen zu verwenden. Das Lochraster erstreckt sich in Teilen über den gesamten Rahmenlängsträger. Die Bohrungs- und Randabstände sind auf Abbildung 14 dargestellt. Grundsätzlich sollten alle nicht benutzten Bohrungen am Rahmen mit Schrauben verschlossen werden. Passen vorhandene Bohrungen nicht, um eine Verbindung auszuführen, ist es möglich, unter Beachtung von Abbildung 14, nachträglich Bohrungen im Steg des Längsträgers zu erzeugen. Zuvor sollten jedoch alle Möglichkeiten, wie die Änderung des Lochbilds des Knotenblechs/Schublechs in Betracht gezogen werden. Sollte es nicht anders möglich sein, als dass andere Bohrungen dafür zugeschweisst werden müssen (unter Beachtung der nach Abbildung 17 einzuhaltenden Mindestabstände), sollte dies im Bewusstsein geschehen, dass der Rahmen an diesen Stellen nicht mehr die gleichen Materialeigenschaften aufweisen wird. Rahmenbohrungen sind auf ganzer nutzbarer Rahmenlänge (im Rahmensteg) möglich. Innenliegende Bauteile (z.B. elektrische Leitungen, Druckluftleitungen) dürfen durch das Bohren nicht beschädigt werden. Nach dem Bohren sind alle Bohrungen zu entgraten und die Bohrspäne zu entfernen. Zudem ist an nachträglich angefertigten Bohrungen für einen ausreichenden Korrosionsschutz zu sorgen (siehe 7.2).

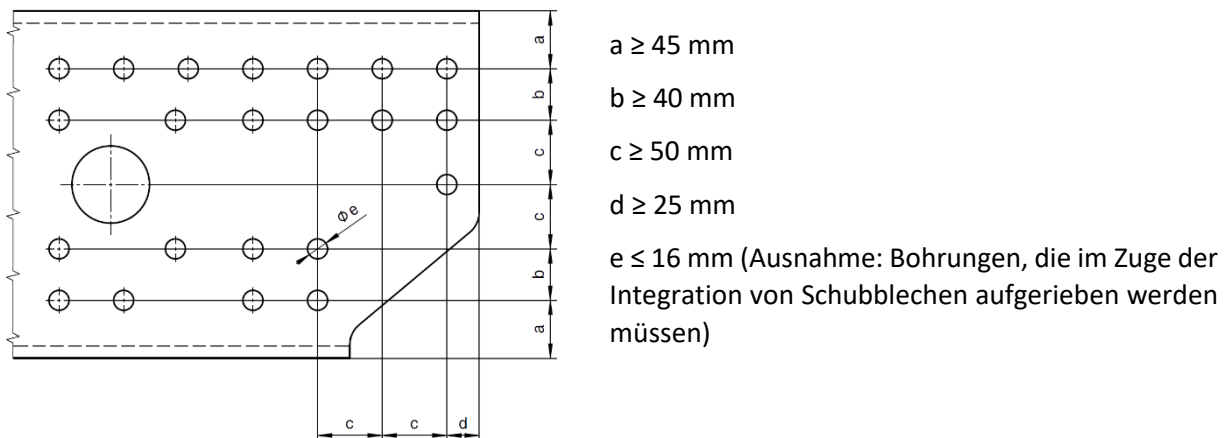


Abbildung 13: Bohrungsabstände

In die Flansche der Rahmenlängsträgerprofile, also in die **Ober- und Untergurte**, darf **nicht gebohrt werden** (siehe Abbildung 14). Eine Ausnahme zur Bohrung in Ober- und Untergurte, gibt es ausschließlich am hinteren Rahmenende nach dem Schlussquerträger, jedoch nur wenn keine Bergeösen vorhanden sind, oder dem letzten Querträger (falls kein Schlussquerträger vorhanden) (siehe Abbildung 14: Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt

Diesbezüglich ist zusätzlich die Anwendung von Schublechen in dem Bereich erforderlich. Des Weiteren sind vorhandene, für Aufbauten nichtverwendete Löcher im Ober- und Untergurt dennoch durch Verschrauben von Rahmen und Hilfsrahmen zu belegen.

Hinweis: Der HX-Rahmen ist standardmäßig mit Schlussquerträger und Bergeösen ausgestattet – die genannten Ausnahmen treffen somit nur auf Sonderausführungen zu und sind mit RMMV grundsätzlich abzustimmen.

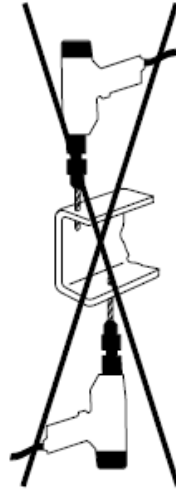
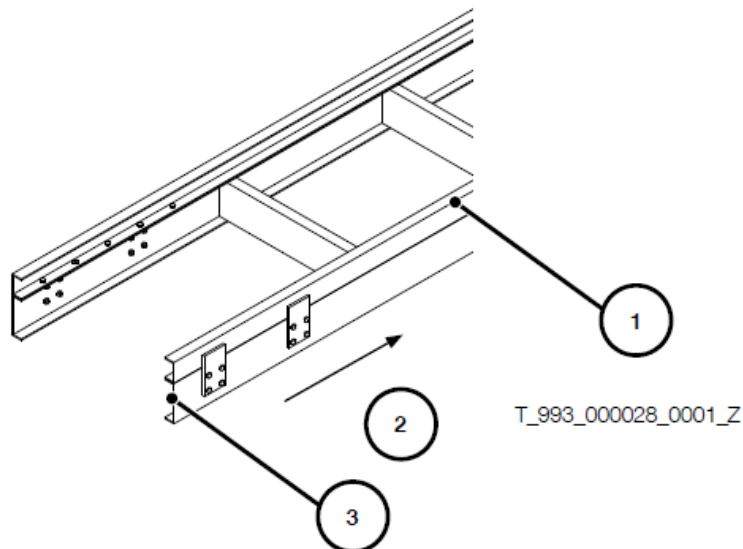


Abbildung 14: Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt



- 1) Hilfsrahmen
- 2) Fahrtrichtung
- 3) Rahmenende (Fahrzeug)

Abbildung 15: Bohrungen am Rahmenende

Werden ab Werk vorhandene Verschraubungen verändert, muss eine gleichwertige Verschraubung nach Herstellervorgaben gemäß MAN-Norm M3059 (Bezug siehe www.ptd.man.eu) wiederhergestellt werden. Dazu müssen die Verschraubungen in folgenden Punkten übereinstimmen:

- Anzahl und Position der Verschraubungen (z.B. an Querträgeranbindungen)

- Festigkeitsklasse (z.B. Rippsschraube 10.9, Rippmutter 10)
- Schrauben-/Muttertyp (Rippschrauben/-muttern)
- Gewindenenmaß (z.B. M14 x 1,5)

Die Anziehdrehmomente sind gemäß MAN-Norm M3059-1 anzuwenden. Dafür müssen die Gesamtreibungszahlen der Schrauben und Muttern zwischen $\mu_{ges} = 0,09$ bis $0,15$ liegen.

RMMV empfiehlt die Verwendung von Rippschrauben/ -muttern nach den MAN Normen M7.012.04/M7.112.40.

Viele Verbindungen von Rahmenteilen und Anbauteilen am Rahmen (z.B. Knotenbleche mit Querträger, Schubleche, Brückenwinkel) sind in der Serie genietet. Werden an diesen Teilen nachträglich Veränderungen vorgenommen, so sind Schraubverbindungen gemäß der oben genannten Punkte zulässig.

Bei Wiedermontage von Ripp-Schrauben sind an der Anzugsseite neue Schrauben bzw. Muttern zu verwenden.

Die Anzugsseite ist durch leichte Spuren an den Rippen im Schrauben- bzw. Mutternflansch zu erkennen (siehe Abbildung 16).

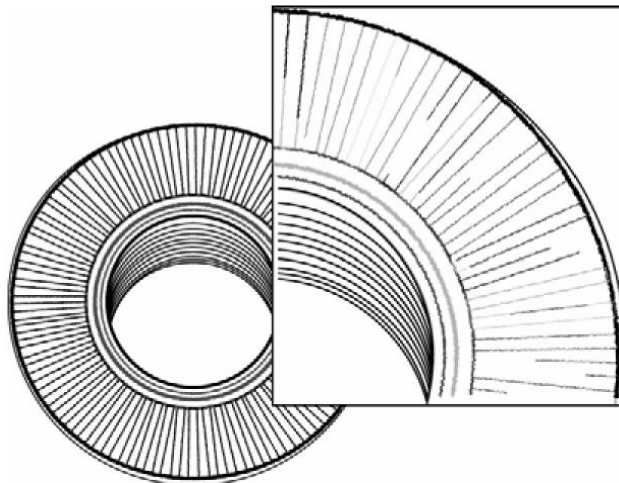


Abbildung 16: Spurenbild in den Rippen auf der Anzugsseite

Alternativ ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM, Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben möglich. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen. Prinzipiell zulässig sind auch Flanschschrauben. RMMV weist daraufhin, dass Flanschschrauben hohe Anforderungen an die Montagegenauigkeit stellen, dies gilt insbesondere bei geringen Klemmlängen. Das Anzugsdrehmoment nach Herstellervorgaben ist einzuhalten.

Die Kontaktflächen sind sauber zu halten, insbesondere frei von Konservierungsschutzwachs.

5.4 Toleranzen

Allgemeintoleranzen sind die einer wirtschaftlichen, ohne besonderen Aufwand einzuhaltenen, werkstattüblichen Fertigungsgenauigkeit entsprechenden Maß-, Form-, und Lageabweichung (beispielsweise die MAN-Normenserie M3199).

5.5 Rahmenänderung

5.5.1 Schweißen am Rahmen

Alle folgenden Aussagen gelten unter der Voraussetzung, dass der ausführende Betrieb gemäß den Forderungen von Punkt 5.4 „Qualitätssicherung“ zertifiziert ist.

Schweißarbeiten an Rahmen der Fahrzeugtypen HX sind generell untersagt. Einzige Ausnahme ist das Verschweißen von Bohrungen nach qualifizierten Schweißanweisungen (qualifiziert durch Schweißverfahrensprüfungen). Nur in der Nähe von sicherheitsrelevanten Bauteilen, wie Federböcken, Lenkungsböcken, Fahrerhauslagerungen, sowie in der Nähe von hoch belasteten Schublechen, die im Zuge der Aufbauintegration verwendet werden, muss Rücksprache mit der RMMV gehalten werden.

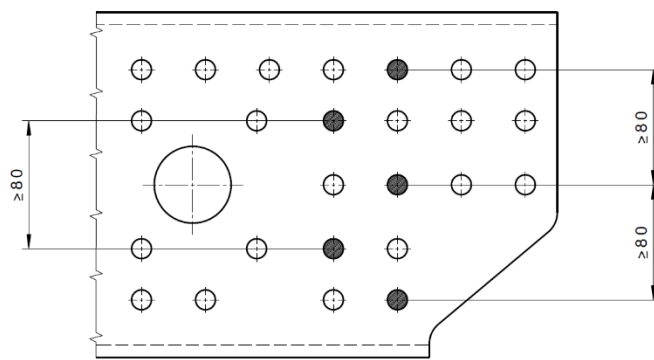
Sonstige Ausnahmen können nach Rücksprache mit der RMMV im Einzelfall abgestimmt bzw. festgelegt werden.

Sind im Ausnahmefall genehmigte Schweißarbeiten durchzuführen, sind folgende Vorgaben einzuhalten: Schweißarbeiten an Rahmen und Achsaufhängungen, die nicht in dieser Aufbaurichtlinie oder den RMMV - Reparaturanleitungen beschrieben werden, sind generell unzulässig.

An bauartgenehmigungspflichtigen Bauteilen (z.B. Verbindungseinrichtungen) dürfen Schweißarbeiten nur vom Inhaber der Bauartgenehmigung durchgeführt werden. Schweißarbeiten an diesen Bauteilen führen sonst zum Erlöschen der Bauartgenehmigung. Schweißarbeiten am Fahrgestell bedürfen besonderer Fachkenntnisse.

Die Rahmen der RMMV -Nutzfahrzeuge sind aus hochfesten Feinkornstählen hergestellt. Schweißarbeiten am Rahmen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Abschnitt 5.1. Der eingesetzte Feinkornstahl ist gut schweißgeeignet.

Hinweis: Ist es im Zuge einer Aufbauintegration notwendig, das Bohrbild geringfügig abzuändern, so kann es zur Berücksichtigung der Mindestabstände der Bohrungen (siehe Abbildung 17) notwendig sein, einzelne Bohrungen unter Berücksichtigung der nachstehenden Bedingungen zuzuschweißen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass für zugeschweißte Bohrungen ein Mindestabstand von 80mm gilt. Außerdem ist zu beachten, dass durch das Schweißen und die daraus eingebrachte Wärme, der Rahmen an diesen Stellen nicht mehr die gleichen Materialeigenschaften aufweisen wird.



Mindestabstand beim Verschweißen von Bohrungen $\geq 80\text{mm}$

$a \geq 40\text{ mm}$

$b \geq 50\text{ mm}$

$c \geq 25\text{ mm}$

$d \leq 16\text{ mm}$

(Ausnahme: Bohrungen, die im Zuge der Integration von Schubblechen aufgerieben werden müssen)

Abbildung 17: Mindestabstände beim Verschweißen von Bohrungen

Eine gründliche Vorbereitung der Schweißstelle ist wichtig für das Gelingen einer qualitativ hochwertigen Verbindung. Wärmeempfindliche Teile sind zu schützen oder zu demontieren. Die Verbindungsstellen von Schweißteil am Fahrzeug und Masseklemme am Schweißgerät müssen blank sein; daher Farbe, Korrosion, Öl, Fett, Schmutz usw. entfernen.

Leitungen (Elektrik, Luft) in der Nähe der Schweißstelle sind vor Hitze einwirkung zu schützen, besser ist, die Leitungen zu entfernen.

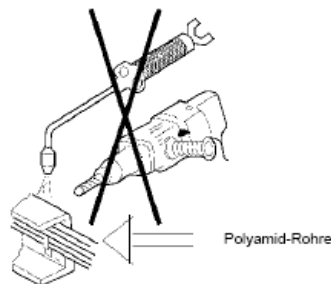


Abbildung 18: Schutzwärmeempfindlicher Teile ESC-156

Das Schweißen ist zu unterlassen, wenn die Umgebungstemperatur auf einen Wert unter $+5^\circ\text{C}$ sinkt. Die Qualität der Schweißnaht/Schweißnähte muss der laut technischer Zeichnung geforderten Qualitätsnorm und Bewertungsklasse entsprechen. Ist auf der Zeichnung keine Qualitätsnorm und Bewertungsklasse angegeben, so gilt für Stahl die DIN EN ISO 5817 Bewertungsklasse B und für Aluminium die DIN EN ISO 10042 Bewertungsklasse B. Verbindungsnahte an den Längsträgern müssen nach qualifizierten Schweißanweisungen (qualifiziert durch Schweißverfahrensprüfungen) ausgeführt werden und sind weiters als V- oder X-Nähte in mehreren Lagen auszuführen. Senkrechte Schweißungen können als Steignähte ausgeführt werden (von unten nach oben siehe Abbildung 19). Es ist in jedem Fall verboten, in der Position „fallend“ zu schweißen.

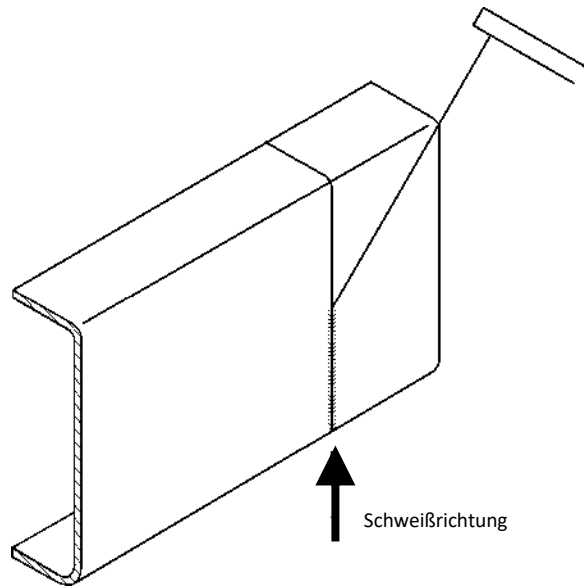


Abbildung 19: Senkrechte Rahmenschweißung ESC-090

Zur Vermeidung von Schäden an elektronischen Baugruppen (z.B. Generator, Radio, EBS, EDC, ECAS) ist folgende Vorgehensweise einzuhalten:

- Minus- und Pluskabel der Batterien abklemmen, lose Enden der Kabel miteinander verbinden (jeweils - mit +)
- Batterie Hauptschalter einschalten (mechanischer Schalter) bzw. elektrischen Batterie Hauptschalter am Magnet überbrücken (Kabel abklemmen und miteinander verbinden)
- Massezange des Schweißgeräts unmittelbar an der zu schweißenden Stelle gut leitend (s.o.) befestigen
- Werden zwei Teile miteinander verschweißt sind sie miteinander gut leitend zu verbinden (z.B. beide Teile mit der Massezange verbinden)

Elektronische Baugruppen müssen nicht abgeklemmt werden sofern die oben genannten Voraussetzungen genau eingehalten werden.

5.5.2 Rahmenüberhang ändern

Eine Änderung des Rahmenüberhanges von RMMV -Fahrzeugvarianten HX ist grundsätzlich unzulässig. Im Einzelfall ist eine notwendige Änderung vorab mit der RMMV abzustimmen. Bei Durchführung derartiger Änderungen des Überhangs haben sich die erforderlichen Arbeiten an die folgenden Vorgaben zu richten.

Aufgrund eines geänderten hinteren Überhangs verschiebt sich der Schwerpunkt für Nutzlast und Aufbau, damit ändern sich die Achslasten. Ob sich dies im zulässigen Bereich bewegt, kann nur eine Achslastberechnung zeigen,

die deshalb unerlässlich ist und vor Beginn der Arbeiten durchgeführt werden muss. Rahmenüberhangsverlängerungen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Abschnitt 5.1. Eine Verlängerung mit mehreren Profilstücken ist nicht zulässig.

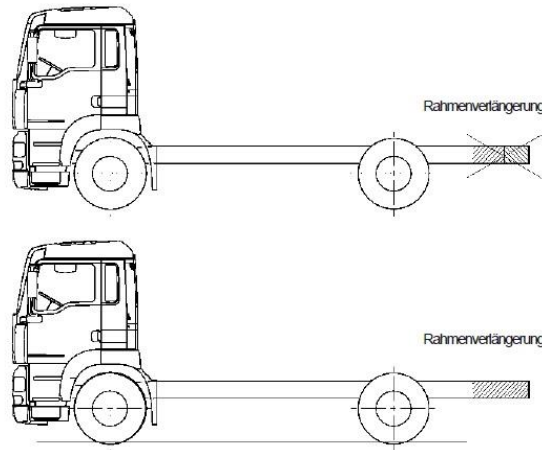


Abbildung 20: Verlängerung Rahmenüberhang ESC-093

CAN-Kabelstränge dürfen grundsätzlich nicht geschnitten und verlängert werden.

Für Rahmenverlängerungen gibt es bei RMMV vorbereitete Kabelstränge für Schlussleuchten, Zusatzschlussleuchten, Anhängersteckdosen, Seitenmarkierungsleuchten und ABS-Kabel. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise ist im Heft ‚Schnittstellen TG‘ nachzulesen (siehe unter www.manted.de, zivilen Aufbaurichtlinien LKW).

Ist an Fahrzeugen mit kurzer Überhanglänge eine Verlängerung beabsichtigt, dann ist der vorhandene Querträger zwischen den hinteren Hinterfederböcken an Ort und Stelle zu belassen.

Ein zusätzlicher Rahmenquerträger ist unbedingt dann vorzusehen, wenn der Abstand der Querträger mehr als 1.500mm beträgt (siehe Bild 18). Eine Toleranz von +100mm ist zulässig. Ein Schlussquerträger muss immer vorhanden sein. (Hinweis: in Sonderfällen kann – nur nach Abstimmung mit RMMV der Schlussquerträger des Rahmens entfallen).

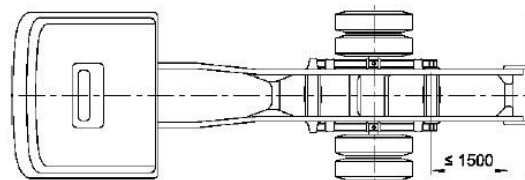


Abbildung 21: Max. Abstand der Rahmenquerträger ESC-092

Das hintere Rahmenende darf entsprechend Abbildung 22 verjüngt werden. Die hierdurch hervorgerufene Querschnittsverminderung des Rahmenlängsträgers muss weiterhin ausreichende Festigkeitswerte aufweisen. Schlussquerträger müssen den gesetzlich vorgeschriebenen Prüfwerten entsprechen. (ggf. Nachweis durch Test erforderlich). Verjüngungen im Bereich achsführender Teile sind nicht erlaubt.

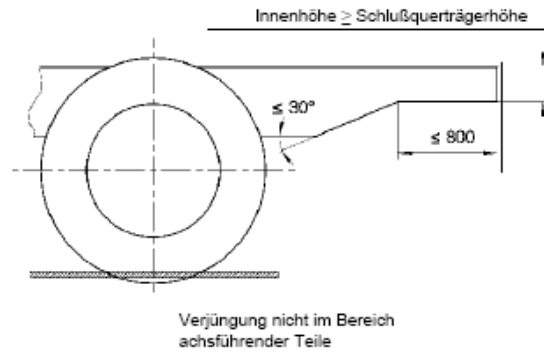


Abbildung 22: Verjüngung am Rahmenende ESC-108

Wird ein Rahmenüberhang bis zur Achsführung oder Federung gekürzt (z.B. hinterer Federbock, Stabilisatorhalter), müssen dort vorhandene Querträger (in der Regel Rohrquerträger) bleiben oder durch den geeigneten Original- RMMV -Schlussquerträger ersetzt werden (siehe Abbildung 23).

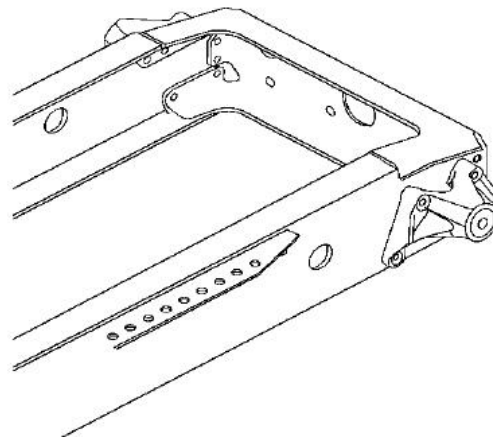


Abbildung 23: Rahmenende einer Sattelzugmaschine ESC-503

5.5.3 Radstandsänderungen

Eine Radstandsänderung an militärischen RMMV -Fahrzeugtypen ist nicht zulässig.

5.6 Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör

Der Hersteller eines Aggregats, Anbau- oder Zubehöerteil muss den Einbau mit RMMV abstimmen. Der nachträgliche Einbau bedingt meist Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS).

Dies macht immer auch eine Erweiterung der Fahrzeugparametrierung erforderlich. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausrüstung gerechnet werden. Eine nachträgliche Änderung bzw. Erweiterung der Parametrierung kann nur mit Hilfe der zuständigen RMMV -Servicestelle und der RMMV -Freigabe der Programme erfolgen. Deshalb sind Einbauten schon bei Planung der Maßnahme mit RMMV abzustimmen.

Dort wird geprüft, ob die geplante Maßnahme durchführbar ist, weshalb zu einem Freigabeverfahren vollständige und prüffähige Unterlagen gehören. RMMV übernimmt keinesfalls die Konstruktionsverantwortung oder die Verantwortung über die Folgen für nicht genehmigte nachträgliche Einbauten.

Auflagen in diesen Richtlinien und in Genehmigungen sind einzuhalten. Freigaben, Gutachten und Unbedenklichkeitsbescheinigungen, die durch Dritte erstellt wurden (z.B. Prüfinstitute), bedeuten nicht die automatische Freigabe durch RMMV. RMMV kann Freigaben versagen, obwohl durch Dritte die Unbedenklichkeit bescheinigt wurde. Wenn nicht anders vereinbart, bezieht sich eine Freigabe nur auf den Einbau selbst. Eine erfolgte Genehmigung bedeutet nicht, dass RMMV das Gesamtsystem hinsichtlich Festigkeit, Fahrverhalten usw. überprüft hat und die Gewährleistung übernimmt. Die Verantwortung hierfür liegt bei der durchführenden Firma. Durch den nachträglichen Einbau von Aggregaten können sich die technischen Daten des Fahrzeugs ändern. Für die Ermittlung und Weitergabe dieser neuen Daten ist der jeweilige Aufbauhersteller bzw. Händler/ Importeur verantwortlich.

5.7 Gelenkwellen

Im Verkehrs- oder Arbeitsbereich von Personen angeordnete Gelenkwellen müssen verkleidet oder verdeckt sein. Grundsätzlich gilt: keine Radstandsveränderung durch den Aufbauer, somit auch keine Änderung der Fahrzeug-Gelenkwellen. Einzig die GW vom VG-PTO zum Aufbau muss beachtet werden.

5.7.1 Einfachgelenk

Wird ein einfaches Kardan-, Kreuz- oder Kugelgelenk in gebeugtem Zustand gleichförmig gedreht, so ergibt sich an der Abtriebsseite ein ungleichförmiger Bewegungsablauf (siehe Abbildung 24). Diese Ungleichförmigkeit wird vielfach als Kardanfehler bezeichnet. Der Kardanfehler verursacht sinusähnliche Schwankungen der Drehzahl auf der Abtriebsseite.

Die Abtriebswelle eilt der Antriebswelle vor und nach. Entsprechend der Vor- und Nacheilung schwankt trotz konstantem Eingangs Drehmoment und Eingangsleistung das Ausgangsdrehmoment der Gelenkwelle.

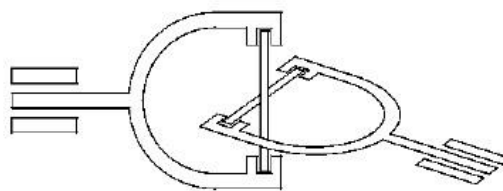


Abbildung 24: Einfachgelenk ESC-074

Aufgrund dieser bei jeder Umdrehung zweimal vorhandenen Beschleunigung und Verzögerung kann diese Gelenkwellenbauart und -anordnung **nicht für den Anbau an einen Nebenabtrieb zugelassen werden**. Das Einfachgelenk ist nur dann vorstellbar, wenn einwandfrei nachgewiesen wird, dass aufgrund von:

- Massenträgheitsmoment
- Drehzahl
- Beugewinkel

die Schwingungen und Belastungen von untergeordneter Bedeutung sind.

5.7.2 Gelenkwelle mit zwei Gelenken

Die Ungleichförmigkeit des einfachen Gelenks ist durch Verbinden von zwei einfachen Gelenken zu einer Gelenkwelle ausgleichbar. Es gelten jedoch für einen vollkommenen Bewegungsausgleich folgende Bedingungen:

- gleiche Beugewinkel an beiden Gelenken, also $\beta_1 = \beta_2$
- die beiden inneren Gelenkgabeln müssen in einer Ebene liegen
- An- und Abtriebswelle müssen ebenfalls in einer Ebene liegen (siehe Abbildung 25 und Abbildung 27)

Alle drei Bedingungen müssen immer gleichzeitig erfüllt sein, damit ein Ausgleich des Kardanfehlers möglich ist. Diese Bedingungen liegen bei den so genannten Z- und W-Anordnungen vor. Die bei Z- oder W-Anordnung vorhandene gemeinsame Beugeebene darf um die Längsachse beliebig verdreht sein. Eine Ausnahme bildet die räumliche Gelenkwellenanordnung.

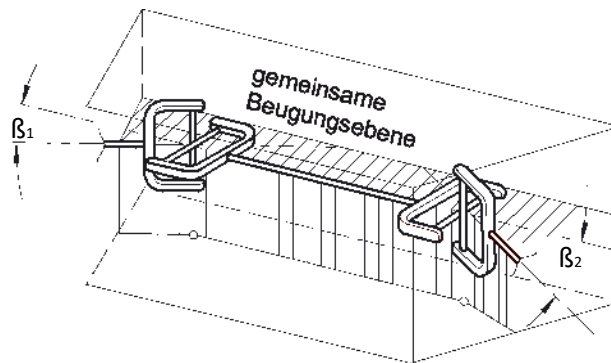


Abbildung 25: W-Anordnung der Gelenkwelle ESC-075

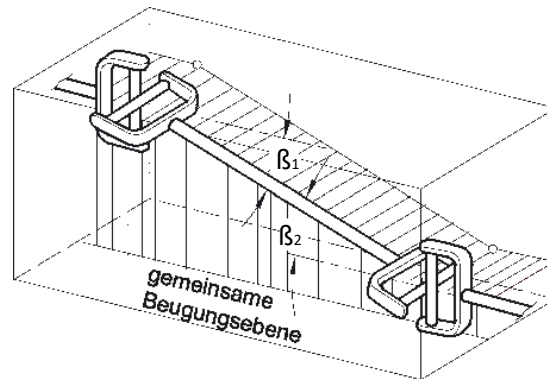


Abbildung 26: Z-Anordnung der Gelenkwelle ESC-076

5.7.3 Räumliche Gelenkwellenanordnung

Eine räumliche Anordnung liegt immer dann vor, wenn An- und Abtriebswelle nicht in einer Ebene liegen. An- und Abtriebswelle kreuzen sich räumlich versetzt. Eine gemeinsame Ebene ist nicht vorhanden, deshalb ist zum Ausgleich der Drehzahlschwankungen ein Versatz der inneren Gelenkgabeln um den Winkel „ γ “ erforderlich (siehe Abbildung 27).

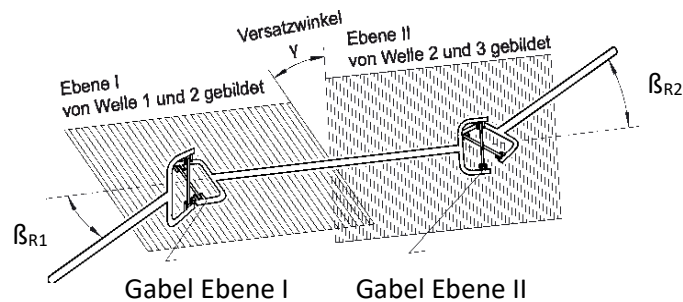


Abbildung 27: Räumliche Gelenkwellenanordnung ESC-077

Es folgt weiterhin die Bedingung, dass der räumliche resultierende Winkel β_{R1} an der Eingangswelle genauso groß sein muss wie der räumliche Winkel β_{R2} an der Ausgangswelle.

Also:

$$\beta_{R1} = \beta_{R2}$$

Es bedeuten:

β_{R1} = räumlich resultierender Winkel der Welle 1

β_{R2} = räumlich resultierender Winkel der Welle 2.

Der räumlich resultierende Beugewinkel β_R ergibt sich aus der vertikalen und horizontalen Beugung der Gelenkwellen und errechnet sich zu:

Formel 5: Räumlich resultierender Beugewinkel

$$\tan^2 \beta_R = \tan^2 \beta_v + \tan^2 \beta_h$$

Der nötige Versatzwinkel γ ergibt sich aus den Horizontal- und Vertikalbeugungswinkeln beider Gelenke:

Formel 6: Versatzwinkel γ

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan \beta_{h1}}{\tan \beta_{y1}} \quad \tan \gamma_2 = \frac{\tan \beta_{h2}}{\tan \beta_{y2}} \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

β_R	=	räumlich result. Beugewinkel
β_v	=	vertikaler Beugewinkel
β_h	=	horizontaler Beugewinkel
γ	=	Versatzwinkel

Anmerkung:

Da bei räumlicher Beugung der Gelenkwelle mit zwei Gelenken lediglich die Forderung nach gleichen räumlich resultierenden Beugewinkeln besteht, können theoretisch aus der Kombination der vertikalen und horizontalen Beugewinkel unendlich viele Anordnungsmöglichkeiten gebildet werden.

Wir empfehlen bei der Bestimmung des Versatzwinkels einer räumlichen Gelenkwellenanordnung die Hersteller zu Rate zu ziehen.

5.7.3.1 Gelenkwellenstrang

Sind aus konstruktiven Gründen größere Längen zu überbrücken, so können Gelenkwellenstränge aus zwei oder mehr Wellen verwendet werden. In Abbildung 28 sind Grundformen von Gelenkwellensträngen dargestellt, in denen die Stellung der Gelenke und Mitnehmer zueinander willkürlich angenommen wurde.

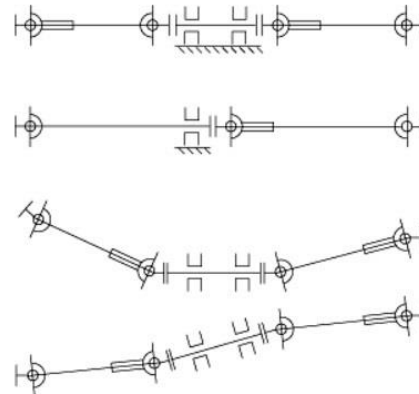


Abbildung 28: Gelenkwellenstrang ESC-078

Mitnehmer und Gelenke sind aus kinematischen Gründen aufeinander abzustimmen. Die Gelenkwellenhersteller sind bei der Auslegung anzusprechen.

5.7.3.2 Kräfte im Gelenkwellensystem

Beugewinkel in Gelenkwellensystemen bringen zwangsläufig zusätzliche Kräfte und Momente mit sich. Unterliegt eine ausziehbare Gelenkwelle während einer Momentübertragung einer Längsverschiebung, so treten weitere zusätzliche Kräfte auf.

Durch Auseinandernehmen der Gelenkwelle, Verdrehen der beiden Gelenkwellenhälften und anschließendes Zusammenstecken wird die Ungleichförmigkeit nicht ausgeglichen, sondern eher verstärkt. Durch dieses „Probieren“ können Schäden an Gelenkwellen, Lager, Gelenk, Keilwellenprofil und Aggregaten entstehen. Daher sind unbedingt die Markierungen an der Gelenkwelle zu beachten. Diese müssen nach der Montage gegenüberliegen (siehe Abbildung 29).

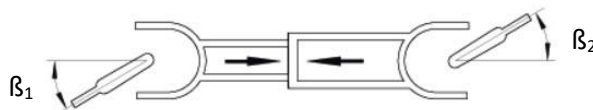


Abbildung 29: Markierung an der Gelenkwelle ESC-079

Vorhandene Wuchtbleche nicht entfernen und Gelenkwellenteile nicht vertauschen, da sonst wieder Unwucht entsteht. Bei Verlust eines Wuchtbleches oder Austausch von Gelenkwellenteilen ist die Gelenkwelle auszuwuchten.

Trotz gewissenhafter Auslegung eines Gelenkwellensystems können Schwingungen auftreten, die zu Schäden führen können, wenn die Ursache nicht beseitigt wird. Durch geeignete Maßnahmen wie z.B. Einbau von Dämpfern, Verwendung von Gleichlaufgelenken oder auch Änderung des gesamten Gelenkwellensystems und der Massenverhältnisse ist unbedingt Abhilfe zu schaffen.

5.7.4 Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von RMMV - Fahrgestellen

Änderungen am Gelenkwellensystem werden durch Aufbauhersteller in der Regel durchgeführt bei:

- Anbau von Pumpen am Gelenkwellenflansch des Nebenabtriebs.

Dabei ist zu beachten, dass:

- der maximale Beugewinkel Kardanwelle vom Verteilergetriebe zum Aufbau als PTO für beispielsweise eine Pumpe in jeder Ebene **höchstens 7°** betragen darf.
- vor Einbau jede Gelenkwelle auszuwuchten ist.

5.8 Änderung der Radformel

Eine Änderung der Radformel bei RMMV - Militärfahrzeugtypen ist untersagt. Zum Verständnis werden hier Maßnahmen, die zu einer Änderung der Radformel führen, dargestellt.

- Einbau zusätzlicher Achsen
- Ausbau von Achsen
- Federungsart ändern (z.B. von Blattfederung auf Luftfederung)
- nicht gelenkte Achsen lenkbar machen

5.9 Verbindungseinrichtungen

5.9.1 Grundlagen (Zusätzlich verfügbar unter www.manted.de, zivile Aufbaurichtlinien)

Soll der Lkw Lasten ziehen, muss die notwendige Ausrüstung vorhanden und zugelassen sein. Die Erfüllung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Mindestmotorleistung und/oder der Einbau der richtigen Anhängerkupplung geben noch keine Gewähr dafür, dass der Lkw zum Ziehen von Lasten geeignet ist. Erforderlich für die Nachrüstung einer Anhängerausrüstung ist:

- Der erforderliche Schlussquerträger und Anhängerkupplung
- Ein 2-Leitungs-Bremsanschluß
- Die Elektrik für Anhängerbetrieb, einschließlich ABS-Steckdose
- Der Einbau des Anhängersteuermoduls (ASM) und/oder seine Aktivierung mittels Umparametrierung.

Es dürfen nur Anhängerkupplungen mit einer Bauteilgenehmigung nach UN Regelung 55 nach aktueller Änderungsserie verwendet werden, wobei für RMMV Fahrzeuge bevorzugt Hakenkupplungen verwendet werden sollen um die Einhaltung der STANAG 4101 gewährleisten zu können. Beim Rangieren darf keine Kollision mit dem Anhänger eintreten. Daher genügend Deichsellänge wählen.

Die erforderlichen Freiraummaße sind zu berücksichtigen (UN Regelung 55 sowie STANAG 4101).

Grundsätzlich ist der Aufbauhersteller verpflichtet, den Aufbau so zu gestalten und aufzubauen, dass eine ungehinderte und ungefährdete Bedienung bzw. Überwachung des Kuppelvorganges möglich ist.

Die Freigängigkeit der Anhängerdeichsel muss gewährleistet sein. Bei seitlichem Anbau von Kupplungsköpfen und Steckdosen (z. B. am Schlussleuchtenhalter der Fahrerseite) ist vom Anhängerhersteller und vom Betreiber besonders auf ausreichende Leitungslängen für Kurvenfahrt zu achten.

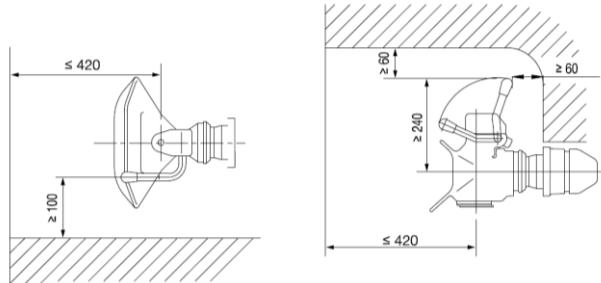


Abbildung 30: Freiraum für Anhängerkupplungen nach UN R55 aktuelle Änderungsserie, ESC-006

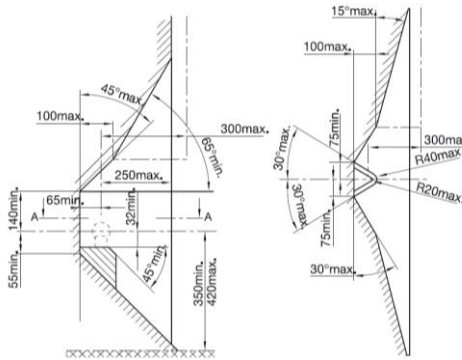


Abbildung 31: Freiraum Kugelkopfkupplungen für Anhängerkupplungen nach DIN 74058 ESC-152

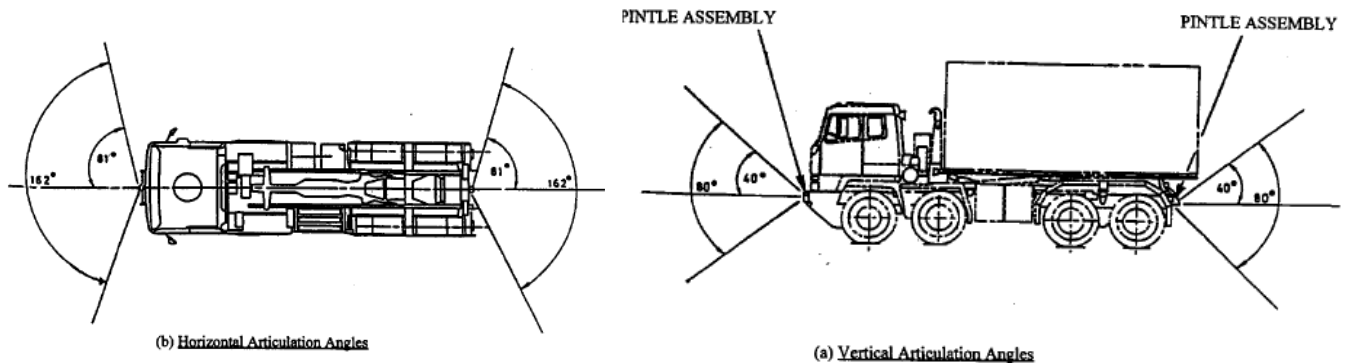


Abbildung 32: Freiräume nach STANAG 4101

Für den Anbau von Anhängerkupplungen sind RMMV -Schlussquerträger oder Schlussquerträger von anderen Hersteller mit einer Bauteilgenehmigung zu verwenden. Das gilt auch für die zugehörigen Verstärkungsplatten oder Konsolen zur Befestigung. Schlussquerträger haben ein für die dazugehörige Anhängerkupplung passendes Lochbild. Dieses Lochbild darf zum Anbau einer anderen Anhängerkupplung keinesfalls geändert werden.

Angaben der Kupplungshersteller in deren Einbaurichtlinien sind einzuhalten (z.B. Anzugsmomente und deren Prüfung). Das Tiefersetzen der Anhängerkupplung ohne gleichzeitiges Tiefersetzen des Schlussquerträgers ist nicht zulässig! Beispiele des Tiefersetzens sind in Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt.

Die Beispiele sind bewusst schematisch dargestellt, sie stellen keine Konstruktionsanweisung dar. Die Konstruktionsverantwortung liegt beim jeweiligen Auf-/ Umbauer. Eine Genehmigung nach UN Regelung 55 nach aktuelle Änderungsserie (bzw. anderer relevanter nationaler Regelungen) inkl. der Nachweisführung der korrekten Montage am Hauptraumen ist erforderlich und durch den Auf-/Umbauer zu erbringen.

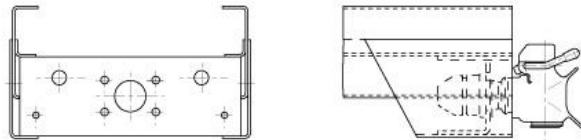


Abbildung 33: Tiefergesetzte Anhängerkupplung ex.ESC-015 ESC-515

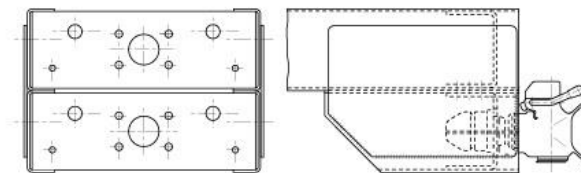


Abbildung 34: Unter den Rahmen gesetzte Anhängerkupplung ex. ESC-042 ESC-542

5.9.2 Anhängerkupplung, D-Wert

Die erforderliche Größe der Anhängerkupplung und Schlussquerträger wird durch den D-Wert bestimmt. Auf der Anhängerkupplung ist vom Hersteller der Anhängerkupplung ein Typschild angebracht, auf dem der maximal zulässige D-Wert abzulesen ist. Auf der Schlussquerträger ist vom Hersteller der Schlussquerträger meistens ein Typschild oder Genehmigungsnummer angebracht, womit man die maximal zulässige D-Wert nachschauen kann. Die Angabe des D-Wertes erfolgt in Kilonewton [kN].

Es ist jedoch auch der D-Wert des Schlussquerträgers zu beachten, der niedriger als der D-Wert der Anhängerkupplung sein kann.

Die D-Wert-Formel lautet:

bei

$$\text{D-Wert } D = \frac{9,81 \times T \times R}{T+R}$$

Ist der D-Wert der Anhängerkupplung und das zulässige Gesamtgewicht des Anhängers bekannt, dann wird das maximal zulässige Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs mit Hilfe der folgenden Formel errechnet:

D-Wert-Formel für zul. Gesamtgewicht

$$D = \frac{R \times D}{(9,81 \times R) - D}$$

Bei bekanntem D-Wert und vorhandenem zulässigen Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs beträgt das maximal zulässige Gesamtgewicht des Anhängers:

D-Wert-Formel für zulässiges Anhänger-gewicht

$$D = \frac{T \times D}{(9,81 \times R) - D}$$

Es bedeuten:

D = D-Wert in [kN]

T = zulässiges Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs in [t]

R = zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers in [t]

5.9.3 Zentralachsanhänger D_c-Wert , V- Wert

Es gelten folgende Begriffsdefinitionen:

- **Starrdeichselanhänger** : Anhängfahrzeug mit einer Achse oder Achsgruppe bei dem:
- Die winkelbewegliche Verbindung zum ziehenden Fahrzeug über eine Zugeinrichtung (Deichsel) erfolgt,
- Die Deichsel nicht frei beweglich mit dem Fahrgestell verbunden ist und deshalb Vertikalmomente übertragen kann und
- nach seiner Bauart ein Teil seines Gesamtgewichts von dem ziehenden Fahrzeug getragen wird.
- **Zentralachsanhänger** : Gezogenes Fahrzeug mit einer Zugeinrichtung, die nicht senkrecht zum Anhänger beweglich ist und dessen Achsen (bei gleichmäßiger Beladung) nahe am Massenschwerpunkt des Fahrzeugs angeordnet sind, so dass nur eine kleine statische vertikale Last von höchstens 10% der Anhängemasse oder 1000 kg (es gilt der kleinere Wert) auf das Zugfahrzeug übertragen wird. Zentralachsanhänger sind also eine Untergruppe der Starrdeichselanhänger.
- **Stützlast (S)**: Vertikale Last der Zugdeichsel am Kuppelpunkt. Sie wird bei angekuppelten Anhängern dem Zugfahrzeug zugeschlagen und ist deshalb bei der Fahrzeugauslegung (Achslastberechnung) zu berücksichtigen.

Zusätzlich zur D-Wert-Formel gelten für Zentralachsanhänger/Starrdeichselanhänger weitere Bedingungen:

- Anhängerkupplungen und Schlussquerträger haben verringerte Anhängelasten, da in diesem Fall zusätzlich die auf Anhängerkupplung und Schlussquerträger wirkende Stützlast zu berücksichtigen ist.

Zur Angleichung der Rechtsvorschriften innerhalb der europäischen Union wurden mit der UN Regelung 55 deshalb die Begriffe DC-Wert und V-Wert eingeführt:

Es gelten folgende Formeln:

Formel 7: D_c-Wert-Formel für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger

$$D_c = \frac{9,81 \times T \times C}{T + C}$$

Formel 8: V-Wert-Formel für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger mit einer zulässigen Stützlast von < 10 % der Anhängemasse und nicht mehr als 1000 kg

$$V = a \times \frac{x^2}{l_2} \times C$$

Bei rechnerisch ermittelten Werten $x^2/l^2 < 1$ ist 1,0 einzusetzen.

Berechnungsbeispiele sind im Kapitel „Berechnungen“ in den jeweiligen Baureihenheften zu finden.

Es bedeuten:

D_c = reduzierter D-Wert beim Betrieb mit Zentralachsanhänger in [kN]

V = V-Wert in [kN]

T = zulässiges Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs in [t]

C = Summe der Achslasten des mit der zulässigen Masse beladenen Zentralachsanhängers in [t] ohne Stützlast

a = Vergleichsbeschleunigung im Kuppelpunkt in [m/s²].

Es sind zu verwenden: 1,8 m/s² bei Luftfederung oder vergleichbarer Federung Zugfahrzeug bzw. 2,4 m/s² bei allen anderen Federungen

S = zulässige Stützlast am Kuppelpunkt in [kg]

x = Aufbaulänge Anhänger in [m]

l = theoretische Zugdeichsellänge in [m]

5.10 Sattelzugmaschine

Sattelanhänger und Sattelzugmaschinen sind zu überprüfen, ob beide ein Fahrzeugkombination aufgrund ihrer Maße und Gewichte bilden können.

Deshalb sind zu prüfen: (beachte auch **Stanag 4009** !)

- Durchschwenkradien
- Höhe der Sattelkupplung
- Schwanenhalskontur
- Sattellast
- Freigängigkeit aller Teile

- gesetzliche Auflagen

Um die maximale Sattellast zu erreichen, sind vor der Inbetriebnahme des Fahrzeugs folgende Maßnahmen erforderlich:

- Fahrzeug wiegen nach Wiegeprotokoll RMMV
- Achslastberechnung erstellen
- optimales Sattelvormmaß ermitteln
- vorderen Durchschwenkradius überprüfen
- hinteren Durchschwenkradius überprüfen
- vorderen Neigungswinkel überprüfen
- hinteren Neigungswinkel überprüfen
- Gesamtlänge des Fahrzeugkombination überprüfen
- Sattelkupplung entsprechend aufbauen.

Der erforderliche Neigungswinkel beträgt nach DIN-ISO 1726 vorne 6° , hinten 7° , und zur Seite 3° und nach STANAG 4009 vorne und hinten 18° , und zur Seite 6° . Unterschiedliche Reifengrößen, Federraten oder Aufsattelhöhen zwischen Zugmaschine und Sattelanhänger vermindern evtl. diese Winkel, so dass sie nicht mehr der Norm entsprechen.

Zu berücksichtigen sind außer der Neigung des Sattelanhängers nach hinten auch die Seitenneigung bei Kurvenfahrt, Einfederung (Achsführung, Bremszylinder, Radabdeckungen), Gleitschutzketten, Pendelbewegung des Achsaggregates bei Fahrzeugen mit Doppelachse und die Durchschwenkradien. Die Sattelplattenebene am Sattelanhänger sollte bei zulässiger Sattellast parallel zur Fahrbahn verlaufen. Die Höhe der Sattelkupplung und/oder Montageplatte muss dementsprechend ausgelegt werden.

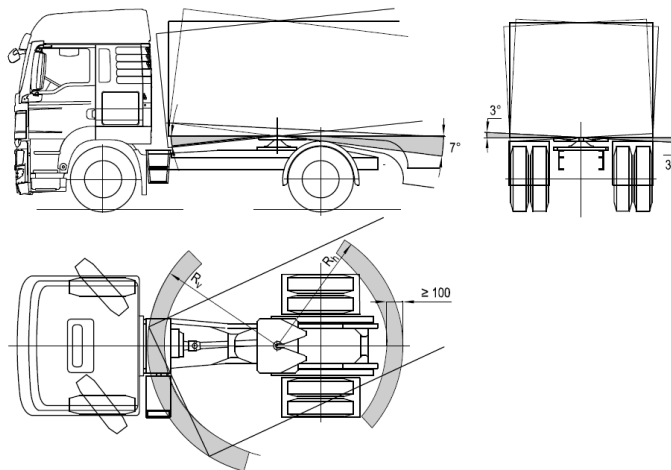
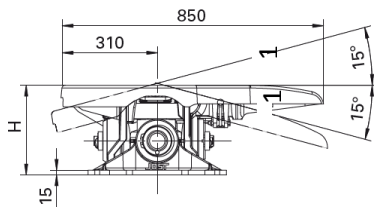


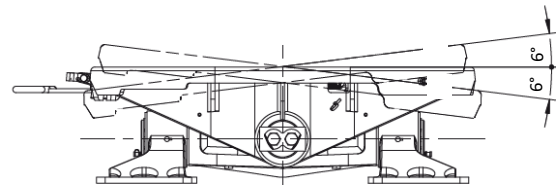
Abbildung 35: Maße Sattelzugmaschinen

Beachte: der Einsatz von kardanisch gelagerten Sattelkupplungen ist möglich (größere Neigungswinkel)

- kardanische Lagerung ermöglicht den verwindungsfreien Einsatz des Sattelzuges **im Gelände**
- Umrüstbarkeit von 2" auf 3 ½" Königszapfen und umgekehrt ist möglich



H=290mm



Quelle: Jost, Darstellung: Jost JSK

Abbildung 36: Freigang kardanische Sattelkupplung

Das in den Verkaufsunterlagen oder Fahrgestellzeichnungen angegebene Sattelvormmaß gilt nur für das Standardfahrzeug. Ausrüstungsteile, die das Fahrzeugleergewicht oder die Fahrzeugmaße beeinflussen, erfordern u.U. eine Änderung des Sattelvormmaßes. Dadurch können sich auch die Sattellast und die Gesamtzuglänge ändern.

Eine Änderung des Sattelvormmaßes ist erlaubt, sofern Sattelkupplung und Befestigungsreinrichtungen dafür vorgesehen sind und von der RMMV UN R55 Genehmigung abgedeckt sind. Bei einer Änderung des Sattelvormmaßes sind zusätzlich zu den oben genannten Punkten nachstehende Vorgaben zu beachten:

- Ersatz der Schrauben, Scheiben, Dehnhülsen und Muttern durch gleiche neuer Bauart
- Einhaltung der angegebenen Anzugs-Drehmomente (im Bedarfsfall bei RMMV zu erfragen)
- Sicherstellung der Zugänglichkeit und Freigängigkeit des Zugriffes der Sattelkupplung

Ein Umbau auf eine andere Ausführung von Sattelkupplung bzw. Sattelplatte als ab Werk verbaut ist grundsätzlich unzulässig, ebenso die Montage einer Verschiebeeinrichtung. Nachträgliche Änderungen müssen bei RMMV gesondert angefragt werden.

Es dürfen nur typgeprüfte Sattelkupplungen und Montageplatten entsprechend UN Regelung 55 verwendet werden. Die Montage einer Sattelkupplung ohne Hilfsrahmen ist nicht zulässig.

Die Hilfsrahmendimensionierung und Werkstoffqualität ($\sigma_{0,2} > 500 \text{ N/mm}^2$) muss einem vergleichbaren Serienfahrzeug entsprechen. Die Sattelplatte darf nicht auf den Rahmenlängsträgern, sondern ausschließlich auf dem Sattelhilfsrahmen aufliegen. Zur Befestigung der Montageplatte sind nur von RMMV oder vom Sattelplattenhersteller freigegebene Schrauben zu verwenden.

Bei der Montage von Sattelkupplung und Montageplatte sind die Anleitungen/ Richtlinien der Sattelkupplungshersteller zu beachten. Anschlussleitungen für Luftversorgung, Bremse, Elektrik, Hydraulik und ABS dürfen nicht am Aufbau scheuern oder sich bei Kurvenfahrt verfangen. Deshalb ist die Freigängigkeit aller Leitungen bei Kurvenfahrt mit dem Sattelanhängen vom Aufbau zu prüfen. Beim Fahrbetrieb ohne Sattelanhängen müssen alle Leitungen in Leerkupplungen bzw. Steckern sicher befestigt werden. Ferner sind diese Anschlüsse so zu montieren, dass sicher an- und abgekuppelt werden kann. Ist das Anschließen von Luft- und Elektroanschlüssen von der Fahrbahn aus nicht möglich, muss eine geeignete Arbeitsfläche von mindestens 400mm x 500mm, sowie ein Aufstieg zu dieser Arbeitsfläche vorgesehen werden.

Es gibt Zugsattelzapfen (auch Königszapfen oder Kingpin genannt) unterschiedlicher Größen:

- Zugsattelzapfen der Größe 50 mit 2“ Durchmesser
- Zugsattelzapfen der Größe 90 mit 3,5“ Durchmesser

Welcher zur Anwendung kommt, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Entscheidend ist, ähnlich wie bei Anhängerkupplungen, der D-Wert. Für das gesamte Sattelkraftfahrzeug gilt der jeweils kleinere D-Wert von Königszapfen, Sattelkupplung und Montageplatte. Der D-Wert ist jeweils auf den Typschildern vermerkt.

Zur Ermittlung des D-Wertes gelten beim Sattelkraftfahrzeug folgende Formeln:

Formel 9:

D-Wert Sattel-Verbindungseinrichtung

$$D = \frac{0,6 \times 9,81 \times T \times R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchten zulässigen Gesamtgewicht des Sattelanhängers gilt:

Formel 10: Zulässiges Gesamtgewicht Sattelanhängers

$$D = \frac{D \times (T - U)}{(0,6 \times 9,81 \times R) \times D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Sattelanhängers und der D-Wert der Verbindungseinrichtung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

Formel 11: Zulässiges Gesamtgewicht Zugmaschine

$$D = \frac{D \times (R - U)}{(0,6 \times 9,81 \times R) \times D}$$

Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

Formel 12: Sattellast

$$D = \frac{0,6 \times 9,81 \times T \times R}{D}$$

5.11 Frontbefestigte Anbauten

Anbauten an der Fahrzeugfront (z.B. Schneepflüge für den Winterdienst, Kranabstützungen) sind durch die komplexe Anbindung (Böschungswinkel, hohe Gewichte bestimmter Fahrerhausvarianten) an HX-Geländefahrzeugen im Detail mit RMMV abzustimmen.

5.12 Fahrerhausänderungen

Eingriffe in die Fahrerhausstruktur (z.B. Ein-/ Ausschnitte, Änderungen der Tragstruktur einschließlich der Sitze und Sitzbefestigungen, Fahrerhausverlängerung) sowie Änderungen der Fahrerhauslagerung und -Kippenrichtung sind verboten. Diese Umbauten werden ausschließlich von RMMV vorgenommen. Bei Fahrzeugen mit geschützten Fahrerhäusern sind Aufbaubedingte Einbauten im Interieur (Bedienkonsolen, Anzeigeelemente, etc.) im Detail mit dem zuständigen Fachbereich bei RMMV abzustimmen.

5.13 Rahmenanbauteile (Unterfahrschutz)

Länderspezifisch unterscheiden sich die Bestimmungen hinsichtlich der Unterfahrschutzeinrichtungen bei Geländefahrzeugen. Sofern ein Unterfahrschutz ab Werk verbaut ist, so darf dieser niemals modifiziert werden (z.B. Schweißnähte, Bohrungen, Halter verändern) da die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt!

Der Aufbauhersteller muss die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften kontrollieren und sicherstellen, da die Maße aufbauabhängig sind und erst am Komplettfahrzeug einschließlich Aufbau festgestellt werden können.

Sollten nach erfolgter Aufbauintegration Abweichungen zu den gesetzlichen Vorschriften erkannt werden, so ist zwingend Rücksprache mit RMMV zu halten.

Sollte im Zuge eines Fahrzeugumbaus ein anderer Unterfahrschutz verbaut werden, so muss dieser eine Typgenehmigung aufweisen und gemäß Herstellervorgaben und gesetzlichen Vorschriften angebaut werden. Der Verbau eines nicht typgenehmigten Unterfahrschutzes ist nicht zulässig.

5.14 Änderung am Motorumfeld

5.14.1 Änderung an der Luftansaugung und an der Abgasführung

Generell sind Änderungen an der Ansaug- oder Abgasanlage bei RMMV -Militärfahrzeugen **untersagt**. Notwendige Änderungen sind genehmigungspflichtig. Daher sind alle notwendigen Unterlagen (z.B. Zeichnungen, Gewichtsbilanzen usw.) vorab bei der RMMV einzureichen.

5.14.2 Zusätzliche Vorgabe bei Änderungen am AdBlue®-System/Abgassystem bei EuroV-Fahrzeugen

Generell sind Änderungen an AdBlue®-System/Abgassystem bei EuroV-Fahrzeugen bei RMMV - Militärfahrzeugen untersagt. Vor einer Änderung des Systems ist vorab eine Genehmigung bei RMMV einzuholen. Dabei sind die Einbaurichtlinien des Zulieferers des AdBlue-Systems heranzuziehen.

5.14.3 Motorkühlung Core

- Das Kühlsystem (Kühler, Kühlergrill, Luftkanäle, Kühlkreislauf, Umluftabdeckungen) darf nicht verändert werden.
- Ausnahmen nur mit Genehmigung durch RMMV.
- Änderungen am Kühler, die die Kühlfläche verringern, sind **nicht genehmigungsfähig**.

5.14.4 Motorkapsel, Geräuschdämmung

Eingriffe und Änderungen an einer ab Werk vorhandenen Motorkapsel, sind nicht zulässig. Darüberhinaus kann durch eine zusätzliche Abschirmung oder Änderung der Umluft- und Spritzschutzbleche die maximal zulässige Umgebungstemperatur überschritten werden.

Änderungen an den Dämmmatten sind aufgrund der Homologation nicht zulässig.

Die Wiedererlangung des zuvor vorhandenen Status ist im Verantwortungsbereich des umbauenden Betriebs.

5.15 Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe, Verteilergetriebe

Der Einbau von RMMV nicht dokumentierter Schalt- bzw. Automatikgetriebe ist wegen Fehlen der Einbindung in den Triebstrang-CAN nicht möglich. Nichtbeachtung führt zu Fehlfunktionen sicherheitswichtiger Elektronik.

Der Einbau von fremden Verteilergetrieben (z.B. zur Verwendung als Nebenantrieb) beeinflusst die Triebstrangelektronik und den Triebstrang selbst und ist daher **nicht zulässig**. Grundsätzlich nicht zulässig ist der Einbau in Fahrzeuge mit MAN TipMatic/ ZF ASTRONIC (Getriebe ZF12AS) bzw. ZF TRAXON (Getriebe ZF 12TX).

Bei Fahrzeugen mit ZF EcoLife Getrieben ist ein PTO am Verteilergetriebe immer vorab mit RMMV abzustimmen.

6 NEBENABTRIEBE

Beim Anbau eines getriebeseitigen Nebenabtriebs am ZF AS-Tronic oder ZF Traxon Getriebe ist immer vorab die Genehmigung der RMMV einzuholen!!

Nebenabtriebe am Verteilergetriebe siehe Kapitel 5.15.

Ebenso wird erwartet, dass durch geeignete Maßnahmen eine Fahrzeugüberlastung ausgeschlossen wird. Für die im Fahrzeugbau üblichen unvermeidlichen Toleranzen und Hysteresen, z.B. Reifen, Federn, Rahmen, sind geeignete Abhilfemaßnahmen zum Toleranzausgleich im Vorfeld einer konstruktiven Auslegung der Aufbauschnittstelle mit RMMV abzustimmen.

Während des Fahrzeugeinsatzes ist mit weiteren maßlichen Veränderungen zu rechnen. Hierzu zählen z.B.:

- Federsetzen
- Reifenverformung
- Aufbauverformung.

Der Rahmen darf vor und während der Montage nicht verformt werden. Das Fahrzeug ist vor der Montage einige Male vor- und zurückzufahren, um eingeprägte Spannungen abzubauen. Dies gilt aufgrund der bei Kurvenfahrt vorhandenen Achsverzängung besonders bei Fahrzeugen mit Doppelachsaggregat.

Zur Aufbaumontage ist das Fahrzeug auf einen ebenen Montageplatz zu stellen. Unterschiedliche Rahmenhöhen links/ rechts von $\leq 1,5\%$ des Maßes Boden bis Rahmenoberkante liegen im Bereich der oben beschriebenen Hysterese- und Setzeffekte.

Sie müssen vom Aufbau ertragen werden und dürfen nicht durch Rahmenrichten, Federbeilagen oder Einstellung der Federung (Luft/ Hydraulik) ausgeglichen werden, da sie sich im Einsatz zwangsläufig ändern. Unterschiede $> 1,5\%$ sind vor einer Reparatur der RMMV zu melden. Diese entscheidet welche Maßnahmen vom Aufbauhersteller und/ oder der MAN -Werkstatt zu ergreifen sind.

Zugänglichkeit, Freigängigkeit: Die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen muss ebenso gegeben sein sowie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Ausserdem darf die Funktion von Entlüftungen nicht beeinträchtigt werden. Erforderlicher Luftstrom für Kühlung ist zu berücksichtigen.

Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

Zum Beispiel:

- Bremszylinder
- Achsführungsteile
- Intarderverrohrung
- Seilführung von Winden
- Gelenkwellen
- usw.

Bei der Mindestfreigängigkeit ist zu berücksichtigen:

- maximale Einfederung inkl Verwindung
- dynamische Einfederung während der Fahrt
- Einfederung beim Anfahren oder Abbremsen
- Seitenneigung bei Kurvenfahrt
- Gleitschutzkettenbetrieb

Bei der Freigängigkeit sind auch Verwindungen des Fahrgestells zu berücksichtigen, die einen wesentliche Einfluss hat. Für Freiganguntersuchungen können im Bedarfsfall projektspezifische Freiraummodelle von RMMV zur Verfügung gestellt werden.

Um die Freigängigkeit sicherzustellen sollte die Überprüfung der Freigängigkeit auf einem Verwindungsprüfstand durchgeführt werden. Am Verwindungsprüfstand können einzelne Räder des Fahrzeuges angehoben werden um so unterschiedlichste Fahrsituationen darstellen zu können. Insbesondere relevant ist neben der Einzeleinfederung der Räder und der Einfederung einzelner Achsen auch die Diagonalverwindung. Unter Diagonalverwindung wird verstanden, dass an der(n) Vorderachse(n) die Räder auf einer Fahrzeugseite angehoben werden (mind. 300mm) sowie an der(n) Hinterachse(n) die Räder der gegenüberliegenden Fahrzeugseite.

Auswirkungen von EMV (Radar) auf das Chassis muss durch den Aufbauer ausgeschlossen werden. Auf Verlangen RMMV ist ein entsprechende Nachweis vorzulegen. Details zu EMV werden im Kapitel 8.7 geregelt.

7.2 Korrosionsschutz und Militärlacksystem

Die detaillierte Beschreibung des Beschichtungsaufbaus ist [der Werknorm RMMV-WN-304 „Beschichtungssysteme und Korrosionsschutz“](#) zu entnehmen.

Im Vorfeld ist zwischen RMMV und Aufbauer eine Schnittstellenabstimmung bezüglich der lack- und wachsfreien Aufbaustellen erforderlich. Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch RMMV für die Folgen ausschließt.

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung (Überführungsfahrt) während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauerhersteller mit Klarwasser von Salzurückständen zu befreien.

7.3 Hilfsrahmen

7.3.1 Allgemeines

Aufbauten werden nach der Art der auftretenden Belastungen und der Aufbauausführung auf durchgehenden, geteilten oder ohne Hilfsrahmen auf dem LKW-Fahrgestell montiert.

Durch die besonderen Belastungen beim militärischen Einsatzfall sollen bei HX-Fahrzeugen ausschließlich durchgehende Hilfsrahmen für die Aubaumontage verwendet werden (Ausnahmen bedürfen vorab der Genehmigung durch RMMV). Die Freigängigkeit aller beweglichen Teile darf durch die Hilfsrahmenkonstruktion nicht eingeschränkt werden.

Krafteinleitung Aufbau/Fahrgestellrahmen:

Ein Nutzfahrzeug ist im Betrieb unterschiedlichsten Beanspruchungen ausgesetzt. Hierzu zählen z.B.:

- Statische und dynamische Belastungen durch Massenkräfte (z.B. durch die Beladung).
- Belastungen bei Kurvenfahrt.
- Belastungen bei Brems- oder Anfahrvorgängen

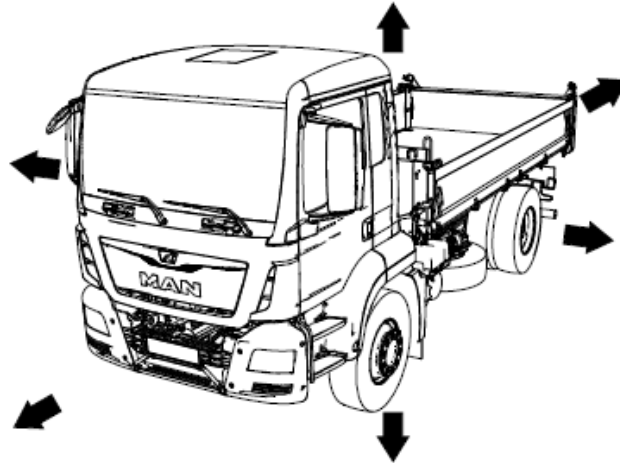


Abbildung 38: Belastungen auf ein Nutzfahrzeug

Diese Belastungen müssen vom Fahrgestell und Aufbau gleichermaßen aufgenommen werden. In den meisten Fällen können die Belastungen nur von der Kombination aus Aufbau und Fahrgestell getragen werden. Daher ist bei der Aufbauauslegung eine Betrachtung von Aufbau und Fahrgestell sowie deren Verbindung zwingend erforderlich.

Als Grundsätze für die vertikale und horizontale Kraftübertragung zwischen Aufbau und Fahrgestell gelten:

- Zwischen Aufbau, Hilfsrahmen und Fahrgestell soll eine möglichst gleichmäßige und großflächige Kraftübertragung gewährleistet werden.
- Die Querkrafteinleitung (Übertragung der horizontalen Kräfte) muss möglichst gleichmäßig über die gesamte Aufbaulänge und auf beiden Fahrzeugseiten erfolgen. Das gilt sowohl für Aufbauten mit durchgehenden oder geteilten Hilfsrahmen als auch für Aufbauten ohne Hilfsrahmen.

Eine Anbindung des Hilfsrahmens direkt am Hauptrahmen durch eine Schweißverbindung ist untersagt.

Kraftübertragung: Hertz'sche Flächenpressung

Die rahmenseitigen Auflagen des Aufbaus, egal ob dieser mit oder ohne Hilfsrahmen aufgebaut wird, müssen die aufgrund der „Hertz'schen Flächenpressung“ ermittelbaren Mindestlängen aufweisen. Dabei ist von der „Linienberührung zweier Zylinder“ auszugehen.

Abbildung 39 stellt eine übertrieben dargestellte Verformung von zwei aufeinander liegenden U-Profilen dar, wie sie bei einer Kombination zwischen Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen vorliegen kann. Zudem ist im unter der Positionsnummer 1 die Linienberührung abgebildet.

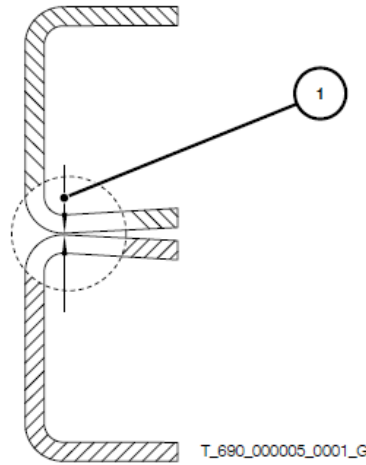


Abbildung 39: Verformung zweier U-Profile

Die Rahmendurchbiegung und Rahmenverwindung darf für Aufbau und Fahrzeug keine nachteiligen Eigenschaften verursachen. Sie muss vom Aufbau ebenso wie vom Fahrgestell aufgenommen werden können. Die nachstehende Formel dient zur überschlägigen Ermittlung der zulässigen Durchbiegung.

Formel 13: zulässige Durchbiegung

$$f = \frac{l_T}{250}$$

Es bedeuten:

- f = maximale Durchbiegung in [mm]
- l_T = theoretischer Radstand [mm]

7.3.2 Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze

In nachstehender Tabelle sind die gängigsten Hilfsrahmenwerkstoffe aufgeführt. Es ist möglich höherwertigere oder von den Materialeigenschaften vergleichbare Werkstoffe zu verwenden, die hier nicht aufgeführt sind. Die Streckgrenze, auch Dehngrenze oder $\sigma_{0,2}$ -Grenze genannt, darf unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte in keinem Fahr- oder Belastungszustand überschritten werden. Treten Punktlasten auf oder sind Aggregate mit lokaler Krafteinleitung anzubauen wie z.B. Ladebordwände, Kräne, Seilwinden, dann sind in jedem Fall Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von $\sigma_{0,2} > 350 \text{ N/mm}^2$ erforderlich.

Walzprofile sind nicht zulässig.

Tabelle 12: Hilfsrahmenwerkstoffe (Beispiele) und Festigkeitswerte

Werkstoffnummer	Werkstoffbezeichnung alt	Werkstoffbezeichnung neu	Streck-/Dehngrenze N/mm ²	Zugfestigkeit N/mm ²
1.0570	St52-3	S355J2G3	≥ 355	ca. 490-630
1.0974	QStE340TM		≥ 340	ca. 420-540
1.0976		S355MC	≥ 355	ca. 430-550
1.0978	QStE380TM		≥ 380	ca. 450-590
1.0980	QStE420TM	S420MC	≥ 420	ca. 480-620
1.0984	QStE500TM	S500MC	≥ 500	ca. 550-700

7.3.3 Hilfsrahmengestaltung

Die Freigängigkeit aller beweglichen Teile darf durch die Hilfsrahmenkonstruktion nicht eingeschränkt werden. Der Hilfsrahmen muss die gleiche äußere Breite wie der Fahrgestellrahmen haben und der Außenkontur des Hauptrahmens folgen. Der Längsträger des Hilfsrahmens muss eben auf dem oberen Flansch der Rahmenlängsträger aufliegen. Soweit möglich sollen Hilfsrahmen verdrehweich gestaltet werden.

Soweit möglich sollen Hilfsrahmen verdrehweich gestaltet werden. Die abgekanteten, im Fahrzeugbau üblichen abgekanteten U-Profile kommen dieser Forderung nach.

Je nach Nutzlast, Radformel und Radstand kann es für den Hauptrahmen des Fahrzeuges erforderlich sein, dass der Hilfsrahmen einen maßgeblichen Anteil zur Gesamtsteifigkeit des Rahmenverbundes beitragen muss. Daher muss die Profildimension des Hilfsrahmenlängsträgers definiert werden (sh. max. zulässige Durchbiegung in Kapitel 7.3).

Der Hilfsrahmen soll nach Möglichkeit so ausgeführt werden, dass bei Torsion des Gesamtverbundes (Rahmen+Aufbau) die Beanspruchung des Hilfsrahmens möglichst gleich hoch wie im Hauptrahmen sein soll. D.h. die Torsionssteifigkeiten sollen so angepasst werden, dass sich eine gleichmäßige Beanspruchung einstellt. Als grober Zielwert ist 1°/m bei 300mm Diagonalverwindung des Fahrzeuges vorgeben.

Vermeidung von Steifigkeitssprüngen

Damit Steifigkeitssprünge vermindert werden, muss der Hilfsrahmen vorne abgeschrägt oder ausgespart sein (siehe Beispiele).

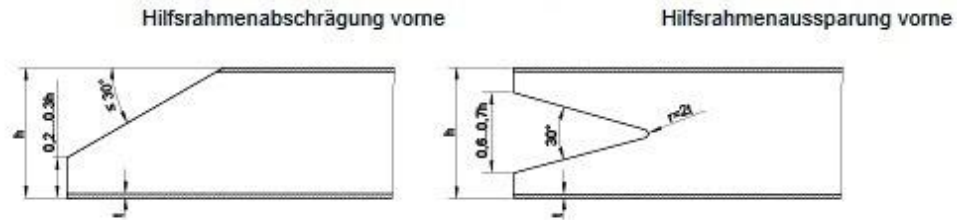


Abbildung 40: Steifigkeitssprung

Wird ein Hilfsrahmen zur Erhöhung der Steifigkeit an verschiedenen Stellen zum Kasten geschlossen, so ist für einen allmählichen Übergang vom Kasten zum U-Profil zu sorgen. Der Übergang vom geschlossenen zum offenen Profil muss wenigstens auf der dreifachen Hilfsrahmenbreite erfolgen (siehe Abbildung 41).

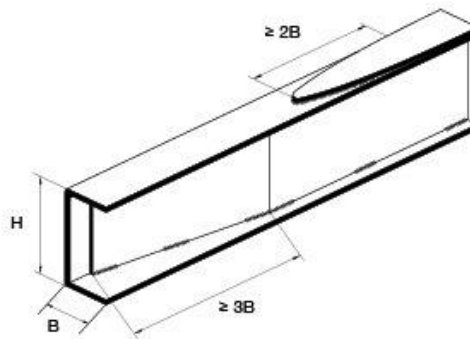


Abbildung 41: Übergang vom Kasten- zum U-Profil ESC-043

Hilfsrahmenquerträger sind nach Möglichkeit über der Position der Rahmenquerträger anzuordnen. Bei der Hilfsrahmenmontage darf der Hauptrahmenverband nicht gelöst werden.

Hilfsrahmenauslauf

Bei den Ausläufen von Hilfsrahmen sind die Abschlusskanten des Hilfsrahmenuntergurt mit einem Radius zu versehen (Radius = $0,5 \cdot$ Materialstärke Hilfsrahmen) (siehe Abbildung 42). Scharfe Kanten sind zu vermeiden, um die Gefahr der Einarbeitung des Hilfsrahmens in den Fahrgestellrahmen zu verringern.

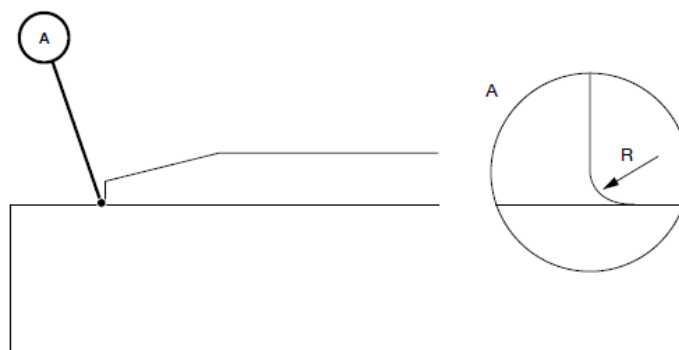
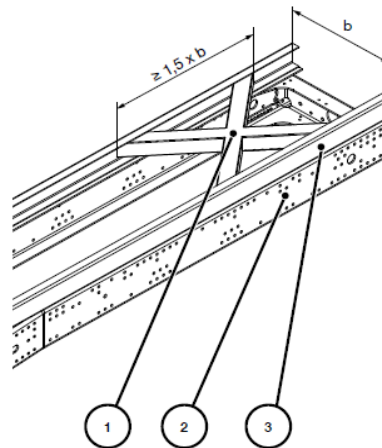


Abbildung 42: Abschlusskante Hilfsrahmenuntergurt

Einsatz von Diagonalkreuzen

Bei punktförmigen Hecklasten (z.B. Heckladekran, Mitnahmestapler, Ladebordwand) oder hecklastigen Aufbaukonzepten (z.B. Abfallsammelfahrzeug) empfiehlt RMMV zur Erhöhung der Steifigkeit des Hilfsrahmenverbandes den Einsatz eines oder mehrerer Diagonalkreuze oder einer vergleichbaren Konstruktion. Diese müssen von den Hinterachsführungen bis zum Lasteinleitungspunkt des Aufbaus am Heck reichen (siehe Abbildung 43).



- 1) Diagonalverstrebung
- 2) Fahrgestellrahmen
- 3) Hilfsrahmen

Abbildung 43: Beispielhafte Darstellung des Diagonalkreuzverbandes

7.3.4 Hilfsrahmen auf der Unterseite des Hauptrahmens (Unterzug)

Als Unterzüge sind zusätzliche Verstärkungen an der Unterseite des Hauptrahmens zu verstehen mit dem Ziel die Biegesteifigkeit des Rahmenverbundes zu erhöhen.

Der Einsatz von Unterzügen bei HX-Fahrzeugen ist grundsätzlich möglich, jedoch mit zahlreichen bauraumbedingten Einschränkungen verbunden. Art und Ausführung muss mit RMMV abgestimmt werden.

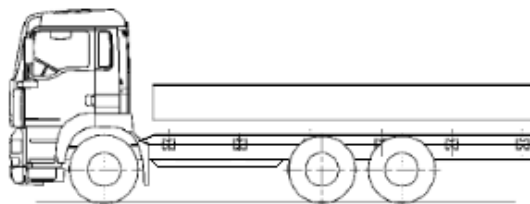


Abbildung 44: Unterzug am Hauptrahmen

7.3.5 Verbindung mit Fahrgestellrahmen

Die Längsträger des Hilfsrahmens sollen möglichst eben und flächig auf dem oberen Flansch der Rahmenlängsträger aufliegen. Querschweißnähte an den Knickstellen sind zu vermeiden. Sind in diesen Bereichen Schubleche erforderlich, sind diese vor oder nach den Knickstellen anzuordnen.

Der Hilfsrahmen muss möglichst weit nach vorne reichen bis in den Bereich der Kühlertraggestellanbindung.

Ob eine Schraubverbindung mit den Kühlertraggestell-Montageplatten nötig ist, hängt von der Art des Aufbaus ab. Bei reiner Aufbaumontage mit Schublechen (zB bei verwindungsfreien Aufbauten) soll die Verbindung verschraubt werden, bei Aufbaumontagen mit elastischer Verbindung (z.B. Federn, Elastomere, ...) muss auf eine geschraubte Verbindung prinzipbedingt verzichtet werden. Die Montageplatten des Kühlertraggestells sollen aber in diesem Fall als Einweiserblech dienen.

Ein Verschweißen oder Vernieten des Hilfsrahmens mit den Kühlertraggestellmontageplatten ist nicht zulässig.

Ab Werk werden von RMMV verschiedene Kühlertraggestell-Montageplatten angeboten.

Im Falle der Aufbaumontage mittels Schublechen ist bei der Verbindung mit der Kühlertraggestell-Montageplatte insbesondere darauf zu achten, dass große Steifigkeitssprünge vermieden werden. Dies kann durch entsprechende Hilfsrahmengestaltung erreicht werden. Im Zweifelsfall ist eine rechnerische Überprüfung bzw. eine Festigkeitssimulation erforderlich.

Beispiele zur Ausführung von Aufbaubefestigungen sind in Kapitel Aufbau zu finden.

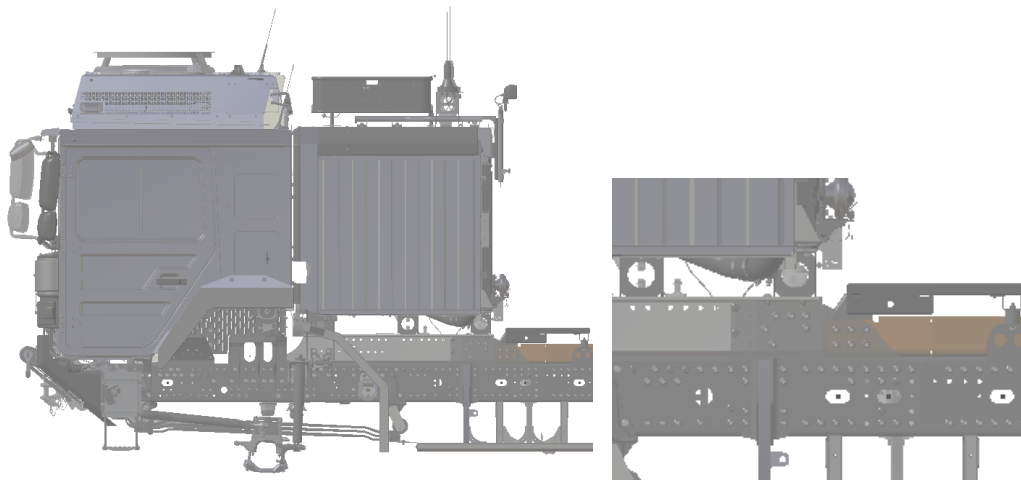


Abbildung 45: Hilfsrahmen / KTG-Montageplatte / KTG-Hilfsrahmen

7.3.6 Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten

Die Kräfteinleitung aus dem Aufbau in den Hilfsrahmen - insbesondere die Befestigung des Aufbaus gegenüber dem Rahmenverband - sowie die zugehörigen Verbindungen zum Hauptrahmen liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen sind miteinander schubweich oder schubstarr zu verbinden. Je nach Aufbausituation sind beide Verbindungsarten zu kombinieren (man spricht dann von teilweise schubstarr und gibt Länge und Bereich der schubstarrten Verbindung an). Von RMMV können

die Fahrzeuge fahrgestellseitig mit Befestigungswinkeln für die schubweiche Montage von Ladebrücken und Kofferaufbauten ausgestattet werden. Die Eignung für andere An- und Aufbauten ist zwar nicht ausgeschlossen, jedoch ist zu überprüfen, ob beim Aufbau von Arbeitsgeräten und -maschinen, Hebezeugen, Tankaufbauten usw. eine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Holzbeilagen und elastische Beilagen zwischen Rahmen und Hilfsrahmen oder Rahmen und Aufbau sind nicht zulässig (siehe Abbildung 45: Hilfsrahmen / KTG-Montageplatte / KTG-Hilfsrahmen). Jedoch kann in begründeten Ausnahmefällen, wie z.B. bei Tankaufbauten eine elastische Beilage technisch notwendig sein. Dies ist im Einzelfall zur Genehmigung mit RMMV abzusprechen.

Ebenso können RMMV-Fahrzeuge werkseitig mit Schubblechen für eine schubfeste Verbindung ausgestattet werden. Für Sonderfahrzeuge sind auch großflächige Schubbleche möglich, in solchen Fällen ist eine Abstimmung mit RMMV zwingend erforderlich.

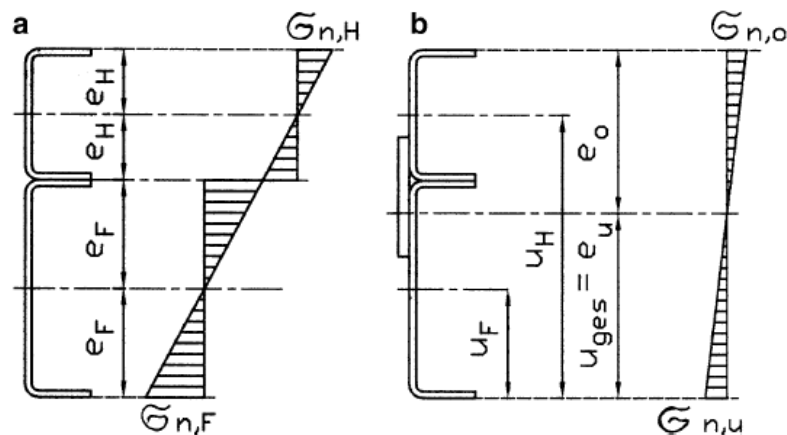


Abbildung 46: Darstellung Biegemomentenverlauf

Bei Aufbauten aus andersartigem Werkstoff (z.B. Edelstahl oder Aluminium) müssen geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Kontaktkorrosion ergriffen werden.

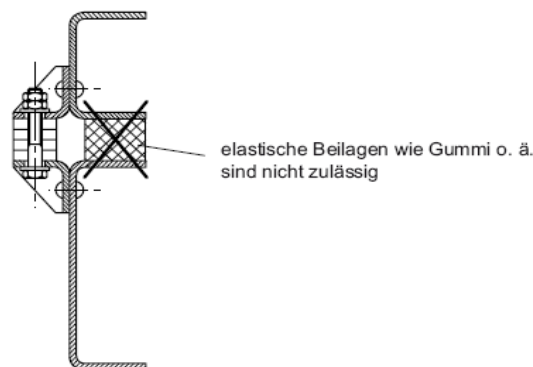


Abbildung 47: Elastische Beilagen ESC-026

7.3.7 Schraub- und Nietverbindung

Für die Auslegung der Schraubenverbindung zwischen Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen ist der Aufbauhersteller verantwortlich. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Schraubverbindungen regelmäßig geprüft und gegebenenfalls nachgezogen werden. Besonders bei schubweichen Aufbaubefestigungen besteht erhöhte Gefahr auf Lockern der Schraubverbindungen.

Bei Verschraubungen, die ab Werk vorhanden sind und während den Aufbaubauarbeiten gelöst werden müssen, gilt Kapitel 7.3.

Zulässig sind Schraubverbindungen mit mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehsicherung.

Ebenfalls möglich ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM oder Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen. Zulässig - durch RMMV aber nicht erprobt - sind auch Flanschschrauben. RMMV weist darauf hin, dass Flanschschrauben durch das Fehlen einer echten Losdrehsicherung enorme Anforderungen an die Montagegenauigkeit stellen. Dies gilt insbesondere bei geringen Klemmlängen.

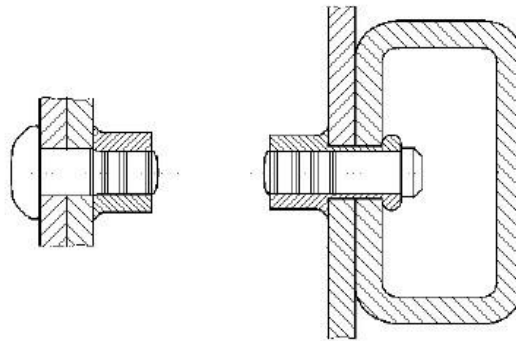


Abbildung 48: Nietverbindung bei offenen und bei geschlossenen Profilen ESC-157

Ist in den Bereichen von Hauptkomponenten des Fahrzeuges wie beispielsweise Motor- oder Getriebelager, Verteilergetriebelagerung, Lenkungsbauteile, Fahrwerksbauteile eine Überdeckung mit Aufbau- oder Anbaubefestigungen erforderlich, müssen die Befestigungselemente an diesen Stellen ausgenommen werden (siehe Abbildung 49).

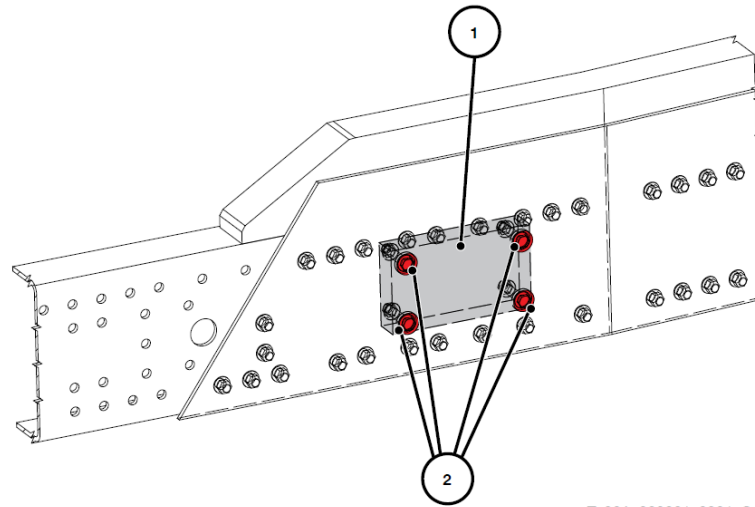


Abbildung 49: Beispiel Motor- Getriebelager

7.3.8 Schubweiche Verbindung

Schubweiche Verbindungen sind kraft-/ reibschlüssig. Eine Relativbewegung zwischen Rahmen- und Hilfsrahmen ist bedingt möglich. Alle Aufbauten oder Hilfsrahmen, die durch Befestigungswinkel mit dem Fahrzeugrahmen verschraubt werden, sind schubweiche Verbindungen. Auch wenn Schubleche verwendet werden, sind diese Verbindungselemente als schubweich zu betrachten, wenn sie nicht den Bedingungen einer schubstarran Verbindung genügen (siehe Abschnitt 0).

Bei einer schubweichen Verbindung sind zunächst die am Fahrgestell vorgesehenen Befestigungspunkte zu verwenden. Sind diese nicht ausreichend oder aus konstruktiven Gründen nicht verwendbar, dann sind zusätzliche Befestigungen an geeigneten Stellen vorzusehen. Bei zusätzlich erforderlichen Rahmenbohrungen ist Abschnitt 5.3 zu beachten.

Die Anzahl der Befestigungen ist so zu wählen, dass der Mittenabstand zwischen den Befestigungspunkten 1200mm nicht überschreitet (siehe Abbildung 50).

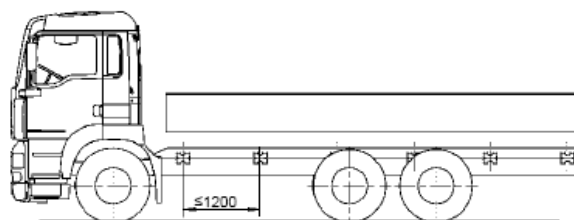


Abbildung 50: Abstand Hilfsrahmenbefestigungen ESC-100

Werden RMMV -Befestigungswinkel lose oder am Fahrzeug mitgeliefert, entbindet dies den Aufbauhersteller nicht von der Pflicht zu prüfen, ob Anzahl und Anordnung (vorhandene Rahmenbohrungen) für seinen Aufbau richtig bzw. ausreichend sind.

Die Befestigungswinkel an RMMV -Fahrzeugen sind mit Langlöchern versehen, die in Fahrzeuglängsrichtung weisen (siehe Abbildung 51). Sie gleichen Toleranzen aus und lassen bei schubweichen Verbindungen die unvermeidbare Längsbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen bzw. zwischen Rahmen und Aufbau zu. Zum Ausgleich der Breitenabstandsmaße können die Befestigungswinkel des Hilfsrahmens ebenfalls mit Langlöchern versehen werden, die dann quer zur Fahrzeuglängsrichtung angeordnet sein müssen.

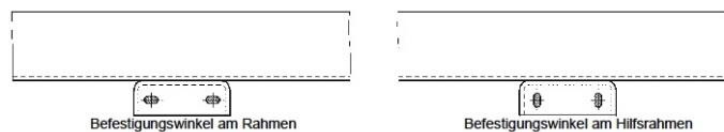


Abbildung 51: Befestigungswinkel mit Langlöchern ESC-038

Der unterschiedliche Abstand zwischen den Befestigungswinkeln von Rahmen und Hilfsrahmen ist durch Einfügen von Beilagen mit entsprechender Dicke auszugleichen (siehe Abbildung 52). Die Beilagen müssen aus Stahl sein, wobei Qualität S235JR (= St37-2) ausreicht. Mehr als vier Beilagen an einer Befestigungsstelle sind zu vermeiden.

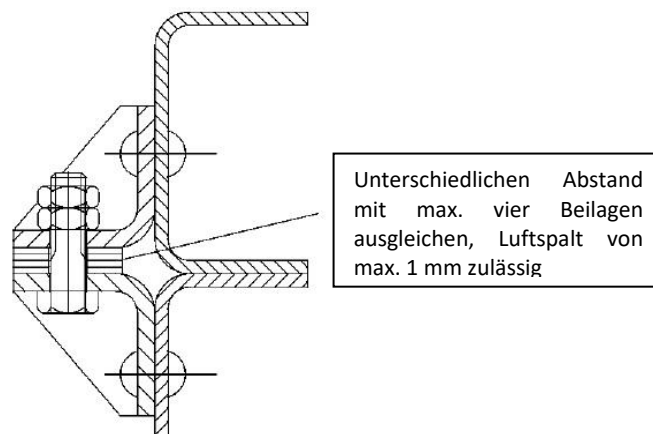


Abbildung 52: Beilagen zwischen Befestigungswinkeln ESC-628

Besteht die Gefahr, dass Befestigungsschrauben sich lockern, dann sind Schrauben mit einer Länge von ca.100 bis 120mm zu verwenden. Dies mindert die Lockerungsgefahr, da entsprechend lange Schrauben eine höhere elastische Dehnfähigkeit aufweisen. Bei langen Schrauben sind in Verbindung mit normalen Befestigungswinkeln verdrehgesicherte Distanzhülsen beizufügen (siehe Abbildung 53).

Als Befestigungsschrauben sind Schrauben mit mechanischer Losdrehesicherung zu verwenden (sh. Abschnitt 5.3).

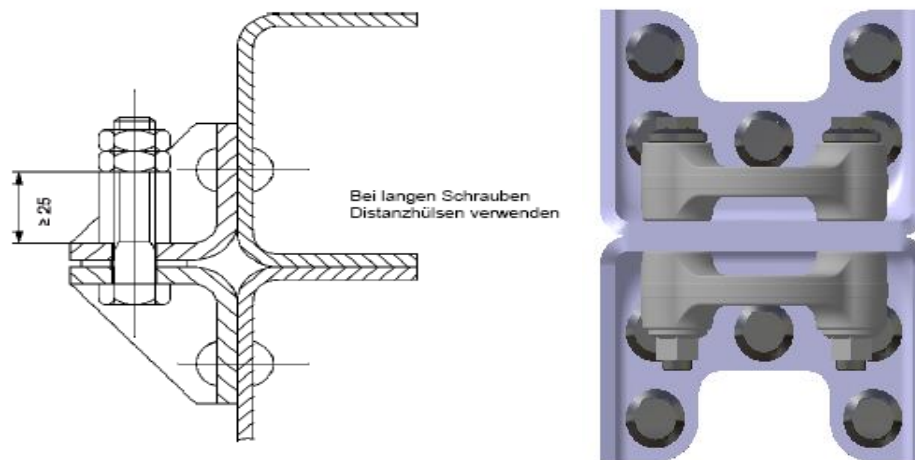


Abbildung 53: Erhöhung der Dehnfähigkeit durch lange Schrauben und Distanzhülsen ESC-635

Weitere mögliche schubweiche Befestigungen (z.B. Bridenbefestigung) siehe folgende Abbildungen.

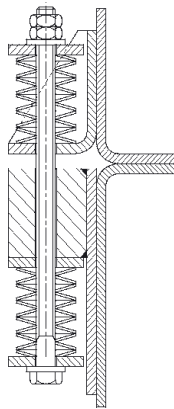


Abbildung 54: Lange Schrauben und Tellerfedern ESC-101

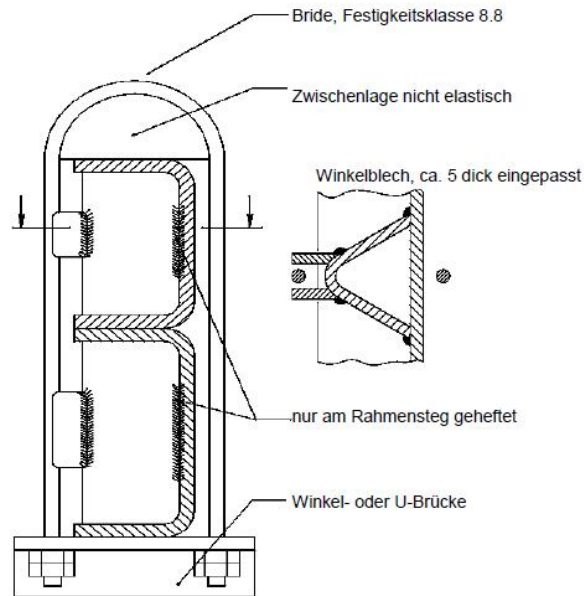


Abbildung 55: Bridenbefestigung ESC-123

7.3.9 Schubstarre Verbindung

Hinweis: Siehe auch manted.de zivile Richtlinie (MAN)

Bei schubstarrten Verbindungen ist eine Relativbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen nicht mehr möglich. Der Hilfsrahmen folgt also allen Bewegungen des Rahmens. Ist die schubstarre Verbindung einwandfrei, dann werden Rahmen- und Hilfsrahmenprofil im Bereich der schubstarrten Verbindung bei der Berechnung als ein einziges Profil betrachtet. Ab Werk gelieferte Befestigungswinkel sind wie andere Verbindungen die auf Kraft/ Reibschluss wirken keine schubstarre Verbindung. Nur formschlüssige Verbindungsmittel sind schubstarr.

Formschlüssige Verbindungsmittel sind Niete oder Schrauben. Schrauben jedoch nur dann, wenn ein Lochspiel von $\leq 0,2\text{mm}$ eingehalten wird. Für schubstarre Verbindungen sind Schaftschrauben (alternativ auch Passschrauben möglich) vorzusehen.

Die Mindestqualität ist 10.9. Die Lochwandung darf nicht mit den Schraubengewindengängen in Berührung kommen (siehe Abbildung 56).

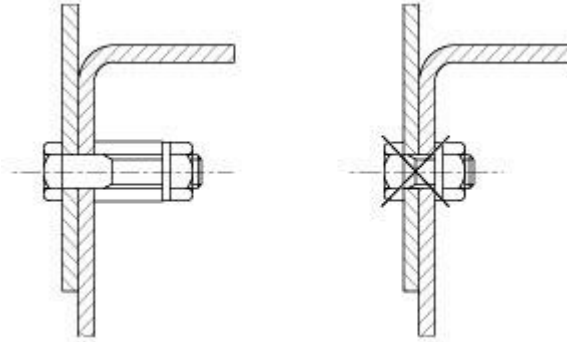


Abbildung 56: Berührung Schraubengewinde an Lochwandung ESC-029

Aufgrund der meist geringen erforderlichen Klemmlänge können Distanzhülsen wie in Abbildung 53 zur Anwendung kommen.

Durch zahlreiche Kabel- bzw. Leitungsstränge im Fahrzeugrahmen kann die Steckrichtung der Schraube auch von innen nach außen erfolgen, in diesem Fall ist die Distanzhülse auf der Rahmenaußenseite anzubringen – Freiräume sind zu beachten).

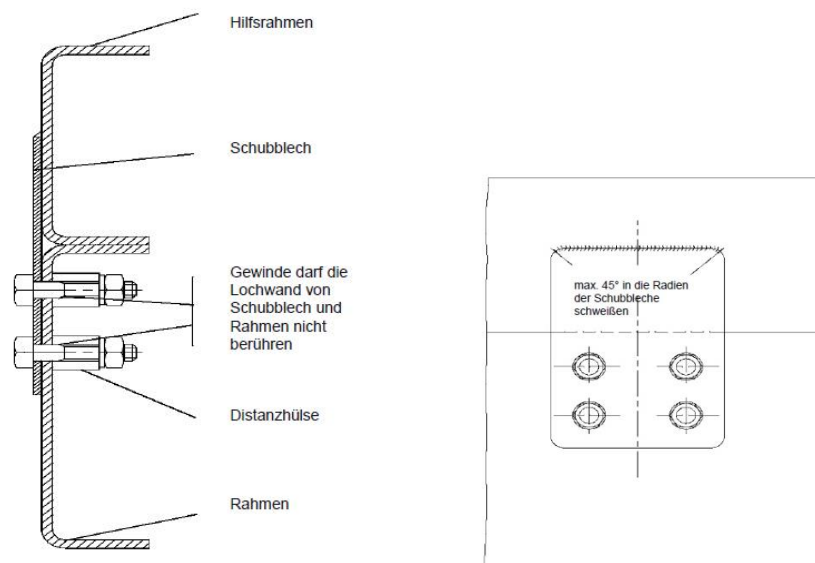


Abbildung 57: Schublechmontage ESC-037, ESC-019

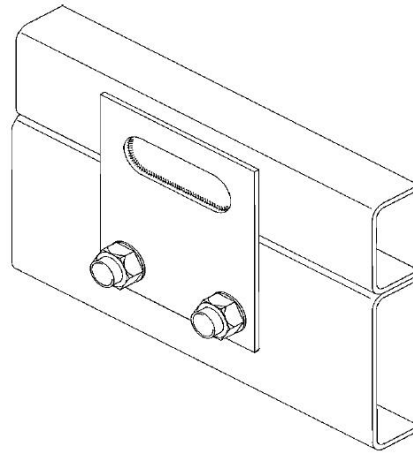


Abbildung 58: Hilfsrahmenbefestigung mit Lochschweißung ESC-025

Schubbleche können pro Rahmenseite aus einem Stück bestehen, einzelne Schubbleche sind jedoch vorzuziehen. Die Schubblechdicke soll der Rahmenstegdicke entsprechen, eine Toleranz von +1 mm ist zulässig.

Um den Rahmen in seiner Verwindungsfähigkeit möglichst wenig zu beeinträchtigen, sind Schubbleche nur dort anzubringen, wo sie unbedingt erforderlich sind. Beginn, Ende sowie die erforderliche Länge einer schubstarrten Verbindung sind rechnerisch bestimmbar. Der Berechnung entsprechend ist die Befestigung auszulegen. Für die übrigen Befestigungspunkte außerhalb des definierten schubstarrten Bereichs können schubweiche Befestigungen gewählt werden. (Hinweis: Schubbleche mit Lochspiel >0,3mm zählen ebenfalls als schubweiche Befestigung).

7.4 Aufbauten

7.4.1 Aufbauprüfung

Eine Aufbauprüfung inklusive Funktion durch RMMV ist dann erforderlich, wenn von dieser Aufbaurichtlinie abgewichen wird. Zur Bewertung wird eine prüffähige Aufbaudokumentation benötigt. Ist RMMV GU wird eine Aufbauprüfung grundsätzlich durchgeführt (siehe Kapitel 1). Diese Dokumentation muss neben der Aufbauzeichnung enthalten:

- Lasten und deren Lastangriffspunkte
- Kräfte aus dem Aufbau
- Achslastberechnungbesondere Einsatzbedingungen (Siehe Kapitel 4.1)
- Hilfsrahmen
 - Werkstoff und Querschnittswerte
 - Maße/Profilart
 - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
 - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung

- Querschnittsänderungen
- zusätzliche Verstärkungen
- Kröpfungen etc. Verbindungsmittel: Anzugsmomente
- Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
- Art
- Größe
- Anzahl.

Hinweis: eine Kennzeichnung der Abweichungen von den Aufbaurichtlinien ist in allen Unterlagen erforderlich!

Fotos, 3D-Abbildungen, perspektivische Darstellungen können zur Verdeutlichung herangezogen werden, ersetzen jedoch nicht die vorgenannten verbindlichen Dokumente.

Bei alle Aufbauten sind die Vorschriften der UN Regelung R10 (Änderunsserie 06) und UN Regelung R105 einzuhalten.

7.4.2 Pritschen- und Kofferaufbauten sowie Containertragrahmen

Zur gleichmäßigen Belastung des Fahrgestells erfolgt die Aufbaubefestigung in der Regel über einen Hilfsrahmen. Schon bei der Bemessung des Aufbaus ist auf Freigängigkeit der Räder auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand sowie voller Achsverschrängung des Fahrgestells zu achten (entsprechende CAD-Freiraummodell können im Bedarf durch RMMV zur Verfügung gestellt werden). Zusätzlicher Platzbedarf z.B. für Gleitschutzketten, Seitenneigung des Fahrzeuges, Achsverschrängung sind zu berücksichtigen. Generell muss der Aufbauhersteller die Freigängigkeit zu sämtlichen Bauteilen am Chassis (zB Bremszylinder, Verteilergetriebe, Bauteile der Lenkanlage, ...) sicherstellen und auch die Funktion bzw. Zugänglichkeit zu Chassisbauteilen zu gewährleisten (zB Tankverschluss, Anhängerkupplung, Batteriekasten, Unterlegkeile, ...).

Klappbare Bordwände dürfen auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand nicht auf der Fahrbahn aufstehen. Der Aufbau muss verwindungsfrei auf den Rahmenlängsträgern aufliegen. Geschlossene Aufbauten wie z.B. Koffer sind gegenüber dem Fahrgestellrahmen relativ torsionsstarr ausgeführt. Damit die gewünschte Rahmenverwindung (z.B. bei Kurvenfahrt) durch den Aufbau nicht behindert wird, soll die Aufbaubefestigung am vorderen Aufbauende verdrehweich und hinten starr erfolgen.. Dieses Prinzip gilt besonders, wenn das Fahrzeug geländegängig sein soll.

Wir empfehlen für diesen Fall die Aufbaubefestigung mit Dreipunkt- oder Rautenlagerung (Lagerungsprinzip siehe Abbildung 59).

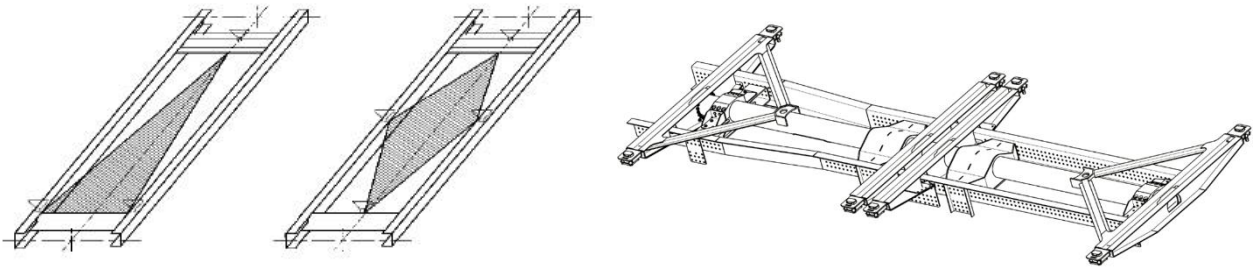


Abbildung 59: Lagermöglichkeit verwindungssteifer Aufbauten gegenüber verdrehweichem Fahrgestell

Bei der Auslegung der Lagerung müssen die jeweiligen Freiheitsgrade und Elastizitäten der einzelnen Lagerpunkte aufeinander abgestimmt werden.

7.4.3 Ladebordwand

Voraussetzungen:

Vor dem Anbau einer Ladebordwand (auch Hubladebordwand, Hubladebühne, Ladebühne) ist die Verträglichkeit mit der Fahrzeugauslegung, dem Fahrgestell und dem Aufbau zu prüfen. Bei verwindungsfreien Aufbauten ist die Ladebordwand ausschließlich über den Aufbau anzubinden (keine An-/Verbindung zum Fahrzeugrahmen).

Die Montage einer Ladebordwand beeinflusst:

- Gewichtsverteilung
- Aufbau- und Gesamtlänge
- Rahmendurchbiegung
- Hilfsrahmendurchbiegung
- Verbindungsart Rahmen/ Hilfsrahmen
- das elektrische Bordnetz (Batterie, Generator, Verkabelung)
- EMV des Gesamtsystems

Der Aufbauhersteller muss:

- Allgemein gültige Anforderungen wie geforderte Klimazonen, EMV Anforderungen, Gefahrgutzulassung,...
- eine Achslastberechnung erstellen.
- die vorgeschriebene Mindestvorderachslast einhalten (siehe Kapitel ,Allgemeine technische Grundlagen ' Abschnitt Achsüberlastung, einseitige Beladung).
- eine Überlastung der Achsen vermeiden.
- falls notwendig, Aufbaulänge und hinteren Überhang kürzen oder den Radstand verlängern. (Nur nach vorheriger Rücksprache mit RMMV durchzuführen)

- die Standsicherheit prüfen.
- den Hilfsrahmen samt Verbindung zum Rahmen (schubweich, schubstarr) bei verwindungsarmen Aufbauten auslegen, siehe Abschnitt „Hilfsrahmen festlegen“ in diesem Kapitel
- Batterien mit ausreichender Kapazität $\geq 175\text{Ah}$, besser 225Ah und Generator ausreichender Leistung vorsehen.
- elektrische Schnittstelle für Ladebordwand vorsehen
- EMV Konforme Integration der Ladebordwand
- zusätzlich gültige Vorschriften beachten z. B.:
 - EG-Richtlinie-Maschinen (konsolidierte Fassung der Richtlinie 89/392/EWG: 98/37/EG)
 - Unfallverhütungsvorschrift (UVV)
 - einen Unterfahrerschutz (wenn vom Kunden gefordert) nach EG-Richtlinie 70/221/EWG /ECE-R 58 anbauen
 - genehmigte Beleuchtungseinrichtungen nach 76/756/EWG anbauen (in Deutschland sind zusätzlich nach §53b Absatz 5 StVZO für Hubladebühnen gelbe Blinkleuchten und retroreflektierende rot-weiße Warnmarkierungen bei Betrieb der Ladebordwand vorgeschrieben)

Hilfsrahmengestaltung und Verbindung Rahmen/Hilfsrahmen:

Die Gestaltung und Auslegung des Hilfsrahmens ist nach Abschnitt 7.3 auszuführen.

Der Schlussquerträger am Fahrgestellrahmen ist beizubehalten. Die Montage einer Ladebordwand ohne Schlussquerträger ist nicht zulässig.

Elektrischer Anschluss:

Elektrohydraulische Ladebordwände erfordern eine gewissenhafte Auslegung der elektrischen Versorgung. Die Anwendung der Hinweise im Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘ der Aufbaurichtlinien werden vorausgesetzt. Die elektrische Schnittstelle für Ladebordwand ist grundsätzlich ab Werk vorzusehen (umfasst Schalter, Kontrollleuchte, Anlassperre und Stromversorgung für Ladebordwand). Eine Nachrüstung ist aufwendig und bedingt einen Eingriff in das Fahrzeugbordnetz, der nur von entsprechend geschulten Mitarbeitern der MAN/RMMV -Servicestellen durchgeführt werden soll. Die notwendige Verschaltung ist vorab mit RMMV abzustimmen. Die werkseitig eingebaute Transportsicherung ist zu entfernen. Ladebordwände sind mit geeigneten Massebändern (mind. 16mm^2 CU Geflecht) beidseitig, und auf kürzest möglichem Weg an das Chassis anzubinden.

7.4.4 Wechselbehälter

Der Wechselbehälter bzw. Container Carrier, Wechselbrückentragegestelle sind vorzugsweise in verwindungsfreier Hilfsrahmenkonstruktion auszuführen.

Der Wechselbehälter muss auf deren ganzer Länge auf dem Hilfsrahmen aufliegen. Ist dies aus konstruktiven Gründen nicht möglich, so ist der Hilfsrahmen ausreichend zu dimensionieren. Der Hilfsrahmen darf nicht an das Kühlertragegestell bei RMMV -Fahrzeugtypen HX angebunden werden.

Die Eignung der Anbindungspunkte für die jeweilige Wechseleinrichtung ist durch den Aufbauerhersteller nachzuweisen.

Andere Wechseleinrichtungen: Wechselbehälter sollen auf ganzer Rahmenlänge auf der Rahmenoberseite aufliegen.

Durch den Hilfsrahmen dürfen keine unzulässigen Spannungen in das Chassis eingeleitet werden.

7.4.5 Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen

Grundsätzlich ist ein Hilfsrahmen für jede Art von Aufbau für den Einsatz in Fahrzeugen der HX-Baureihe aufgrund der höheren Rahmenverwindung im Vergleich zu Straßenfahrzeugen höchst empfehlenswert. Sollte die Verwendung eines Hilfsrahmens durch besondere Anforderungen oder Einsatzzwecke nicht möglich sein, so muss bei der Aufbauintegration Rücksprache mit RMMV gehalten werden. Der Aufbau ohne Hilfsrahmen ist grundsätzlich vorab mit der RMMV abzustimmen. Dabei ist das Anbindungskonzept vorzulegen.

Ein Hilfsrahmen kann unter bestimmten Bedingungen (z.B. Tankaufbau) entfallen, wenn:

- ein ausreichendes Widerstandsmoment (beeinflusst die Biegespannung)
- ein ausreichendes Flächenträgheitsmoment (beeinflusst die Durchbiegung) jeweils gegen Kräfteinleitung aus dem Aufbau

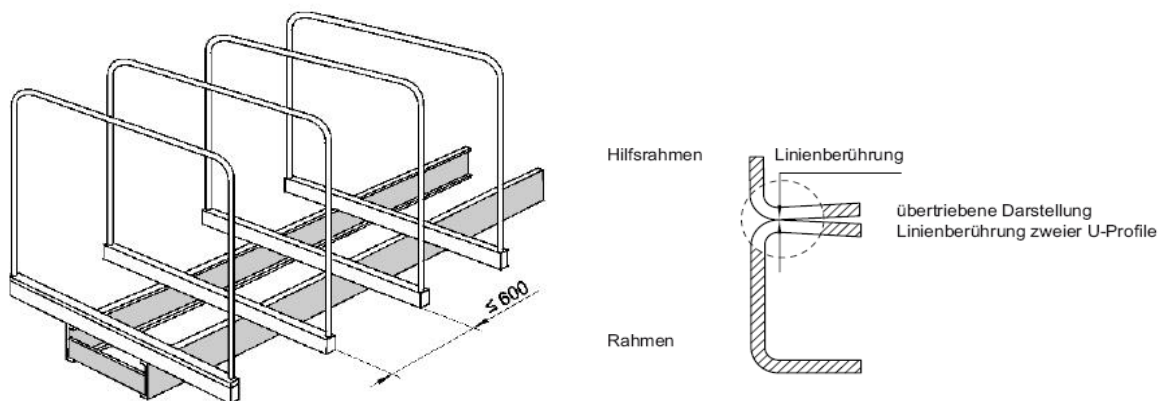


Abbildung 60: Selbsttragende Aufbauten

Schwingungsprobleme sind bei Aufbauten ohne Hilfsrahmen nicht auszuschließen. RMMV macht keine Aussagen über das Schwingungsverhalten von Fahrzeugen mit hilfrahmenlosen Aufbauten, da das Schwingungsverhalten vom Aufbau abhängt. Treten unzulässige Schwingungen auf, ist deren Ursache zu beseitigen, weshalb die nachträgliche Montage eines Hilfsrahmens trotzdem erforderlich werden kann. Auch bei hilfrahmenloser Bauweise muss die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen ebenso gegeben sein wie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

7.4.6 Drehschemelaufbau

Der mit einer Sattelkupplung vergleichbare Drehschemelaufbau benötigt immer einen Hilfsrahmen. Eine Positionierung des Drehpunktes für den Schemelaufbau hinter der theoretischen Hinterachsmittle muss hinsichtlich der Achslastverteilung und des Fahrverhaltens überprüft werden.

7.4.7 Tank- und Behälteraufbau

Je nach Transportgut sind die Fahrzeuge von den zuständigen Stellen entsprechend nationaler Auflagen, Richtlinien und Vorschriften auszurüsten. In Deutschland geben über die Beförderung gefährlicher Güter (nach UN Regelung R105 Kapitel 9.) die Gefahrgutbeauftragten der technischen Überwachung (DEKRA, TÜV) Auskunft. Des Weiteren ist bei Fahrzeugen mit Tankaufbau die Einhaltung der UN Regelung 111 – Kippstabilität von Tankfahrzeugen zu beachten. Tank- und Behälteraufbauten benötigen in der Regel einen durchgehenden Hilfsrahmen nach Kapitel 7.3.

Die hier dargestellten Richtlinien für den Tank- und Behälteraufbau beziehen sich auf die handelsübliche Straßen- und Wegegängigkeit. Tank- und Behälteraufbauten auf Fahrzeugtypen für den Offroad - Einsatz (HX) unterliegen zusätzliche Einsatzanforderungen und sind daher grundsätzlich mit RMMV vorab abzustimmen.

Die Verbindung zwischen Aufbau und Fahrgestell muss im vorderen Bereich so ausgebildet sein, dass die Verwindungsfähigkeit des Rahmens nicht behindert wird. Dies kann mit einer möglichst verdrehweichen vorderen Lagerung erreicht werden (siehe folgende Abbildung), z.B. mit einer

- Pendellagerung oder
- elastischer Lagerung.

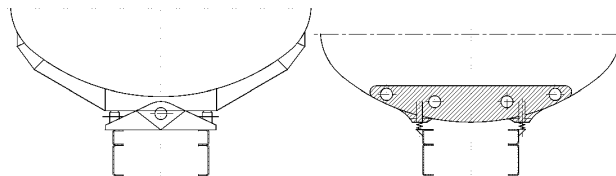


Abbildung 61: Vorderes Lager Tankaufbauten

Die vordere Lagerungsstelle soll möglichst nahe an die Vorderachsmittle heranreichen (siehe Abbildung 62). Im Bereich der theoretischen Hinterachsmittle ist die hintere, querstarre Aufbauabstützung vorzusehen.

An dieser Stelle ist auch auf eine ausreichend dimensionierte, großflächige Rahmenverbindung zu achten. Der Abstand theoretische Hinterachsmittle bis Mitte Auflager muss <1.000mm sein (siehe Abbildung 62).

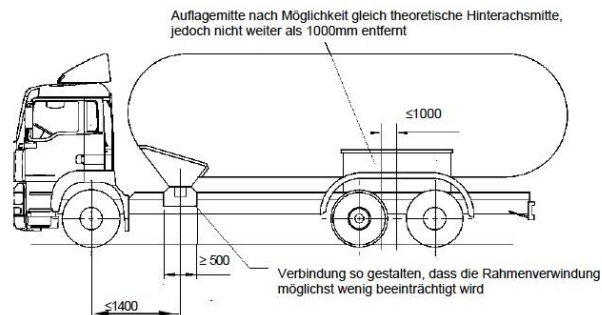


Abbildung 62: Anordnung Tank- und Silolagerung ESC-004

Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen. Schwingungen sind durch richtige Auslegung des Hilfsrahmens und richtige Anordnung der Tanklagerung beeinflussbar.

Das Einsatzgebiet des hier beschriebenen Fahrzeugs ist ausschließlich auf befestigten Straßen. Für Offroad-Einsätze sind die Aufbaukonzepte für Tankaufbauten wie bereits erwähnt vorab mit RMMV abzustimmen.

Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen.

Hinterer Schutz der Fahrzeuge:

Die Rückseite des Fahrzeugs muss über die gesamte Breite des Tanks durch eine ausreichend feste Stossstange gegen Heckaufprall geschützt sein. Der Abstand zwischen der Rückwand des Tanks und der Rückseite der Stossstange muss mindestens 100 mm betragen (wobei dieser Abstand von dem am weitesten nach hinten liegenden Punkt der Tankwand oder von den hervorstehenden Ausrüstungsteilen aus zu messen ist, die mit dem beförderten Stoff in Verbindung stehen). Fahrzeuge mit nach hinten entladbaren Kippbehältern für pulverförmige oder körnige Stoffe und Saug-Druck-Tanks für Abfälle mit kippbarem Behälter müssen nicht mit einer Stossstange versehen sein, wenn die hinteren Ausrüstungen der Behälter eine Schutzvorrichtung haben, welche die Behälter ebenso schützt wie eine Stossstange.

Diese Vorschrift gilt nicht für Fahrzeuge zur Beförderung gefährlicher Güter in Tankcontainern, ortsbeweglichen Tanks oder MEGC. Bitte auch die Vorschriften des Schutzes der Tanks gegen Beschädigung durch seitliches Anfahren oder Überschlagen aus der UN Regelung R105 (Absätze 6.8.2.1.20, 6.8.2.1.2, 6.7.2.4.3 und 6.7.2.4.5.) berücksichtigen.

7.4.8 Ladekran

Eigengewicht und Gesamtmoment eines Ladekranes müssen auf das zur Verwendung kommende Fahrgestell abgestimmt sein. Die Berechnungsgrundlage bildet das maximale Gesamtmoment und nicht das Hubmoment. Das Gesamtmoment resultiert aus dem Eigengewicht und der Hubkraft des Ladekranes bei gestrecktem Kranarm. Berechnung des Gesamtkranmomentes siehe unten Formel 14.

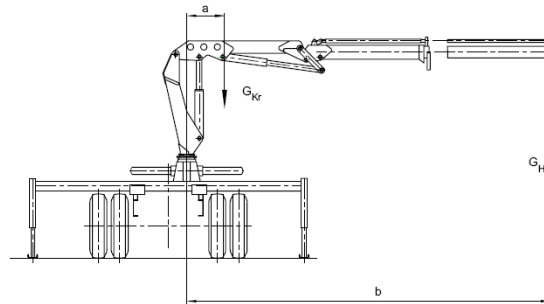


Abbildung 63: Momente am Ladekran ESC-040

Formel 14: Gesamtmoment Ladekran

$$M_{KR} = \frac{g \times s \times (G_{KR} \times a + G_H \times b)}{1000}$$

Es bedeuten:

- a = Abstand des Kranschwerpunktes von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren.
- b = Abstand der maximalen Hublast von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren
- G_H = Hublast des Ladekranes in [kg]
- G_{Kr} = Gewicht des Ladekranes in [kg]
- M_{Kr} = Gesamtmoment in [kNm]
- s = Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers (abhängig von der Kransteuerung), stets ≥ 1
- g = Erdbeschleunigung 9,81 [m/s²]

Die Anzahl der Abstützungen (zwei- oder vierfach), sowie deren Position und Abstützweite ist durch den Kranhersteller aufgrund der Standsicherheitsberechnung und der Fahrzeugbelastung zu bestimmen. RMMV kann aus technischen Gründen eine Vierfach-Abstützung verlangen. Während des Kranbetriebes müssen die Abstützungen immer bodenschlüssig ausgefahren sein. Sie sind sowohl bei Be- als auch bei Entladung entsprechend nachzusetzen. Ein hydraulischer Ausgleich zwischen den Stützen muss gesperrt sein.

Gleichfalls ist ein aus Standsicherheitsgründen evtl. notwendiger Ballast durch den Kranhersteller anzugeben.

Für die Standsicherheit ist unter anderem die Verdrehsteifigkeit des gesamten Rahmenverbandes verantwortlich.

Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Torsionssteifigkeit des Rahmenverbandes den Fahrkomfort und die Geländegängigkeit des Fahrzeugs reduziert.

Für eine ausreichende Befestigung von Kran und Hilfsrahmen muss der Aufbau- oder Kranhersteller sorgen.

Betriebskräfte einschließlich deren Sicherheitsbeiwerte müssen sicher aufgenommen werden.

Ab Werk gelieferte Brückenwinkel sind hierfür nicht geeignet. Eine unzulässig hohe Belastung der Achse(n) ist zu vermeiden.

Die maximal zulässige Achsbelastung darf im Kranbetrieb nicht mehr als das Zweifache der technisch zulässigen Achslast betragen. Stoßfaktoren der Kranhersteller sind zu berücksichtigen (siehe Formel 14) Die zulässigen Achslasten dürfen während des Fahrbetriebes nicht überschritten werden, deshalb ist eine auftragsbezogene Achslastberechnung erforderlich.

Eine asymmetrische Kranmontage ist nicht zulässig, wenn daraus ungleichmäßige Radlasten resultieren (zulässige Radlastdifferenz $\leq 5\%$ siehe auch Kapitel 4.1). Der Aufbauhersteller muss für entsprechenden Ausgleich sorgen.

Der Schwenkbereich eines Ladekranes ist zu begrenzen, wenn es die zulässigen Achslasten oder die Standsicherheit erfordern.

In welcher Art und Weise dies geschieht, hat der jeweilige Ladekranhersteller zu überprüfen (z.B. mit schwenkbereichsabhängiger Hublastbegrenzung).

Bei Montage und Betrieb des Ladekrans ist auf die erforderliche Freigängigkeit aller beweglichen Teile zu achten.

Bedienelemente müssen den vorgeschriebenen Mindestfreiraum aufweisen.

Abweichend von anderen Aufbauten muss bei Kranaufbauten am Heck zur Erhaltung der Fahrzeuglenkfähigkeit die Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand 25% gewährleistet werden. Genaue Definition, siehe Kapitel 4.1.3.

Eventuelle Stützlasten an der Anhängerkupplung sind in die erforderliche Achslastberechnung einzubeziehen.

Je nach Krangröße (Gewicht und Schwerpunktlage) und Kranposition (hinter dem Fahrerhaus oder am Heck) sind Fahrzeuge mit verstärkten Federn, verstärktem Stabilisator oder verstärkten Stoßdämpfern auszurüsten. Dies ist vorab mit der RMMV abzustimmen.

Diese Maßnahmen vermindern den Schiefstand des Fahrgestells (z.B. durch geringere Einfederung verstärkter Federn) und verhindern bzw. reduzieren die Wankneigung.

Dennoch ist bei Kranaufbauten ein Schiefstand aufgrund der Verlagerung des Fahrzeugschwerpunktes nicht immer zu vermeiden.

Nach der Montage des Aufbaus sind nochmalige Einstell- oder Kontrollarbeiten am Fahrzeug erforderlich.

Dies betrifft besonders die Scheinwerfer, sowie ggf. den hinteren Unterfahrschutz und die seitliche Schutzvorrichtung.

Eine Freigabe für einen Kranaufbau ist dann erforderlich, wenn der in diesen Aufbaurichtlinien gesetzte Rahmen überschritten wird.

Dies ist der Fall bei:

- Überschreitung des angegebenen max. Krangesamtmoments nach Abbildung 63

- Vierfach-Abstützung
- Frontabstützung.

Bei Vierfach-Abstützung liegen andere Kräfteverhältnisse vor, dies macht grundsätzlich eine Rückfrage bei RMMV erforderlich. Um die Standsicherheit im Kranbetrieb zu gewährleisten, ist der Hilfsrahmen im Bereich zwischen den beiden Abstützträgern in ausreichender Torsionssteifigkeit zu fertigen. Das Ausheben des Fahrzeuges mit den Kranabstützungen ist aus Festigkeitsgründen nicht zulässig.

Der Kranaufbau und seine Funktion sind je nach nationaler Vorschrift vor der ersten Inbetriebnahme durch einen Kransachverständigen oder eine für Kranprüfungen ermächtigte Person zu prüfen. Ist RMMV Auftraggeber wird die Aufbauabnahme stets durch internes Fachpersonal durchgeführt.

Ladekran hinter dem Fahrerhaus:

Ladekrane hinter dem Kühlertraggestell werden bei HX-Fahrzeugen üblicherweise über Kranplatten mit dem Fahrzeug verbunden. Die Ausführung der Kranplatten ist projektspezifisch mit RMMV abzustimmen. **Diese Kranplatten können in Bedarfsfall von RMMV ab Werk geliefert werden.**

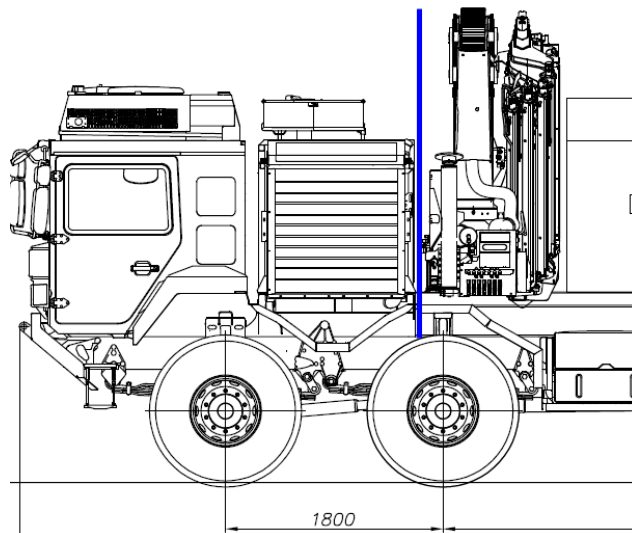


Abbildung 64: Freiraum für Ladekran hinter Kühlertraggestell

Bei der Integration des Ladekrans darf die Aufbaulinie nicht unterschritten werden – dies ist speziell auch bei rotierenden Teilen des Krans zu beachten. Trotz Einhaltung der zulässigen Vorderachslast, muss eine zu große Kopflastigkeit des Fahrzeuges aus Gründen der Fahreigenschaften vermieden werden. Die Einhaltung der zul. Vorderachslast ist bereits in der Konzeptphase zu berücksichtigen um nachträgliche Änderungen am Fahrgestell vermeiden zu können. Ist dennoch die Vorderachslast zu hoch, so ist eine Verringerung der Vorderachselast z.B. durch das Versetzen von Aggregaten erreichbar. Bei verschiedenen Fahrzeugen kann die zulässige Vorderachslast erhöht werden, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Erhöhung der zulässigen Vorderachslast und Verfahrensweise ist erst nach Rücksprache und Genehmigung mit RMMV durchführbar, ggf. ist hierfür der Tausch von Komponenten (z.B. Fahrwerkskomponenten erforderlich).

Heckladekran:

Ladekrane am Fahrzeugheck werden bei HX-Fahrzeugen üblicherweise über Kranplatten mit dem Fahrzeug verbunden. Die Ausführung der Kranplatten ist projektspezifisch mit RMMV abzustimmen. **Diese Kranplatten können in Bedarfsfall von RMMV ab Werk geliefert werden.**

Die Einhaltung der zul. Hinterachslast ist bereits in der Konzeptphase zur berücksichtigen um nachträgliche Änderungen am Fahrgestell vermeiden zu können. Ist dennoch die Hinterachslast zu hoch so ist eine Verringerung der Hinterachsbelastung z.B. durch das Ablegen des Krans nach vorne erreichbar. Bei verschiedenen Fahrzeugen kann die zulässige Hinterachslast erhöht werden, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Erhöhung der zulässigen Hinterachslast und Verfahrensweise ist erst nach Rücksprache und Freigabe mit RMMV durchführbar, ggf. ist hierfür der Tausch von Komponenten (z.B. Fahrwerkskomponenten) erforderlich.

Soll ein Zentralachsanhänger mitgeführt werden, dann muss der Aufbauhersteller die Eignung hierfür bestätigen, insbesondere in Bezug auf die zul. Achslasten. Stützlasten sind bei der Auslegung zu berücksichtigen.

Vor allem die genannten Werte im Abschnitt 4.1.3 "Mindestvorderachslast" dürfen nicht unterschritten werden.

Absattelbarer Heckladekran:

Der Nutzlastschwerpunkt ändert sich, je nachdem ob der Kran abgesattelt ist oder nicht. Um die größtmögliche Nutzlast zu erreichen, ohne dabei zulässige Achslasten zu überschreiten, empfehlen wir den Nutzlastschwerpunkt mit und ohne Kran am Aufbau deutlich zu kennzeichnen. Die durch die Absattelvorrichtung vergrößerte Überhanglänge ist zu berücksichtigen. Die Festigkeit der Absattelkonsole sowie die fachgerechte Anbringung der Konsolenaufnahme am Fahrzeug liegen im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers. Am Fahrzeug mitgeführte Stapler sind wie aufsattelbare Ladekrane im Transportzustand zu betrachten. An die Montagekonsolen für absattelbare Heckladekrane ist bei Anhängerbetrieb eine zweite Anhängerkupplung anzubauen. Diese Anhängerkupplung ist mit der am Fahrzeug angebauten über eine Zugöse verbunden (siehe Abbildung 65). Diese Anhängerkupplungskonstruktion (Anhängerkupplung bis zum Zugöse) braucht eine Bauteilgenehmigung, um als Anhängervorrichtung verwendet werden zu können. Diese Anhängervorrichtungen werden nicht vom RMMV freigegeben.

Die Hinweise im Abschnitt 5.9, 'Verbindungseinrichtungen' sind zu beachten. Absattelvorrichtung und Aufbau müssen die bei Anhängerbetrieb entstehenden Kräfte sicher aufnehmen und übertragen können. Bei aufgesatteltm Kran und Betrieb ohne Anhänger müssen an der Absattelvorrichtung ein Unterfahrschutz (beachte Abschnitt 5.13) sowie die gesetzlich vorgeschriebene Beleuchtungseinrichtung vorhanden sein. Dieser Unterfahrschutz benötigt eine Bauteilgenehmigung nach UN Regelung R58 Änderungsserie 03.

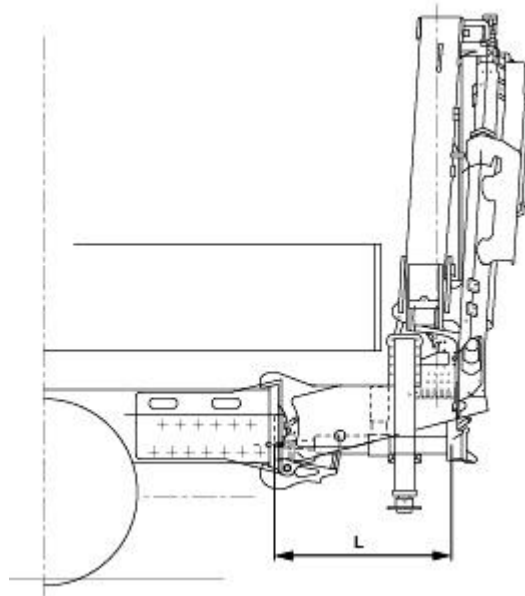


Abbildung 65: Absattelvorrichtung für Heckladekran ESC-023

Hilfsrahmen für Ladekran:

Für Ladekranaufbauten ist in jedem Fall ein Hilfsrahmen vorzusehen. Wir empfehlen zur Schonung des Hilfsrahmens im Kranbereich einen zusätzlichen Obergurt (Verschleißplatte) zu montieren, um das Einarbeiten des Kranfußes in den Hilfsrahmen zu vermeiden. Die Stärke des zusätzlichen Obergurts soll je nach Krangröße 8-10mm betragen.

Ladekrane werden häufig in Verbindung mit anderen Aufbauten montiert, für die ebenfalls ein Hilfsrahmen erforderlich ist (z.B. Bergfahrzeug, Sattelzugmaschine, Drehschemelaufbau). Der Hilfsrahmen für den Kran und der Hilfsrahmen des Aufbaus sind jeweils aufeinander abzustimmen. Unterschiedliche Hilfsrahmen sind zulässig, jedoch sind einteilige Hilfsrahmenlösungen zu bevorzugen und einer eigenständigen Ausführung zu bevorzugen. Bei unterschiedlichen Hilfsrahmenhöhen sind die Übergänge so zu gestalten, dass sich ein möglichst geringer Steifigkeitssprung ergibt-vergleiche mit Abschnitt 7.3.3.

In diesem Zusammenhang wird von RMMV ab Werk eine Kranplatte für verschiedene Kranausführungen angeboten.

Für einen absattelbaren Ladekran muss der Hilfsrahmen so gestaltet sein, dass die Absattelvorrichtung und der Ladekran sicher aufgenommen werden können. Die Ausführung der Konsolenaufnahme (Bolzenbefestigung etc.) liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauerstellers.

Außerdem ist zur Erhöhung der Torsionssteifigkeit im Hilfsrahmen ein Kreuzverband (X-Verband, siehe Abbildung 66) oder eine gleichwertige Konstruktion vorzusehen.

Für die Anerkennung als „gleichwertige Konstruktion“ ist jedoch eine Genehmigung durch RMMV Voraussetzung.

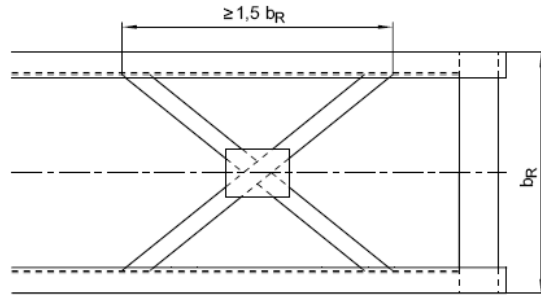


Abbildung 66: Kreuzverstrebung im Hilfsrahmen ESC-024

7.4.9 Kipper

Ist beim Fahrzeugeinsatz mit erhöhten Aufbau- bzw. Ladungsschwerpunkten zu rechnen, kann die Fahrzeugausstattung entsprechend gewählt werden (2. Stabilisator an Hinterachse).

Durch die spezifischen Anforderungen hinsichtlich der Schnittstellen bei Kipperebauten muss das Fahrgestell bereits ab Werk für den Kipperbetrieb ausgelegt sein. Daher ist für Kipper-Aufbauten eine Abstimmung mit RMMV zwingend erforderlich.

Alle Kipperebauten benötigen einen durchgehenden Hilfsrahmen aus Stahl, eine schubstarre Verbindung ist zu bevorzugen.

Bei Kippvorgängen kann es zu erhöhten Torsionsbelastungen auf das Fahrgestell- und den Hilfsrahmen kommen. Durch diese Belastungen muss der Hilfsrahmen ausreichend torsionssteif ausgeführt werden. Die Torsionssteifigkeit eines Hilfsrahmens kann zum Beispiel durch eine Diagonalverstrebung erhöht werden, siehe auch Kapitel 7.3.3.

Kipperpressen und Kipperlager sind im Hilfsrahmen zu integrieren.

Folgende Eckdaten sind einzuhalten:

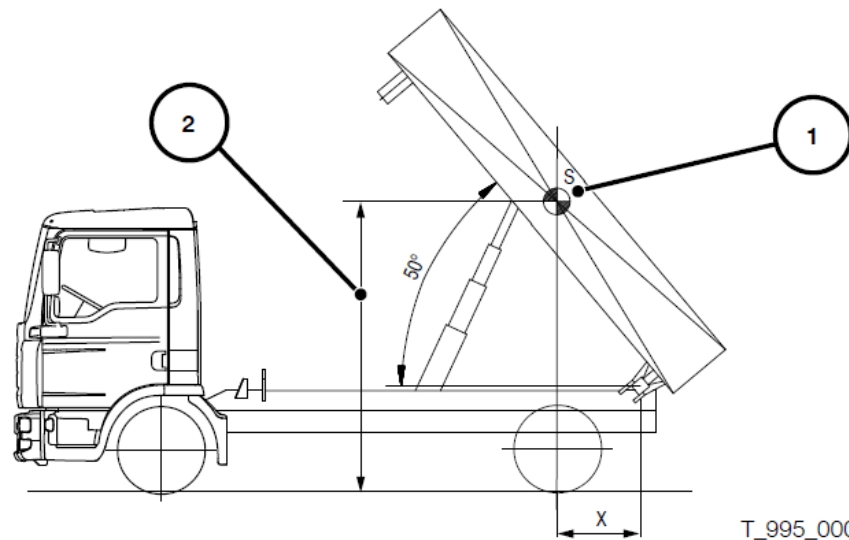
- Kippwinkel nach hinten und zur Seite sind so auszuführen, dass ein Kippen des Fahrzeuges zur Seite oder nach hinten vermieden wird, insbesondere wenn das Fahrzeug im Gelände auf schrägem Untergrund aufgekippt wird (Richtwert $\leq 50^\circ$).
- Der Schwerpunkt von Kippbrücke mit Nutzlast darf beim Hinterkippen nur dann hinter Mitte letzter Achse kommen, wenn die Standsicherheit des Fahrzeugs gewährleistet ist.
- Die Schwerpunktshöhe (siehe folgende 2 Abbildungen) der Ladung hat während des Kippvorgangs einen großen Einfluss auf die Standsicherheit des Fahrzeuges. Ein hoher Schwerpunkt kann schon bei geringem Schrägstand des Fahrzeuges zu einer Beeinträchtigung der Standsicherheit führen. Daher ist der mögliche Schwerpunkt der Ladung während des Kippvorgangs bei der Standsicherheitsüberprüfung durch den Aufbauer zu beachten. Besonders zu beachten sind zum Beispiel schwer schüttbare Güter.

Wir empfehlen:

- Das hintere Kippelager ist möglichst nahe an der letzten Hinterachse anzuordnen – Richtwerte geben das Maß „x“ gemäß nachstehender Tabelle.

Tabelle 13: Maximalmaße Kipplagerabstand

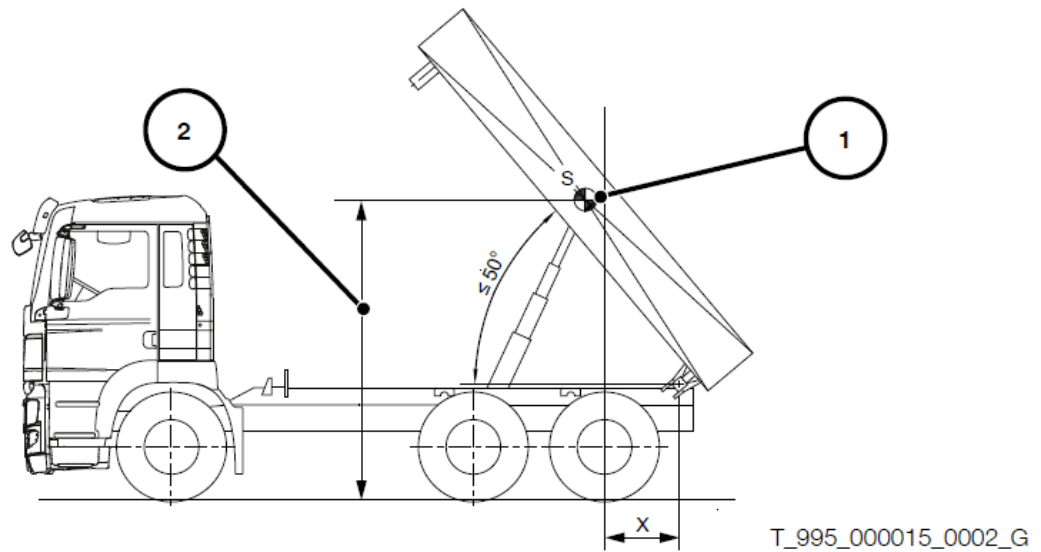
Fahrgestell	Maß x [mm]
Zweiachser	≤ 1200
Dreiachser, Vierachser	≤ 800



T_995_000006_0002_G

- 1) Schwerpunkt Kippbrücke
- 2) Schwerpunktshöhe

Abbildung 67: Empfohlene Maße für Kippaufbauten bei 2-Achser-Fahrzeugen



- 1) Schwerpunkt Kippbrücke
- 2) Schwerpunktshöhe

Abbildung 68: Empfohlene Maße für Kippaufbauten bei 3- bzw. 4-Achser-Fahrzeugen

Aus Gründen der Betriebssicherheit, der Einsatzbedingungen oder bei Überschreitung der oben angegebenen Werte können zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden. Zum Beispiel kann die Verwendung von hydraulischen Abstützungen zur Erhöhung der Standsicherheit oder das Versetzen bestimmter Aggregate erforderlich sein. Es wird jedoch vorausgesetzt, dass der Aufbauhersteller von sich aus die Notwendigkeit solcher Maßnahmen erkennt und durchführt.

Bei kippbaren Aufbauten muss der Aufbauhersteller für den Fall von Reparaturen unter dem gekippten Aufbau zum Arbeitsschutz der Mitarbeiter Abstützungen vorsehen.

7.4.10 Hakenladesystem

Bei der Integration von Hakenladesystemen müssen insbesondere beim Bei- und Entladen die Achslasten geprüft werden, sodass es zu keinem Kippen des Fahrzeuges beim Be- oder Entladevorgang kommen kann. Des Weiteren muss auch die Kollisionsfreiheit beim Be- und Entladevorgang geprüft werden.

Hakenladeysteme werden üblicherweise mit einer Mischung aus schubfesten und schubweichen Verbindungen mit dem Fahrgestellrahmen verbunden – durch die Komplexität der Anbindung ist zwingend eine FE-Rechnung erforderlich bzw. muss die Aufbauintegration in Abstimmung mit RMMV erfolgen.

Da der Hilfsrahmen von Hakenladesystemen möglichst niedrig über dem Hauptrahmen sitzen muss, kommt es zu vielen Engstellen mit dem Chassis (zB Bremszylinder, ...). Daher ist bei der Aufbauintegration eine Schnittstellenklärung sowohl für die mechanischen, aber auch für die hydraulischen und elektrischen Schnittstellen notwendig.

Im Falle eines Motorausfalles muss dafür Sorge getragen werden, dass eine Fremdbetätigung des Systems möglich ist.

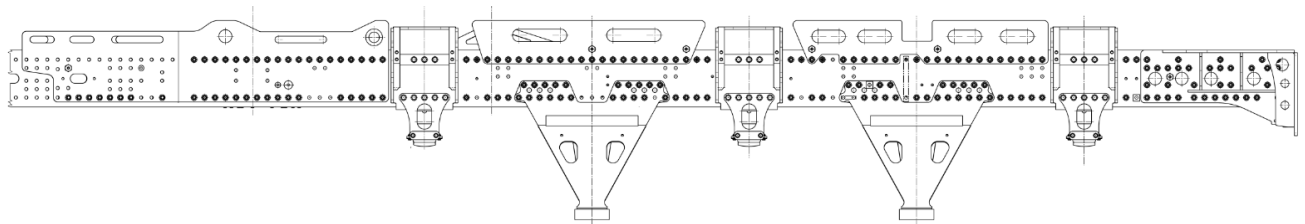
7.4.11 Berge- und Abschleppaufbau

Zur gleichmäßigen Belastung des Fahrgestells erfolgt die Aufbaubefestigung in der Regel über einen Hilfsrahmen. Der Hilfsrahmen ist durchgehend auszuführen und muss eben auf dem oberen Obergurt der Rahmenlängsträger aufliegen. Eine Anbindung des Bergeaufbaus mittels verwindungssteifen Hilfsrahmen ist vorzusehen. Der Fahrzeugrahmen darf vor und während der Montage nicht verformt werden. Die Anbindung des Hilfsrahmens an das Kühlertragegestell bei HX- Fahrzeugtypen ist untersagt. Die Anforderungen an die Hilfsrahmengestaltung gemäß Kapitel 7.3 sind zu berücksichtigen.

Schon bei der Bemessung des Aufbaus ist auf Freigängigkeit der Räder auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand sowie voller Achsverschränkung des Fahrgestells zu achten. Die Streckgrenze darf in keinem Fahr- oder Belastungszustand überschritten werden. Die Anbindung des Hilfsrahmens hat schubfest bzw. schubweich zu erfolgen. Die Anbindung durch eine Schweißverbindung mit dem Rahmenlängsträger ist untersagt.

RMMV bietet ab Werk geeignete Montageplatten am Rahmen an. Diese Montageplatten sind so ausgeführt, dass ein Verschweißen des Aufbaus mit der Montageplatte möglich sind.

Abbildung 69 Schubleche am Rahmen



Wird das Berge- und Abschleppfahrzeug mit Kran dargestellt, ist Abschnitt 7.4.8 zusätzlich zu berücksichtigen. Die Anbauanforderungen an die Berge- und Selbstbergewinde sind im Abschnitt 0 ausgeführt.

Die Konstruktion des Bergeaufbaus ist so zu gestalten, dass durch geeignete konstruktive Maßnahmen eine Fahrzeugüberlastung,

- vor allem an den zulässigen Achslasten vorne und hinten,
- sowie am Fahrzeugrahmen ausgeschlossen wird.

In diesem Zusammenhang ist eine optimale Gewichtsbilanz, bezogen auf die Achslastverteilung im Berge- und Abschleppfall zu berücksichtigen. Das Fahrzeug muss im Bergefall einen ausreichenden Vorderachsanteil im Bezug auf das Gesamtgewicht aufweisen, um eine einwandfreie Lenk- und Bremsfähigkeit zu gewährleisten. Dabei werden als Richtwert 20% des Gesamtgewichts des Fahrzeugs angenommen, jedoch mit einer Limitierung der Geschwindigkeit in Abhängigkeit des Bergefalls. Entsprechend dazu ist ein Ausgleichsgewicht darzustellen. Gleichzeitig sind dabei die zulässigen Hinterachslasten im Abschleppfall zu berücksichtigen.

7.4.12 Seilwinde

Bei Anbau einer Seilwinde sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- Zugkraft
- Einbaulage: Front-, Mitten-, Heck-, Seiteneinbau
- Antriebsart: mechanisch, elektromechanisch, elektrohydraulisch.

Achsen, Federn und Rahmen dürfen durch den Betrieb der Seilwinde keinesfalls überlastet werden. Dies gilt besonders bei einer von der Fahrzeuglängsachse abweichenden Richtung der Windenzugkraft. Eventuell ist eine von der Zugkraftichtung abhängige automatische Zugkraftbegrenzung notwendig. In jedem Fall ist auf eine einwandfreie Seilführung zu achten. Das Seil soll möglichst wenige Umlenkungen haben. Gleichzeitig darf jedoch kein Fahrzeugteil in seiner Funktion beeinträchtigt sein. Wegen der besseren Regulier- und Einbaumöglichkeit der Winde ist ein hydraulischer Windenantrieb vorzuziehen. Der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpe und -motor ist zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 11). Es ist zu überprüfen, ob vorhandene Hydraulikpumpen, wie z.B. die von einem Ladekran oder Kipper, mit verwendet werden können. Dadurch kann u.U. der Einbau von mehreren Nebenabtrieben vermieden werden.

Beim Schneckengetriebe mechanischer Winden ist die zulässige Eingangsdrehzahl zu beachten (in der Regel < 2.000/min). Die Übersetzung des Nebenabtriebs ist entsprechend zu wählen. Der niedrige Wirkungsgrad des Schneckengetriebes ist bei der Bestimmung des erforderlichen Mindestdrehmomentes am Nebenabtrieb zu berücksichtigen.

Für elektromechanisch oder elektrohydraulisch angetriebene Winden sind die Hinweise im Kapitel 8 zu beachten.

Die Auflagen aus dem Bereich EMV und Gefahrguttransport sind zu beachten.

7.4.13 Anbindung sonstiger Aufbaumodule

Unter diesen Modulen versteht man Bestandteile des Aufbausystems welche nicht zusammen mit dem Hauptaufbau am Fahrgestell bzw. am Hilfsrahmen befestigt werden. Beispielsweise:

- die bei Tankaufbauten üblichen Kabinette
- Werkzeug- oder Staukästen
- Aufstiegsplattformen

Bezüglich der Anbindung ans Fahrgestell gelten für diese Module sinngemäß die gleichen Vorschriften und Gesetzmäßigkeiten wie für den Hauptaufbau. Auch hier ist einerseits darauf zu achten, dass diese Module die Rahmenverwindung nicht behindern dürfen und andererseits müssen sie mittels einer geeigneten Anbindung (z.B. 3-Punktlagerung) so an den Haupt- oder Hilfsrahmen angebracht werden, dass eine Beschädigung oder eine Funktionsbeeinträchtigung der Module bei der in diesem Bereich auftretenden Rahmenverwindung ausgeschlossen werden kann. Auch muss die Lagerung die durch diverse Fahrzustände auftretenden oder durch gesetzliche Bestimmungen/Normen/Richtlinien definierten Kräfte standhalten.

7.4.14 Wechselaufbauten (Aufbauten mit wechselbarem Hilfsrahmen)

Grundsätzlich sind Aufbauten mit wechselbarem Hilfsrahmen zu vermeiden. Sollte dennoch ein Wechselaufbau zum Einsatz kommen, so ist Rücksprache mit RMMV zu halten, da die Integration solcher Aufbauten im Detail abgestimmt werden muss.

8 ELEKTRIK, ELEKTRONIK, LEITUNGEN

Zur näheren Erläuterung zum Themenkomplex „SCHNITTSTELLE ZDR MIT DATENAUSTAUSCH“ ist das entsprechende MAN Dokument sinngemäß anzuwenden.

8.1 Allgemeines

Das Kapitel ,Elektrik, Elektronik, Leitungen kann nicht erschöpfend Auskunft zu allen Fragen rund um das Bordnetz moderner Nutzfahrzeuge geben. Weiterführende Informationen zu einzelnen Systemen sind den entsprechenden Reparaturanleitungen zu entnehmen, die über den Ersatzteildienst bezogen werden können. Im Nutzfahrzeug eingebaute Elektrik, Elektronik, Leitungen entsprechen den jeweils gültigen nationalen und europäischen Normen und Richtlinien, die als Mindestanforderung zu beachten sind. RMMV-eigene Normen gehen oft erheblich über die Mindestanforderungen nationaler und internationaler Normen hinaus. So sind bei vielen elektronischen Systemen Anpassungen und Erweiterungen vorgenommen worden.

RMMV setzt aus Qualitätsgründen oder aus Sicherheitsgründen in einigen Fällen die Anwendung der RMMV - Normen voraus, dies ist in den entsprechenden Abschnitten jeweils beschrieben.

Aufbauhersteller können MAN Normen jeweils über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich) beziehen. Ein automatischer Austauschdienst findet nicht statt.

Auftragsbezogen kann die Forderung der Auslegung der Komponenten nach ADR- Richtlinie möglich sein (Vorgabe durch RMMV)

8.2 Leitungsverlegung, Masseleitung

Es gelten die Grundsätze der Leitungsverlegung aus den Kapiteln ,Elektrik, Elektronik, Leitungen und ,Bremsen. Bei RMMV -Fahrzeugen wird der Rahmen nicht als Masseleitung zweckentfremdet, mit der Plusleitung ist stets auch eine eigene Masseleitung zum Verbraucher zu verlegen. Massepunkte zum Anschluss von Masseleitungen durch Aufbauhersteller:

Primär sind die durch RMMV ab Werk zur Verfügung gestellten Stromversorgungs-Vorbereitungen zu nutzen. Nur im Ausnahmefall dürfen an folgenden Stellen Masseleitungen angeschlossen werden:

- hinter der Zentralelektrik
- hinter der Instrumentierung
- am Hauptrelais des elektrischen Batterie Hauptschalters (fahrzeugseitig)

An den Massepunkten hinter der Zentralelektrik und Instrumentierung dürfen zusammen nicht mehr als 10A (tatsächlicher Strombedarf) abgegriffen werden. Zigarettenanzünder und eventuelle Zusatzsteckdosen haben eigene Leistungsbegrenzungen, diese sind der Betriebsanleitung zu entnehmen.

8.3 Behandlung von Batterien

Es gilt (z.B. für Standzeiten während der Aufbauphase) der entsprechende Abschnitt im Kapitel ,Elektrik, Elektronik, Leitungen. Zusätzlich ist zu beachten: Schnelllade- und Fremdstartgeräte sind nicht zulässig, da deren Anwendung Steuergeräte zerstören kann. Fremdstart von Fahrzeug zu Fahrzeug ist zulässig, dabei nach Betriebsanleitung vorgehen.

Bei laufendem Motor:

- Batterie Hauptschalter nicht ausschalten
- Batterie- bzw. Polklemmen nicht lösen oder demontieren.

Achtung: Beim Abklemmen der Batterien und bei Betätigung des Batterie-Hauptschalters unbedingt folgende Reihenfolge beachten:

- alle Verbraucher ausschalten (z.B. Licht aus; Warnblinklicht aus)
- Zündung ausschalten
- Türen schließen
- Nachlaufzeit von 20s abwarten bis die Batterien abgeklemmt werden (Minus-Pol zuerst)
- der elektrische Batterie Hauptschalter benötigt eine zusätzliche Nachlaufzeit von 15s.

Grund:

Viele Fahrzeugfunktionen werden durch den zentralen Bordrechner (ZBR) gesteuert, der seinen letzten Status erst abspeichern muss, bevor er stromlos gemacht werden darf. Bleiben z.B. die Türen offen, beträgt die Zeitkonstante bis zum geregelten Betriebsende des ZBR 5 Minuten, weil mit dem ZBR auch die Schließfunktionen überwacht werden.

Bei offenen Türen muss deshalb bis zum Abklemmen der Batterien mehr als 5 Minuten gewartet werden, Türen schließen verkürzt die Wartezeit auf 20s. Nichtbeachtung der hier beschriebenen Reihenfolge führt unweigerlich zu Fehlereinträgen in einigen Steuergeräten (z.B. im zentralen Bordrechner ZBR).

Wird das Fahrzeug während der Aufbauzeit temporär oder länger nicht genutzt, kann es zu einer Tiefentladung der Fahrzeugbatterien kommen. Um hieraus resultierende Schäden / Instandsetzungskosten bestmöglich zu vermeiden, wird auf die Hinweise im RMMV Customer Service Log verwiesen. Dieses kann in der aktuellen Version beim RMMV Service angefordert werden.

8.4 Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen

Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen die Aufbauvorbereitungen enthalten oder beschreiben, sind bei RMMV erhältlich.

Es liegt in der Verantwortung des Aufbauherstellers, sich zu vergewissern, dass die von Ihm benutzten Unterlagen wie z.B. Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen dem im Fahrzeug verbauten Änderungsstand entsprechen. Weitere technische Informationen sind den Reparaturanleitungen zu entnehmen. Diese können über den Ersatzteildienst beschafft werden.

8.5 Zusätzliche Verbraucher

Keine Veränderungen bzw. Erweiterungen des Bordnetzes vornehmen! Dies gilt insbesondere für die Zentralelektrik. Für Schäden, die aufgrund von Veränderungen entstehen, haftet derjenige, der die Veränderung durchführt. Grundsätzlich sind zusätzliche Verbraucher über entsprechende Schnittstellen anzuschließen, welche ab Werk von RMMV vorgesehen werden (bei Bestellung der Vorbereitung).

Nur im Ausnahmefall ist ein nachträglicher Einbau gestattet. Dieser muss vorab mit RMMV abgestimmt werden.

Beim nachträglichen Einbau zusätzlicher elektrischer Verbraucher ist zu beachten:

In der Zentralelektrik sind keine freien Sicherungen zur Verwendung für den Aufbauhersteller vorhanden, zusätzliche Sicherungen können in einem vorbereiteten Halter befestigt werden der sich neben der Zentralelektrik befindet. Keine vorhandenen Stromkreise der Bordelektrik anzapfen, kein Anschließen weiterer Verbraucher an bereits belegten Sicherungen. Jeder eingebrachte Stromkreis muss ausreichend dimensioniert und über eigene Sicherungen abgesichert werden. Die Dimensionierung der Sicherung soll den Schutz der Leitung gewährleisten und nicht den des daran gekoppelten Systems. Die zugehörigen Masseleitungen sind zwingend vom nächstgelegenen Massepunkt (siehe Kapitel 8.2) zu verwenden.

Elektrische Systeme müssen einen ausreichenden Schutz gegen alle möglichen Störungen gewährleisten, ohne die Fahrzeugelektrik zu beeinflussen. Die Rückkopplungsfreiheit ist stets zu gewährleisten. Bei der Dimensionierung des Leiterquerschnittes sind der Spannungsabfall und die Erwärmung des Leiters zu berücksichtigen. Wegen der zu geringen mechanischen Festigkeit sind Querschnitte unter 1 mm² zu vermeiden. Minus- und Plusleitung müssen den gleichen Mindestquerschnitt aufweisen. Stromabnahmen für 12-V-Geräte sind nur über Spannungswandler zu realisieren. Die Abnahme an nur einer Batterie ist nicht zulässig, weil ungleichmäßige Ladungszustände zur Überladung und Schädigung der jeweils anderen Batterie führen. Bei hohem Leistungsbedarf durch zusätzliche Verbraucher (z.B. elektrohydraulische Ladebordwand) ist in Abstimmung mit RMMV eine Energiebilanz zu erstellen. Zur Erhöhung der Versorgungsleistung ist bereits ab Werk die Ausstattung mit einem größeren Generator möglich. Der Einbau von anderen/größeren Batterien durch den Aufbauhersteller ist unzulässig!

Etwaige zusätzliche Verbraucher müssen die UN Regelung R10 Änderungsserie 06 mindestens entsprechen und ein Bauteilgenehmigung haben. Der Aufbauhersteller muss sicherstellen, dass etwaige zusätzliche Verbraucher keinen negativen Einfluss auf die EMV Fähigkeiten des Gesamtfahrzeugs bewirken. Im Zweifelsfall sind EMV Tests im Gesamtfahrzeug durchzuführen!

8.6 Beleuchtungsanlage

Wird die lichttechnische Einrichtung (Beleuchtungsanlage) geändert oder ergänzt, erlischt die RMMV Genehmigung nach der UN Regelung R48 für das unvollständige Fahrzeug.

Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Anordnung der Beleuchtungsanlage maßlich verändert oder eine Leuchte durch eine andere, von RMMV nicht freigegebene, ersetzt wird. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauhersteller verantwortlich. Insbesondere die in LED-Technik ausgeführten Seitenmarkierungsleuchten nicht mit anderen Leuchten erweitern, dies führt zur Zerstörung des ZBR (zentraler Bordrechner).

Die maximale Belastung der Beleuchtungsstrompfade ist zu beachten. Der Einbau von stärkeren Sicherungen als in der Zentralelektrik jeweils angegeben, ist nicht zulässig.

Folgende Richtwerte sind als Maximalwerte zu berücksichtigen:

Standlicht	5A	je Seite
Bremslicht	4x21W	ausschließlich Lampen
Fahrtrichtungsanzeiger	4x21W	ausschließlich Lampen
Nebelschlussleuchten	4x21W	ausschließlich Lampen
Rückfahrlicht	5A	insgesamt

Der Begriff „ausschließlich Lampen“ weist darauf hin, dass diese Strompfade von dem Zentralen Bordrechner auf Fehler überwacht werden, die dann zur Anzeige gebracht werden. Der Einbau von LED-Beleuchtungselementen, die nicht von der RMMV freigegeben sind, ist verboten.

Beachten Sie, dass bei RMMV -Fahrzeugen eine Masseleitung verwendet wird, eine Rückführung über den Rahmen ist nicht zulässig (siehe auch Kapitel 8.2).

Nach erfolgter Aufbaumontage muss die Grundeinstellung der Scheinwerfer neu festgelegt werden. Dies muss auch bei Fahrzeugen mit Leuchtweitenregulierung direkt an den Scheinwerfern vorgenommen werden, da eine Verstellung mit dem Regler nicht die Grundeinstellung am Fahrzeug ersetzt. Erweiterungen oder Änderungen an der Beleuchtungsanlage müssen in Absprache mit der nächsten Servicestelle mit MAN-cats® vorgenommen werden, da eine Anpassung von Parametern der Bordelektronik mittels MAN-cats® erforderlich werden kann, siehe auch Kapitel 8.10.3.

Etwaige zusätzliche Leuchten müssen die UN Regelung R48 mindestens entsprechen und ein Bauteilgenehmigung (nach Funktion) haben. Der Aufbauhersteller muss sicherstellen, dass etwaige zusätzliche/geänderte Leuchten keinen negativen Einfluss auf die EMV Fähigkeiten des Gesamtfahrzeugs bewirken. Im Zweifelsfall sind EMV Tests im Gesamtfahrzeug durchzuführen!

8.7 Elektromagnetische Verträglichkeit

Aufgrund der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen elektrischen Bauteilen, elektronischen Systemen, dem Kraftfahrzeug und der Umwelt ist die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu prüfen. Alle Systeme in RMMV -Nutzfahrzeugen erfüllen die Anforderungen nach MAN-Norm M 3285, erhältlich über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich). Darüber hinaus sind **ggf. per Lastenheft weiterführende Anforderungen definiert (siehe Kapitel 3)**

Die Fahrzeuge der RMMV müssen für die Strassenzulassung die UN Regelung R10 Änderungsserie 06 mindestens entsprechen und auch die strengen militärischen EMV Anforderungen genügen.

Sowohl der Ein- oder Umbau von Komponenten, aber auch Änderungen bzw. Ergänzungen an der Verkabelung können maßgeblichen Einfluss auf die EMV Fähigkeit des Fahrzeuges nehmen.

Aus diesem Grund müssen alle Komponenten eine Bauteilgenehmigung haben nach UN Regelung R10 Änderungsserie 06 und den RMMV internen EMV Anforderungen entsprechen. Diese sind mit entsprechenden Nachweisen zu belegen. Der Aufbauhersteller muss sicherstellen, dass etwaige zusätzliche Verbraucher bzw. Verkabelungen keinen negativen Einfluss auf die EMV Fähigkeiten des Gesamtfahrzeugs bewirken. Im Zweifelsfall sind EMV Tests im Gesamtfahrzeug durchzuführen!

Etwaige metallische Auf- oder Anbauten sind mit geeigneten Massebändern (VG 96927-9 mind. 16mm² CU Geflecht) mehrfach, beidseitig und auf kürzest möglichem Weg an das Chassis anzubinden. Dafür sind RMMV seitig am Rahmen mehrere Massebolzen (M10) vorbereitet. Sollte keine naheliegende Anbindungsmöglichkeit gegeben sein, ist in Abstimmung mit RMMV ein weiterer geeigneter Massepunkt zu setzen.

8.8 Funkgeräte und Antennen

Funkgeräte und Antennen die an RMMV - Militärfahrzeugtypen HX angebracht werden, müssen vorab mit der RMMV abgesprochen werden. Die Anbringung gemäß folgender Richtlinie bezieht sich nur auf die handelsübliche Anwendung. Grundsätzlich sind dabei die jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Alle funktechnischen Einrichtungen (wie z.B. Funkanlagen, Mobiltelefone, Navigationssysteme, Mauterfassungsgeräte usw.) sind fachgerecht mit Außenantennen zu versehen.

Fachgerecht heißt:

- Funktechnische Einrichtungen, z.B. eine Funkfernsteuerung für Aufbaufunktionen dürfen zu keiner Beeinflussung der Nutzfahrzeugfunktionen führen.
- Bereits vorhandene Leitungen nicht versetzen oder für zusätzliche Zwecke benutzen.
- Eine Nutzung als Stromversorgung ist nicht erlaubt (Ausnahme: freigegebene RMMV -Aktiv-Antennen und deren Zuleitungen).
- Beeinträchtigungen des Zuganges zu anderen Fahrzeugkomponenten bei Wartungs- und Reparaturmaßnahmen dürfen nicht entstehen.
- Bei Bohrungen im Dach sind die von RMMV vorgesehenen Positionen zu nutzen, und das dafür freigegebene Montagmaterial (wie z.B. Schabenut-Schneidmutter, Dichtungen) zu verwenden.

Über den Ersatzteildienst können die von RMMV freigegebenen Antennen, Leitungen, Kabel, Buchsen und Stecker bezogen werden.

Nach UN Regelung R10 Änderungsserie 06 wird vorgeschrieben, dass mögliche Anbauorte von Sendeantennen, zulässige Frequenzbänder und die Sendeleistung zu veröffentlichen sind.

Für folgende Frequenzbänder ist die fachgerechte Montage an den von RMMV vorgeschriebenen Befestigungspunkten (siehe zivile Aufbaurichtlinie) auf dem Fahrerhausdach zulässig. Die Befestigungspunkte bei RMMV -Militärfahrzeugtypen HX sind vorab mit RMMV abzustimmen.

Tabelle 14: Frequenzbänder mit zul. Montageort Dachbefestigung

Frequenzband	Frequenzbereich	max. Sendeleistung
Kurzwelle	< 50 MHz	10W
4m-Band	66 MHz bis 88 MHz	10W
2m-Band	144 MHz bis 178 MHz	10W
70cm Band	380 MHz bis 480 MHz	10W
GSM 900	880 MHz bis 915 MHz	10W
GSM 1800	1.710,2 MHz bis 1.785 MHz	10W
GSM 1900	1.850,2 MHz bis 1.910 MHz	10W
UMTS	1.920 MHz bis 1.980 MHz	10W

8.9 Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen

Außer über die von RMMV bereitgestellten Schnittstellen (z.B. für Ladebordwand, für Start- / Stoppeinrichtung, für Zwischendrehzahlregelung, FMS-Schnittstelle) sind Eingriffe in das Bordnetz nicht erlaubt. Für die bereitgestellten Schnittstellen sind Stecker gemäß RMMV -Vorgaben zu verwenden.

Der Abgriff von CAN-Bussen ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbauer-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM). Die Schnittstellen sind im Heft ‚Schnittstellen TG‘ (siehe www.manted.de, zivile Aufbaurichtlinien) vollständig dokumentiert. Wenn ein Fahrzeug mit Aufbauvorbereitungen (z.B. Start-Stopp-Einrichtung am Rahmenende) bestellt wird, sind diese ab Werk verbaut und teilweise angeschlossen. Die Instrumentierung ist entsprechend der Bestellung vorbereitet. Der Aufbauhersteller muss sich vor Inbetriebnahme der Aufbauvorbereitungen vergewissern, dass er die jeweils gültigen Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen verwendet (siehe auch Abschnitt 8.4). Für die Überführung des Fahrzeuges zum Aufbauhersteller sind von RMMV Transportsicherungen eingebaut (an den Schnittstellen hinter der Frontklappe auf der Beifahrerseite). Zur Inbetriebnahme der jeweiligen Schnittstelle sind die Transportsicherungen fachgerecht zu entfernen. Nachrüstung von Schnittstellen und/ oder Aufbauvorbereitungen sind oft nur mit hohem Aufwand und unter Hinzuziehung eines Elektronikspezialisten der MAN/ -Serviceorganisation durchführbar.

Abnahme D+ Signal (Motor läuft)

Achtung: D+ darf bei RMMV-Fahrzeugen nicht vom Generator abgegriffen werden.

Neben den an der KSM-Schnittstelle zur Verfügung gestellten Signalen und Informationen besteht die Möglichkeit das D+ Signal wie folgt abzugreifen: Der Zentrale Bordrechner (ZBR) stellt ein Signal „Motor läuft“ (+24V) zur Verfügung. Dieses kann direkt am ZBR (Stecker F2 Pin 17) abgegriffen werden. Die maximale Belastung dieses Anschlusses darf 1 Ampere nicht überschreiten. Zu beachten ist, dass hier auch interne Verbraucher angeschlossen sein können, die Rückwirkungsfreiheit an diesem Anschluss ist zu gewährleisten.

8.10 Elektronik

In der militärischen Baureihe wird eine Vielzahl elektronischer Systeme zur Regelung, Steuerung und Überwachung von Fahrzeugfunktionen eingesetzt. Das elektronische Bremssystem (EBS) und die elektronische Dieseleinspritzung (EDC) sind einige Beispiele. Eine vollständige Vernetzung der Geräte untereinander gewährleistet, dass Messwerte gleichermaßen von allen Steuergeräten benutzt werden können.

Dies führt zur Reduzierung von Sensoren, Leitungen und Steckverbindungen und damit zur Reduzierung von Fehlerquellen.

Die Netzwerkleitungen sind im Fahrzeug an der Verdrillung erkennbar. Es werden parallel mehrere CAN-Bussysteme eingesetzt, so lassen sie sich optimal an ihre jeweiligen Aufgaben anpassen.

Alle Datenbussysteme sind zur exklusiven Nutzung durch die RMMV -Fahrzeugelektronik vorgesehen, ein Zugriff auf diese Bussysteme ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbau-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle, (unter www.manted.de, zivile Aufbaurichtlinien) des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM).

8.10.1 Anzeige- und Instrumentierungskonzept

Das Kombiinstrument in den HX-Fahrzeugvarianten ist im Steuergeräteverbund über ein CAN-Bussystem eingebunden. Im Zentraldisplay erfolgt eine direkte Fehleranzeige mit Klartext oder Fehlercode. Die Instrumentierung erhält per CAN-Botschaft sämtliche Informationen die zur Anzeige gebracht werden. Statt Glühbirnen finden nur langlebige Leuchtdioden Verwendung.

Die Symbolscheibe ist fahrzeugspezifisch ausgelegt, d. h. nur bestellte Funktionen und Vorbereitungen sind tatsächlich vorhanden. Wenn nachträglich Funktionen in das Fahrzeug eingebaut werden die zur Anzeige gebracht werden sollen, (z.B. Nachrüstung von Ladebordwand, Gurtstraffer, Kipperanzeige), ist eine Neuparametrierung mit MAN-cats® notwendig und eine angepasste Symbolscheibe entsprechend der neuen Parametrierung über den RMMV -Ersatzteildienst zu bestellen. Für Aufbauhersteller besteht auf diesem Weg die Möglichkeit, aufbauseitige Funktionen wie z.B. Ladebordwand oder Kipperbetrieb im Fahrzeug zu parametrieren und die Instrumentierung bei der Fahrzeugmontage mit den erforderlichen Symbolen zu bestücken. Es ist weder möglich Aufbauherstellerfunktionen ‚auf Vorrat‘ zu integrieren, noch erlaubt, dass der Aufbauhersteller im Zentraldisplay eigene Funktionen einbringt oder Signale auf der Rückseite der Instrumentierung anzapft.

Etwaige zusätzliche Kontrollleuchtefunktionen müssen die UN Regelung R121 entsprechen.

8.10.2 Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®

MAN-cats® ist das MAN-Werkzeug für Diagnose und Parametrierung der elektronischen Systeme im Fahrzeug. MAN-cats® ist deshalb in allen MAN/RMMV-Servicestellen im Einsatz. Wenn der Aufbauhersteller oder Kunde bereits bei der Fahrzeugbestellung den gewünschten Einsatz oder die Aufbauart übermitteln kann (z.B. für die ZDR-Schnittstelle werden diese bereits ab Werk per EOL-Programmierung (EOL = end of line, Programmierung am Bandende) in das Fahrzeug eingespielt. Der Einsatz von MAN-cats® ist dann erforderlich, wenn diese Parameter geändert werden sollen.

Die Elektronikspezialisten der MAN/RMMV -Servicestellen haben die Möglichkeit, auf Systemspezialisten im RMMV -Werk zurückzugreifen, um bei bestimmten Eingriffen am Fahrzeug die entsprechenden Freigaben, Genehmigungen und Systemlösungen zu erhalten.

8.10.3 Parametrierung der Fahrzeugelektronik

Bei genehmigungspflichtigen oder sicherheitskritischen Änderungen am Fahrzeug, erforderlicher Anpassung des Fahrgestells an den Aufbau, Umbaumaßnahmen oder Nachrüstungen ist über einen MAN-cats® Spezialisten der nächsten MAN/RMMV -Servicestelle vor dem Beginn der Arbeiten abzuklären, ob eine neue Fahrzeugparametrierung erforderlich ist.

9 BREMSEN, LEITUNGEN

Die Bremsanlage zählt zu den wichtigsten Sicherheitsbauteilen des Lkw. Änderungen der gesamten Bremsanlage einschließlich der Leitungen dürfen nur von entsprechend geschultem Personal ausgeführt werden. Nach jeder Änderung ist eine komplette Sicht-, Hör-, Funktions- und Wirkungsprüfung der gesamten Bremsanlage durchzuführen.

Wird die Bremsanlage geändert oder ergänzt, erlischt die RMMV Genehmigung nach der UN Regelung R13 für das unvollständige Fahrzeug. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauhersteller verantwortlich.

9.1 ALB, EBS-Bremse

Durch das EBS ist eine Prüfung der ALB-Einstellung durch den Aufbauhersteller hinfällig, eine Einstellung kann auch nicht vorgenommen werden. Eine Prüfung ist allenfalls im Rahmen der turnusmäßigen Überwachung der Bremsanlage (in Deutschland SP und §29 StVZO) erforderlich. Ist eine solche Bremsenprüfung nötig, dann ist eine Spannungsmessung mittels Diagnosesystem MAN-cats® vorzunehmen oder die Winkelstellung des Gestänges am Achslastsensor optisch zu prüfen. Keinesfalls den Stecker am Achslastsensor abziehen.

Vor dem Austausch von Blattfedern, z.B. mit anderer Traglast, ist mit der MAN -Werkstatt zu klären, ob eine neue Parametrierung des Fahrzeuges erforderlich ist, um die korrekte ALB-Einstellung vornehmen zu können.

9.2 Brems- und Druckluftleitungen

9.2.1 Grundsätze

- Polyamidrohre (= PA-Rohre) sind unbedingt:
 - von Heizquellen fernzuhalten
 - scheuerfrei zu verlegen
 - spannungsfrei zu verlegen
 - ohne Knick zu verlegen
 - und dürfen ohne Abstimmung mit RMMV nicht verlängert werden
- Es dürfen nur PA-Rohre nach MAN-Norm M 3230 Teil 1 verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich). Diese Rohre sind - der Norm entsprechend - alle 350mm mit einer Nummer gekennzeichnet, die mit ‚M 3230‘ beginnt.
- Vom Luftpresser zum Lufttrockner bzw. Druckregler sind Edelstahlrohre vorgeschrieben.
- Leitungen bei Schweißarbeiten durch Ausbauen schützen, Schweißarbeiten siehe auch Abschnitt ‚Schweißen am Rahmen‘.
- Wegen der möglichen Wärmeentwicklung dürfen PA-Rohre nicht an Metallrohren oder -haltern befestigt werden, die mit folgenden Aggregaten verbunden sind:
 - Motor
 - Luftpresser
 - Heizung
 - Kühler
 - Hydraulik

9.2.2 Steckverbinder, des Systems Voss 232

Bei Brems-/ Luftleitungen sind nur Steckverbinder der Systeme Voss 232 (MAN-Norm: M 3298) und Voss 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder wie Doppeldorn; MAN-Norm: M 3061) zulässig. Die genannte Norm gibt ausführliche Verarbeitungshinweise und ist für die Montage von pneumatischen Leitungen und Aggregaten verbindlich anzuwenden. Bezugsmöglichkeit der genannten MAN-Normen besteht für Aufbauerhersteller über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich).

Das System 232 hat zwei Raststufen. Wenn der Stecker nur in der ersten Stufe eingerastet ist, ist die Verbindung beim System 232 gewollt undicht, eine unkorrekte Steckerrastung ist sofort an der Geräuschentwicklung erkennbar.

- Das System muss beim Herausdrehen der Überwurfschraube drucklos sein.
- Nach dem Lösen der Verbindung Stecker/ Überwurfschraube muss die Überwurfschraube erneuert werden, da das Halteelement beim Lösen der Verbindung zerstört wird.

- Deshalb ist zum Lösen der Verbindung einer Leitung an einem Aggregat die Überwurfschraube herauszudrehen. Das Kunststoffrohr bildet mit Stecker, Überwurfschraube und Halteelement eine wieder verwendbare Einheit. Nur der O-Ring zur Gewindeabdichtung (siehe Abbildung 70) muss gegen einen neuen ausgetauscht werden (der O-Ring ist zu fetten, die Überwurfschraube zu säubern).
- Die oben beschriebene Einheit der Steckverbindung ist handfest in das Aggregat einzuschrauben und anschließend mit 12 ± 2 Nm in Metall bzw. $10 + 1$ Nm in Kunststoff festzuziehen

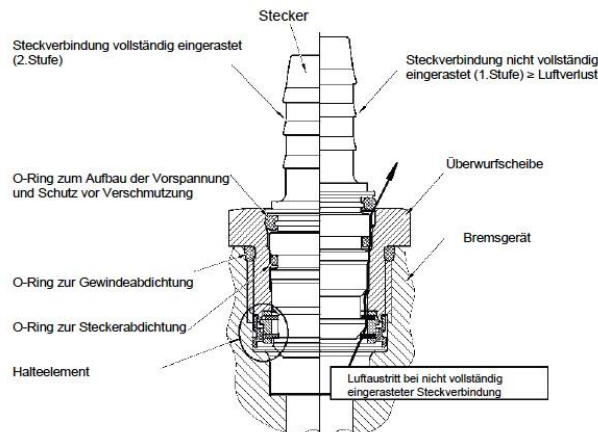


Abbildung 70: Voss System 232, Funktionsprinzip ESC-174

9.2.3 Verlegung und Befestigung von Leitungen

Eine Anleitung für die korrekte Verlegung von Leitungen sind der M3317 zu entnehmen, im Teil 2 sind auch Beispiele der Leitungsverlegung (richtige und falsche Verlegung) dargestellt.

Als Grundsätze der Leitungsverlegung gelten:

- Eine lose Verlegung von Leitungen ist nicht zulässig, vorgesehene Befestigungsmöglichkeiten und/oder Rohre sind zu verwenden.
- Kunststoffrohre beim Verlegen nicht erwärmen, auch dann nicht wenn Rohre in Bögen verlegt werden müssen.
- Bei der Rohrbefestigung ist darauf zu achten, dass ein Verdrehen der PA-Rohre ausgeschlossen ist.
- Am Bogenanfang und -ende je eine Rohrschelle oder bei Rohrbündeln je einen Kabelbinder anbringen.
- Kabelbaumwellrohre werden im Rahmen auf Kunststoffkonsolen und im Motorbereich auf vorbereiteten Kabeltrassen mit Rasterbändern aufgebunden oder mittels Clip-Technik befestigt.
- Niemals mehrere Leitungen an einer Schelle befestigen.
- Es dürfen nur PA-Rohre (PA = Polyamid) nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN-Norm M 3230 Teil 1 (Erweiterung der DIN 74324 Teil 1) verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

- Auf die verlegte Länge bei PA-Rohren 1% Längenzugabe geben (entspricht 1 0mm je Meter Kabellänge), weil Kunststoffrohre sich bei Kälte zusammenziehen und eine Gebrauchsfähigkeit bis - 40°C gegeben sein muss.
- Ein Erwärmen von Rohren bei der Verlegung ist unzulässig.
- Zum Kürzen von Kunststoffrohren muss eine Kunststoffrohr-Abschneidezange verwendet werden, da ein Absägen zu unzulässiger Gratbildung an der Schnittfläche und Spanbildung im Rohr führt.
- PA-Rohre dürfen an Rahmenkanten bzw. in Rahmendurchbrüchen anliegen. Eine minimale Abflachung am PA-Rohr (max. 0,3mm tief) an den Berührungsstellen kann toleriert werden. Kerbartige Anscheuerungen sind jedoch nicht zulässig.
- Die Berührung von PA-Leitungen untereinander ist erlaubt. Es entsteht an der Berührungsstelle eine minimale gegenseitige Abflachung.
- PA-Leitungen dürfen parallel (nicht über Kreuz) mit Rasterband gebündelt werden. PA- und Wellrohre sind sortenrein zu bündeln. Die Einschränkung der Beweglichkeit durch den Aussteifungseffekt ist zu beachten.
- Das Abdecken von Rahmenkanten mit einem aufgeschnittenen Wellrohr ist schädlich, das PA-Rohr wird an der Berührungsstelle mit dem Wellrohr angegriffen.
- Punktförmige Auflagen an Rahmenschnittkanten können mit einer sog. ‚Schutzspirale‘ geschützt werden (siehe Abbildung 71). Die Schutzspirale muss das zu schützende Rohr stramm und in seinen Windungen geschlossen fassen. (Ausnahme: PA-Leitungen $\varnothing \leq 6\text{mm}$).

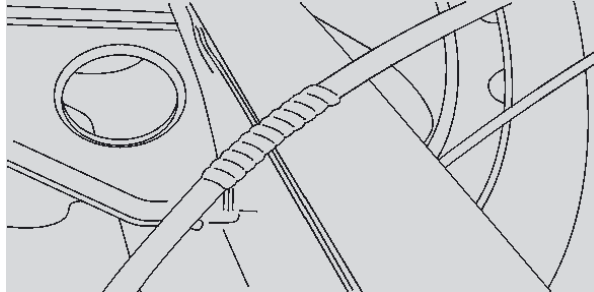


Abbildung 71: Schutzspirale auf PA-Rohr ESC-151

- Berührung von PA-Leitungen/ PA-Wellrohren mit Aluminiumlegierungen z.B. Alu-Tank, Kraftstofffiltergehäuse) ist nicht erlaubt, da Aluminiumlegierungen mechanisch abgetragen werden kann (Brandgefahr).
- Kreuzende, pulsierende Leitungen (z.B. Kraftstoff) dürfen am Kreuzungspunkt nicht mit einem Rasterband zusammen gebunden werden (Scheuergefahr).
- An Einspritzleitungen und kraftstoffführenden Stahlleitungen für Flammstartanlage dürfen keine Leitungen festgerastet werden (Scheuergefahr, Brandgefahr).
- Mitgeführte Zentralschmierungs- und ABS-Sensorkabel dürfen an Luftschläuchen nur mit Distanzgummi angerastert werden.
- An Kühlmittel- und Hydraulikschläuchen (z.B. Lenkung) darf nichts angerastert werden (Scheuergefahr).

- Anlasserkabel dürfen auf keinen Fall mit kraftstoff- oder ölführenden Leitungen gebündelt werden, da Scheuerfreiheit bei der Pluspol-Leitung oberstes Gebot ist!
- Wärmeeinwirkungen: Hitzestau in gekapselten Bereichen beachten. Ein Anliegen der Leitungen an Wärmeabschirmblechen ist nicht zulässig (Mindestabstand zu Wärmeabschirmblechen $\geq 100\text{mm}$, zum Auspuff $\geq 200\text{mm}$)
- Metallleitungen sind vorverfestigt und dürfen weder gebogen noch so montiert werden, dass sie sich im Betrieb verbiegen können.

Falls Aggregate/ Bauteile zu einander beweglich gelagert sind, dann müssen beim Übertritt der Leitungen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Die Leitung muss der Bewegung des Aggregates problemlos folgen können, dafür ist auf ausreichende Spielräume zu bewegten Teilen zu achten (Ein- und Ausfederung, Lenkeinschlag, Fahrerhauskippen). Eine Dehnung von Leitungen ist nicht zulässig.
- Der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ist als feste Spannstelle exakt zu definieren.
- Das PA- oder Well-Rohr wird in der Spannstelle stramm mit einem möglichst breiten Rasterband oder einer an den Durchmesser des Rohres angepassten Schelle gefasst
- Werden PA- und Well-Rohr am gleichen Übergang verlegt, so wird zuerst das steifere PA-Rohr versorgt.
- Das weichere Well-Rohr wird auf das PA-Rohr aufgerastert.
- Eine Leitung verträgt Bewegungen quer zur Verlegungsrichtung, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spannstellen zu achten ist. (Faustformel: Abstand der Spannstellen $\geq 5 \times$ der zu überbrückenden Bewegungsamplitude)
- Große Bewegungsamplituden überbrückt man am besten mit einer U-förmigen Verlegung und einem Bewegungsablauf längs der U-Schenkel:

Die Faustformel für die minimale Länge der Bewegungsschleife lautet:

$$\text{minimale Länge der Bewegungsschleife} = 1/2 \cdot \text{Bewegungsamplitude} \cdot \text{Mindestradius} \cdot \pi$$

Folgende Mindestradien sind bei PA-Rohren zu beachten (der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegungsstrecke ist als feste Spannstelle exakt zu definieren):

Tabelle 15: Mindestradien bei PA-Rohren

Nenn - \varnothing [mm]	4	6	9	12	14	16
Radius \geq [mm]	20	30	40	60	80	95

Zur Befestigung der Leitungen Schellen aus Kunststoff verwenden, maximalen Schellenabstand nach Tabelle 28 beachten.

Tabelle 16: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße

Rohrgröße	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Schellenabstand [mm]	500	500	600	600	700	700	800	800	800

9.2.4 Druckluftverlust

Druckluftanlagen können keinen 100%-igen Wirkungsgrad bieten, dazu gehört auch, dass leichte Leckagen oft, trotz gewissenhafter Auslegung, unvermeidlich sind. Die Frage ist, welcher Druckluftverlust unvermeidlich ist und welcher zu hoch ist. Vereinfacht ist jeder Druckluftverlust zu vermeiden, der innerhalb einer Frist von 12 Stunden nach Abstellen eines Fahrzeugs dazu führt, dass nicht sofort nach dem Anlassen des Motors gefahren werden kann. Davon abgeleitet gibt es zwei alternative Methoden um festzustellen, ob ein Luftverlust unvermeidlich ist oder nicht:

- Innerhalb von 12 Stunden nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf in keinem Kreis ein Druck < 6 bar sein. Die Prüfung ist mit nicht belüfteten Federspeichern, also mit eingelegter Feststellbremse durchzuführen.
- Innerhalb von 10 Minuten nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf der Druck im zu prüfenden Kreis um höchstens 2% gefallen sein.

Ist der Luftverlust größer als oben beschrieben, dann ist eine unzumutbare Leckage vorhanden, die abgestellt werden muss.

9.3 Anschluss von Nebenverbrauchern

Alle Leitungen im Druckluftsystem sind bei HX - Fahrzeugtypen mit den Voss Systemen 232 und 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder z.B. Doppeldorn) ausgeführt. Nur das jeweilige Originalsystem ist bei Arbeiten am Fahrgestell zulässig.

Ein Anschluss von aufbauseitigen Druckluftverbrauchern an das Druckluftsystem darf ausschließlich im Kreis für Nebenverbraucher erfolgen. Für Verbraucher mit einem pneumatischen Anschluss > NG4 (6 x 1 mm) ist ein eigenes Überströmventil mit Überstromdruck 7,3 -0,3 bar (MAN Sachnummer 81.52110-6049) notwendig.

Der Versorgungsdruck beträgt $9,3 \pm 0,3$ bar.

Verboten ist der Anschluss von Nebenverbrauchern:

- in den Kreisen für Betriebs- und Feststellbremse
- an den Prüfanschlüssen (auf einer Verteilerplatte auf der Fahrerseite leicht zugänglich montiert)
- direkt am Vierkreisschutzventil.

RMMV schließt eigene Druckluftverbraucher über eine Verteilerleiste am Magnetventilblock an, dieser ist im Kühlertraggestell bzw. am Querträger im Rahmenknick (X81) montiert.

Für Aufbauhersteller bestehen zwei Anschlussmöglichkeiten:

1. An einem der blind verschlossenen Vorratsanschlüsse des Magnetventilblocks (siehe Abbildung 72). In der Mitte des Verteilerblocks ist ein Verteiler für Nebenverbraucher (Abbildung 73) dessen Anschluss 52 (blind verschlossen) für aufbauseitige Nebenverbraucher ist. Der Anschluss erfolgt mit dem Voss System 232 NG8 über ein vom Aufbauhersteller separat zu montierendes Überströmventil.

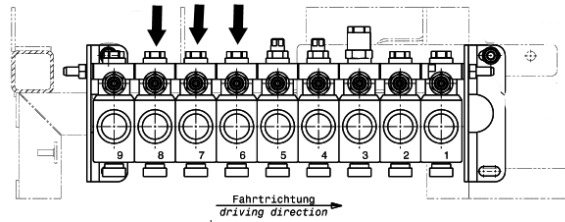


Abbildung 72: Anschluss am Magnetblockventil im Kühlertraggestell

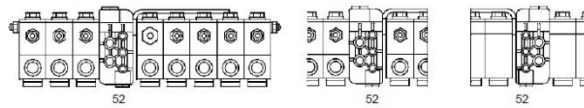


Abbildung 73: Anschluss am Verteiler für Nebenverbraucher im Rahmen

2. Die andere Möglichkeit ist ein Anschluss an ein für aufbauseitige Nebenverbraucher ab Werk bestellbares Überström- und Rückschlagventil. Lage und Varianten nach Abbildung 74. Der Anschluss ist ein Gewinde M22x1,5.

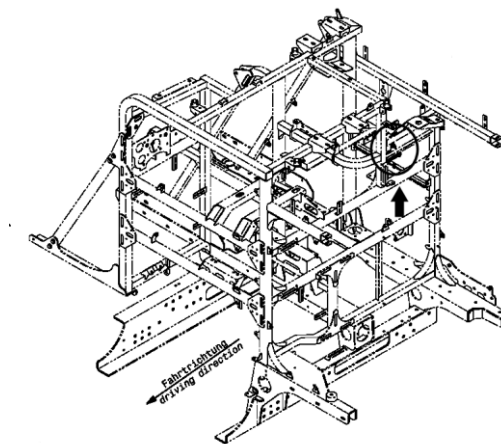


Abbildung 74: Lage im Rahmen und Anschlussvarianten am Überströmventil

9.4 Nachrüstung von RMMV- fremden Dauerbremsen

Der Einbau von RMMV nicht dokumentierten Dauerbremsen (Retarder, Wirbelstrombremsen) ist grundsätzlich nicht möglich. Die Nachrüstung von RMMV -fremden Dauerbremsen ist unzulässig, weil die hierzu erforderlichen Eingriffe in die elektronisch gesteuerte Bremse (EBS) und das fahrzeugeigene Brems- und Triebstrangmanagement unzulässig sind.

Wird die Dauerbremsanlage geändert, erlischt die RMMV Genehmigung nach der UN Regelung R13 für das unvollständige Fahrzeug. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauersteller verantwortlich.

10 HYDRAULIK

Je nach Art des Aufbaus kann dem Aufbauhersteller neben Elektrik, Pneumatik oder Nebenantrieb auch eine Hydraulik Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden. Diese Schnittstelle muss im Vorfeld mit der RMMV definiert werden. Dabei sind unter Beachtung der baureihenspezifischen Eigenheiten der Systems bei HX folgende Haupt-Kriterien im Vorfeld abzustimmen:

- für den Aufbau erforderliche Leistung, Druck, Volumenstrom und deren Steuerung usw.
- Einbauposition der Schnittstelle
- durch den Aufbau bedingtes zusätzliches Ölvolumen
- Kompatibilität mit den von RMMV für die jeweiligen Betriebsbedingungen vorgeschriebenen Öle
- Ölwechselintervalle
- Eintrag von Wärme oder Partikel in das fahrzeugseitige Hydrauliksystem

10.1 Hydraulikleitungen

10.1.1 Verbindungssystem

Bei Rohr- und Schlauchleitungen sind nur 24° Konusverbindungen nach ISO 8434-1 und Hochdruck Flanschverbindungen nach ISO6162 zulässig. Die genannten Normen geben ausführliche Verarbeitungshinweise und sind für die Montage von Hydraulischen Leitungen und Aggregaten verbindlich anzuwenden.

10.1.2 Rohrleitungen

Rohrleitungen sind nach der DIN 2413 und MAN-Norm 3005-1 auszulegen (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

10.1.3 Schlauchleitungen

Schlauchleitungen sind nach den MAN-Normen MAN327, M3114 und M 3286 auszulegen (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

Schlauchleitungen sind unbedingt:

- von Heizquellen fernzuhalten
- scheuerfrei zu verlegen
- spannungsfrei
- und ohne Knick zu verlegen.
- Schlauchleitungen bei Schweißarbeiten durch Ausbauen schützen, Schweißarbeiten siehe auch Abschnitt ‚Schweißen am Rahmen‘.

10.1.4 Verlegung und Befestigung von Leitungen

Rohr und Schlauchleitungen sind nach der MAN-Norm M 3317 zu verlegen (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

Grundsätze der Leitungsverlegung:

- Eine lose Verlegung von Leitungen ist nicht zulässig, vorgesehene Befestigungsmöglichkeiten sind zu verwenden.
- Bei der Rohrbefestigung ist auf eine spannungsfreie Verlegung zu achten.
- Am Bogenanfang und -ende je eine Rohrschelle anbringen.
- Niemals mehrere Leitungen an einer Schelle befestigen.
- Punktförmige Auflagen an Rahmenschnittkanten können mit einer sog. ‚Schutzspirale‘ geschützt werden. Die Schutzspirale muss das zu schützende Rohr stramm und in seinen Windungen geschlossen fassen.

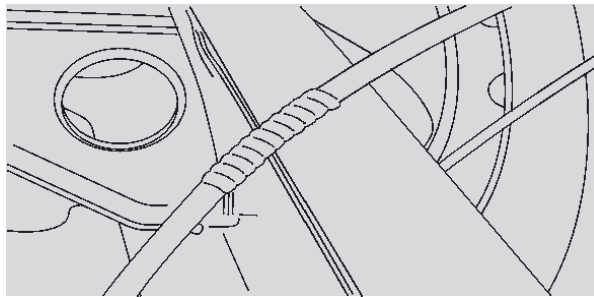


Abbildung 75: Schutzspirale auf Schlauchleitung

- Berührung von Schlauchleitung mit Aluminiumlegierungen z.B. Alu-Tank, Kraftstofffiltergehäuse) ist nicht erlaubt, da Aluminiumlegierungen mechanisch abgetragen werden kann (Brandgefahr).
- Kreuzende, pulsierende Leitungen (z.B. Kraftstoff) dürfen am Kreuzungspunkt nicht mit einem Rasterband zusammen gebunden werden (Scheuergefahr).
- An Einspritzleitungen und kraftstoffführenden Stahlleitungen für Flammstartanlage dürfen keine Leitungen festgerastet werden (Scheuergefahr, Brandgefahr).
- An Hydraulikschläuchen darf nichts angerastert werden (Scheuergefahr).
- Wärmeeinwirkungen: Hitzestau in gekapselten Bereichen beachten. Ein Anliegen der Leitungen an Wärmeabschirmblechen ist nicht zulässig (Mindestabstand zu Wärmeabschirmblechen $\geq 100\text{mm}$, zum Auspuff $\geq 200\text{mm}$)

Falls Aggregate/ Bauteile zueinander beweglich gelagert sind, dann müssen beim Übertritt der Leitungen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Die Leitung muss der Bewegung des Aggregates problemlos folgen können, dafür ist auf ausreichende Spielräume zu bewegten Teilen zu achten (Ein- und Ausfederung, Lenkeinschlag, Fahrerhauskippen). Eine Dehnung von Leitungen ist nicht zulässig.
- Der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ist als feste Spannstelle exakt zu definieren.

- Das PA- oder Well-Rohr wird in der Spannstelle stramm mit einem möglichst breiten Rasterband oder einer an den Durchmesser des Rohres angepassten Schelle gefasst
- Eine Leitung verträgt Bewegungen quer zur Verlegungsrichtung, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spannstellen zu achten ist. (Faustformel: Abstand der Spannstellen $\geq 5 \times$ der zu überbrückenden Bewegungsamplitude)
- Große Bewegungsamplituden überbrückt man am besten mit einer U-förmigen Verlegung und einem Bewegungsablauf längs der U-Schenkel:

Die Faustformel für die minimale Länge der Bewegungsschleife lautet:

$$\text{minimale Länge der Bewegungsschleife} = 1/2 \cdot \text{Bewegungsamplitude} \cdot \text{Mindestradius} \cdot \pi$$

Zur Befestigung der Leitungen Schellen aus Kunststoff verwenden, maximalen Schellenabstand beachten.

Tabelle 17: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße

Rohrdurchmesser	6-12	12-22	22-32	32-38	38-57	57-75
Schellenabstand L [mm]	1000	1200	1500	2000	2700	3000

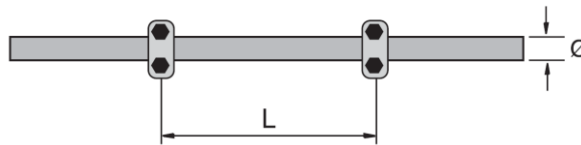


Abbildung 76: Schellenabstand für Schlauchleitung

10.2 Anschluss von Aufbauten

Alle Leitungen im Hydrauliksystem sind bei HX - Fahrzeugtypen mit den 24° Konusverbindungen nach ISO 8434-1 und den Hochdruck Flanschverbindungen nach ISO 6162 ausgeführt. Nur das jeweilige Originalsystem ist bei Arbeiten am Fahrgestell zulässig.

10.2.1 Hydraulikinterface

Für Aufbauhersteller werden alle Hydraulikanschlüsse in Form des Wegeventils im Rahmenlängsträger hinter dem Kühlertraggestell und des Schottblechs an der Rückseite des Kühlertraggestells zur Verfügung gestellt.

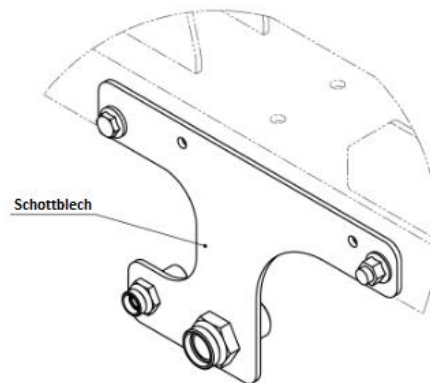


Abbildung 77: Schottblech an KTG

10.2.2 Anschlüsse

- Druckanschluss
Ein Anschluss von aufbauseitigen Hydraulikverbrauchern an das Hydrauliksystem darf ausschließlich am Anschluss B des 4/2 Wegeventil oder Anschluss A oder B des 4/3 Wegeventil erfolgen. Die Anschlüsse haben ein G3/4" Gewinde.
- Loadsensing
Das vom Aufbauer zwingend zur Verfügung zu stellende LS-Signal muss am LS-Wechselventil G1/4" angeschlossen werden. Bei Anwendungen mit nur einem Hydraulikverbraucher kann das LS-Wechselventil entfallen und die LS Leitung wird direkt am LS-Eingang am Pumpenregler angeschlossen.
- Rücklauf
Dem Aufbauer wird am Anschluss T des Wegeventils ein Tankanschluss L28 zur Verfügung gestellt.
- Lecköl
Dem Aufbauer wird am Schottblech ein Leckölanschluss L15 zur Verfügung gestellt

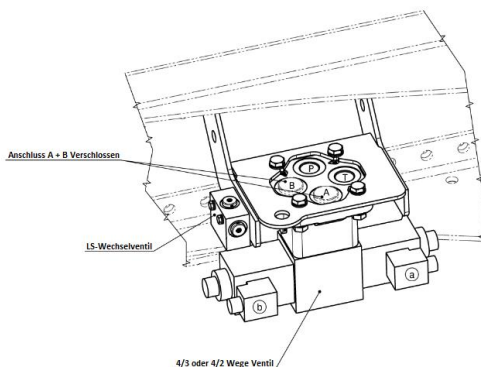


Abbildung 78: Anschlüsse an das Wegeventil

11 BERECHNUNGEN

11.1 Geschwindigkeit

Zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit aufgrund der Motordrehzahl, Reifengröße und Gesamtübersetzung gilt allgemein:

Formel 15: Geschwindigkeit

$$v = \frac{0,06 \times n_{Mot} \times U}{i_G \times i_V \times i_A}$$

Es bedeuten:

v	=	Fahrgeschwindigkeit in [km/h]
n _{Mot}	=	Motordrehzahl in [1/min]
U	=	Abrollumfang des Reifens in [m]
i _G	=	Getriebeübersetzung
i _V	=	Verteilergetriebeübersetzung
i _A	=	Achsübersetzung der Antriebsachse(n)

Für die Ermittlung der theoretischen Höchstgeschwindigkeit (oder auch bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit) wird mit 4% Motordrehzahlüberhöhung gerechnet. Die Formel lautet somit:

Formel 16: Theoretische Höchstgeschwindigkeit

$$v = \frac{0,0642 \times n_{Mot} \times U}{i_G \times i_V \times i_A}$$

Achtung:

Diese Berechnung dient ausschließlich der Ermittlung der theoretische Endgeschwindigkeit die aufgrund der Drehzahl- und Übersetzungsverhältnisse einstellt - die Formel berücksichtigt nicht, dass die tatsächliche Höchstgeschwindigkeit darunter liegt, wenn die Fahrwiderstände den Antriebskräften entgegenwirken. Eine Abschätzung der tatsächlich erreichbaren Geschwindigkeiten, anhand einer Fahrleistungsberechnung bei der sich Luft-, Roll- und Steigungswiderstand einerseits und Vortriebskraft andererseits aufwiegen, ist im Abschnitt Fahrwiderständenachzulesen. Bei Fahrzeugen mit Geschwindigkeitsbegrenzung nach 92/24/EWG ist die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit generell 85km/h.

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGS 33.430 6x6 BB
Bereifungsgröße:	315/80 R 22,5
Abrollumfang:	3,280m
Getriebe:	ZF 16S 2522 TO
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	13,80
Getriebeübersetzung im schnellsten Gang:	0,84
minimale Motordrehzahl bei maximalem Motordrehmoment:	1.000/min
maximale Motordrehzahl:	1.900/min
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Straßengang:	1,007
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Geländegang:	1,652
Achsübersetzung:	4,00

Gesucht wird:

- Die Minimalgeschwindigkeit im Geländegang bei maximalem Drehmoment
- Die theoretische Höchstgeschwindigkeit ohne Geschwindigkeitsbegrenzer

Lösung 1:

$$v = \frac{0,06 \times 1000 \times 3,280}{13,8 \times 1,652 \times 4,00}$$

$$v = 2,16 \text{ km/h}$$

Lösung 2:

$$v = \frac{0,0624 \times 1900 \times 3,280}{0,84 \times 1,007 \times 4,00}$$

$$v = 115 \text{ km/h}$$

115km/h sind theoretisch möglich, werden jedoch durch den Geschwindigkeitsbegrenzer auf 90km/h festgesetzt (Einstellung aufgrund der zu berücksichtigenden Toleranzen auf 89km/h).

11.2 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten Leistung. Dabei ist die abgegebene Leistung immer kleiner als die zugeführte Leistung, deshalb ist der Wirkungsgrad η immer < 1 bzw. $< 100\%$.

Formel 17: Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Bei mehreren Aggregaten, die hintereinander geschaltet sind, multiplizieren sich die Einzelwirkungsgrade.

Beispielrechnung Einzelwirkungsgrad:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe $\eta = 0,7$. Benötigte, also abgeführte Leistung $P_{ab} = 20\text{kW}$. Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu} ?

Lösung:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} \quad P_{zu} = \frac{20}{0,7} \quad P_{zu} = 28,6\text{kW}$$

Beispielrechnung für mehrere Wirkungsgrade:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe $\eta_1 = 0,7$. Diese Pumpe treibt über ein Gelenkwellensystem mit zwei Gelenken einen Hydraulikmotor an.

Einzelwirkungsgrade:

Hydraulikpumpe:	η_1	=	0,7
Gelenkwelle Gelenk a:	η_2	=	0,95
Gelenkwelle Gelenk b:	η_3	=	0,95
Hydraulikmotor:	η_4	=	0,8

Benötigte, also abgeführte Leistung $P_{ab} = 20\text{kW}$.

Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu} ?

Lösung:

Gesamtwirkungsgrad:

$$\begin{aligned} \eta_{ges} &= \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \\ \eta_{ges} &= 0,7 \times 0,95 \times 0,95 \times 0,8 \\ \eta_{ges} &= 0,51 \end{aligned}$$

Zugeführte Leistung:

$$P_{zu} = \frac{20}{0,5} \quad P_{zu} = 39,2\text{kW}$$

11.3 Zugkraft N

Die Zugkraft ist abhängig von:

- Motordrehmoment
- Gesamtübersetzung (einschließlich der Räder)
- Wirkungsgrad der Kraftübertragung.

Formel 18: Zugkraft

$$F_Z = \frac{2 \times n \times M_{Mot} \times \eta \times i_G \times i_V \times i_A}{U}$$

F_Z = Zugkraft in [N]

M_{Mot} = Motordrehmoment in [Nm]

η = Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang, Anhaltswerte siehe Tabelle 30

i_G = Getriebeübersetzung

i_V = Verteilergetriebeübersetzung

i_A = Achsübersetzung der Antriebsachse(n)

U = Abrollumfang des Reifens in [m]

Beispiel für Zugkraft siehe Kapitel 0.

11.4 Steigfähigkeit

11.4.1 Weg bei Steigung und Gefälle

Die Steigfähigkeit eines Fahrzeugs wird in % angegeben. So bedeutet z. B. die Angabe 25%, dass auf einer waagrechten Länge $l = 100\text{m}$ eine Höhe $h = 25\text{m}$ überwunden wird. Dies gilt entsprechend angewandt auch für Gefälle. Die tatsächlich gefahrene Wegstrecke c errechnet sich dann mit:

Formel 19: Wegstrecke bei Steigung oder Gefälle

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \times \sqrt{1^2 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

- c = Wegstrecke in [m]
- l = waagrechte Länge einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
- h = senkrechte Höhe einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
- p = Steigung/ Gefälle in [%]

Beispielrechnung:

Steigungsangabe $p = 25\%$. Wie groß ist die gefahrene Wegstrecke auf einer Länge von 200m ?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \times \sqrt{1^2 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

$$c = 206 \text{ m}$$

11.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel

Der Steigungs- oder Gefällewinkel α errechnet sich mit:

Formel 20: Steigungs- oder Gefällewinkel

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \alpha = \tan^{-1} \frac{p}{100}, \sin \alpha = \frac{h}{c}, \alpha = \sin^{-1} \frac{h}{c}$$

- α = Steigungswinkel in [°]
- p = Steigung/Gefälle in [%]
- h = senkrechte Höhe einer Steigung/eines Gefälles in [m]
- c = Wegstrecke in [m]

Beispielrechnung:

Steigung 25%. Wie groß ist der Steigungswinkel?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$$\alpha = \arctan 0,25$$

$$\alpha = 14^\circ$$

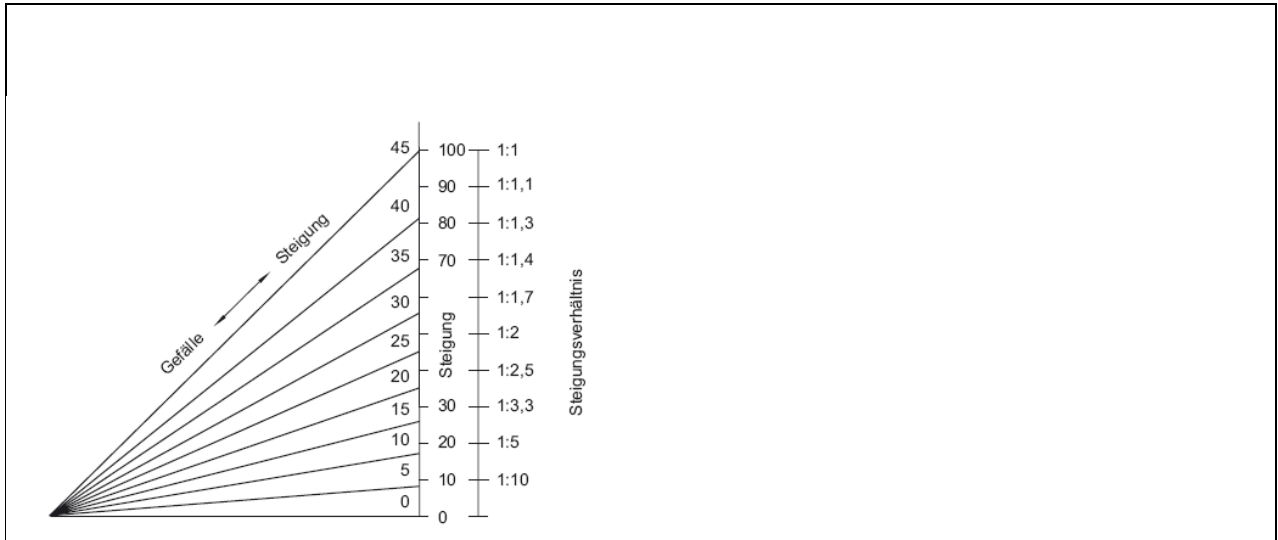


Abbildung 79: Steigungsverhältnis, Steigung, Steigungswinkel ESC-171

11.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit

Die Steigfähigkeit ist abhängig von:

- Zugkraft
- Zugesamtmasse einschließlich Gesamtmasse des Anhängers oder Aufliegers
- Rollwiderstand
- Kraftschluss (Reibung).

Für die Steigfähigkeit gilt:

Formel 21: Steigfähigkeit

$$p = 100 \times \left[\frac{F_z}{9,81 \times G_z} - f_r \right]$$

Es bedeuten:

p = Steigfähigkeit [%]

M_{Mot} = Motordrehmoment [Nm]

F_z = Zugkraft in [N] Berechnung nach Formel 21

G_z = Zugesamtmasse in [kg]

f_r = Rollwiderstandsbeiwert siehe Tabelle 22

i_G	=	Getriebeübersetzung
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung U =Abrollumfang des Reifens [m]
η	=	Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang siehe Tabelle 23

Formel 21 ermittelt die Steigfähigkeit die das zu berechnende Fahrzeug aufgrund seiner Eigenschaften

- Motordrehmoment
- Übersetzung von Getriebe, Verteilergetriebe, Achsantrieb und Bereifung
- Zuggesamtmasse hat.

Dabei wird ausschließlich die Fähigkeit des Fahrzeugs betrachtet aufgrund seiner Eigenschaften eine bestimmte Steigung zu bewältigen. Nicht berücksichtigt wird der tatsächlich vorhandene Kraftschluss zwischen Rädern und Fahrbahn, der bei schlechter (z. B. nasser) Fahrbahn dem Vortrieb weit unter der hier berechneten Steigfähigkeit ein Ende setzen kann. Die Ermittlung der tatsächlichen Verhältnisse aufgrund des vorhandenen Kraftschlusses wird mit Formel 25 diskutiert.

Tabelle 18: Rollwiderstandsbeiwerte

Fahrbahn	Beiwert f_R
gute Asphaltstrasse	0,007
nasse Asphaltstrasse	0,015
gute Betonstrasse	0,008
rauhe Betonstrasse	0,011
Steinpflaster	0,017
schlechte Strasse	0,032
Erdweg	0,15...0,94
loser Sand	0,15...0,30

Tabelle 19: Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang

Anzahl der angetriebenen Achsen	H
eine angetriebene Achse	0,95
zwei angetriebene Achse	0,9
drei angetriebene Achse	0,85
vier angetriebene Achse	0,8

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGS 33.430 6x6 BB
maximales Motordrehmoment:	$M_{Mot} = 2.100\text{Nm}$
Wirkungsgrad bei drei angetriebene Achsen:	$\eta_{ges} = 0,85$
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	$i_G = 13,80$
Verteilergetriebeübersetzung im Straßengang:	$i_V = 1,007$
im Geländegang:	$i_V = 1,652$
Antriebsachsübersetzung:	$i_A = 4,00$
Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:	$U = 3,280\text{m}$
Zuggesamtmasse:	$G_Z = 100.000\text{kg}$
Rollwiderstandsbeiwert:	
- glatte Asphaltstraße	$f_R = 0,007$
- schlechte, aufgefahrene Straße	$f_R = 0,032$

Gesucht: Maximale Steigfähigkeit p_f im Straßen- und Geländegang.

Lösung:

1. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Straßengang:

$$F_Z = \frac{2\pi \times M_{Mot} \times \eta \times i_G \times i_A \times i_A}{U}$$

$$F_Z = \frac{2\pi \times 2100 \times 0,85 \times 13,8 \times 1,007 \times 4,00}{U}$$

$$F_Z = 190070\text{N} = 190,07\text{kN}$$

2. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Geländegang:

$$F_Z = \frac{2\pi \times M_{Mot} \times \eta \times i_G \times i_A \times i_A}{U}$$

$$F_Z = \frac{2\pi \times 2100 \times 0,85 \times 13,8 \times 1,007 \times 4,00}{U}$$

$$F_Z = 311812\text{N} = 311,8\text{kN}$$

3. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf guter Asphaltstraße

$$p = 100 \times \left[\frac{F_z}{9,81 \times G_z} - f_r \right]$$

$$p = 100 \times \left[\frac{190070}{9,81 \times 100000} - 0,007 \right]$$

$$p = 18,68\%$$

4. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \times \left[\frac{190070}{9,81 \times 100000} - 0,032 \right]$$

$$p = 16,18\%$$

5. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \times \left[\frac{311812}{9,81 \times 100000} \right] - 0,007$$

$$p = 31,09\%$$

6. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \times \left[\frac{311812}{9,81 \times 100000} \right] - 0,032$$

$$p = 28,58\%$$

Anmerkung:

Die genannten Beispiele berücksichtigen nicht, ob die notwendige Zugkraft zur Bewältigung der Steigung aufgrund des Kraftschlusses zwischen Fahrbahn und Antriebsrädern (Reibung) übertragen werden kann. Hier gilt nachfolgende Formel:

Formel 22: Steigfähigkeit aufgrund Kraftschluss Fahrbahn-Reifen

$$p_r = 100 \times \frac{\mu \times G_{an}}{G_z} - f_R$$

Es bedeuten:

p_R = Steigfähigkeit aufgrund Reibung in [%]

μ = Kraftschlussbeiwert Reifen/ Fahrbahn, bei nasser Asphaltfahrbahn $\sim 0,5$

f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, bei nasser Asphaltfahrbahn $\sim 0,015$
G_{an}	=	Summe der Achslasten der Antriebsachsen im Sinne von Massen in [kg]
G_Z	=	Zuggesamtmasse in [kg]

Beispielrechnung: obiges Fahrzeug: Typ H56 TGS 33.430 6x6 BB

Kraftschlussbeiwert nasse Asphaltstraße: $\mu = 0,5$

Rollwiderstandsbeiwert nasse Asphaltstraße: $f_R = 0,015$

Zuggesamtmasse: $G_Z = 100.000\text{kg}$

Summe der Achslasten aller angetriebenen Achsen: $G_{an} = 26.000\text{kg}$

$$p_r = 100 \times \frac{0,5 \times 26000}{100000} - 0,015$$

$$p_R = 11,15\%$$

11.5 Drehmoment

Wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Formel 23: Drehmoment mit Kraft und Wirkabstand

$$M = F \times I$$

Wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Formel 24: Drehmoment mit Leistung und Drehzahl

$$M = \frac{9500 \times P}{n \times \eta}$$

Wenn in der Hydraulik Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Formel 25: Drehmoment mit Fördermenge, Druck und Drehzahl

$$M = \frac{15,9 \times Q \times p}{n \times \eta}$$

Es bedeuten:

M	=	Drehmoment in [Nm]
F	=	Kraft in [N]
I	=	Wirkabstand der Kraft vom Drehpunkt in [m]
P	=	Leistung in [kW]

n	=	Drehzahl in [1/min]
η	=	Wirkungsgrad
Q	=	Volumenstrom in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

Beispielrechnung, wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Eine Seilwinde mit $F = 50.000\text{N}$ Zugkraft hat einen Trommeldurchmesser von $d = 0,3\text{m}$. Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades vorhanden?

Lösung:

$$M = F \times l = F \times 0,5d \text{ (der Trommelradius ist der Hebelarm)}$$

$$M = 50000\text{N} \times 0,5 \times 0,3\text{m}$$

$$M = 7500\text{Nm}$$

Beispiel, wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Ein Nebenabtrieb soll eine Leistung von $P = 100\text{kW}$ bei $n = 1500/\text{min}$ übertragen.

Welches Drehmoment muss der Nebenabtrieb ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades übertragen können?

Lösung:
$$M = \frac{9550 \times 100}{1500}$$

$$M = 637\text{Nm}$$

Beispiel, wenn bei einer Hydraulikpumpe Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Eine Hydraulikpumpe fördert einen Volumenstrom von $Q = 80\text{ l/min}$ bei einem Druck von $p = 170\text{ bar}$ und einer Pumpendrehzahl von $n = 1000/\text{min}$. Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades erforderlich?

Soll der Wirkungsgrad berücksichtigt werden, müssen die errechneten Drehmomente jeweils durch den Gesamtwirkungsgrad dividiert werden (siehe auch Abschnitt

Wirkungsgrad).

$$M = \frac{15,9 \times 80 \times 170}{1000}$$

$$M = 216Nm$$

11.6 Leistung

Bei Hubbewegung:

Formel 26: Leistung bei Hubbewegung

$$M = \frac{9,81 \times m \times v}{1000 \times \eta}$$

Bei Bewegung in der Ebene:

Formel 27: Leistung bei Bewegung in der Ebene

$$P = \frac{F \times v}{1000 \times \eta}$$

Bei Umdrehungsbewegung:

Formel 28: Leistung bei Umdrehungsbewegung

$$P = \frac{M \times n}{9500 \times \eta}$$

In der Hydraulik:

Formel 29: Leistung in der Hydraulik

$$P = \frac{Q \times p}{600 \times \eta}$$

Es bedeuten:

P	=	Leistung in [kW]
m	=	Masse in [kg]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]
η	=	Wirkungsgrad
F	=	Kraft in [N]
M	=	Drehmoment in [Nm]
n	=	Drehzahl in [1/min]
Q	=	Fördermenge (Volumenstrom) in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

1. Beispiel - Hubbewegung:

Ladebordwand-Nutzlast inklusive Eigengewicht m = 2.600kg

Hubgeschwindigkeit v = 0,2m/s

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{9,81 \times 2600 \times 0,2}{1000}$$

$$P = 5,1kW$$

2. Beispiel - Bewegung in der Ebene:

Seilwinde $F = 100.000N$

Seilgeschwindigkeit $v = 0,15m/s$

Wie groß ist der Leistungsbedarf, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

$$P = \frac{100000 \times 0,15}{1000}$$

$$P = 15kW$$

3. Beispiel - Drehbewegung:

Nebenabtriebsdrehzahl $n = 1.800/min$

Zulässiges Drehmoment $M = 600Nm$

Welche Leistung ist möglich, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{600 \times 1800}{1000}$$

$$P = 113kW$$

4. Beispiel - Hydraulik:

Volumenstrom der Pumpe $Q = 60 l/min$

Druck $p = 170 bar$

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{60 \times 170P}{600}$$

$$P = 17kW$$

11.7 Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe

Läuft der Nebenabtrieb am Verteilergetriebe im wegabhängigen Einsatz, wird seine Drehzahl n_N in Umdrehungen je Meter zurückgelegten Weg angegeben. Sie errechnet sich zu:

Formel 30: Drehzahl je Meter, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$n_m = \frac{i_a \times i_v}{U}$$

Die Wegstrecke s in zurückgelegte Meter je Umdrehung des Nebenabtriebs (Reziprokwert von n_N) errechnet sich mit:

Formel 31: Weg je Umdrehung, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$s = \frac{U}{i_a \times i_v}$$

Es bedeuten:

n_N	=	Nebenabtriebsdrehzahl in [1/m]
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_v	=	Verteilergetriebeübersetzung
U	=	Reifenumfang in [m]
s	=	gefahrene Wegstrecke in [m]

Beispiel:

Fahrzeug:

Typ H80 TGA 18.480 4x4 BL

Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:

$U = 3,280\text{m}$

Antriebsachsübersetzung:

$i_A = 5,33$

Verteilergetriebe G 172 Übersetzung im Straßengang:

$i_v = 1,007$

Übersetzung im Geländegang:

$i_v = 1,652$

Nebenabtriebsdrehzahl im Straßengang:

$$n_m = \frac{5,33 \times 1,007}{3,280}$$

$$n_m = 1,636/m$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \times 1,007}$$

$$s = 0,611$$

Nebenabtriebsdrehzahl im Geländegang:

$$n_m = \frac{5,33 \times 1,652}{3,280}$$

$$n_m = 2,684$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \times 1,652}$$

11.8 Fahrwiderstände

Die wichtigsten Fahrwiderstände sind:

- Rollwiderstand
- Steigungswiderstand
- Luftwiderstand.

Ein Fahrzeug kann nur dann fahren, wenn die Summe aller Widerstände überwunden wird. Widerstände sind Kräfte, die sich mit der Antriebskraft die Waage halten (gleichförmige Bewegung) oder kleiner sind als die Antriebskraft (beschleunigte Bewegung).

Formel 32: Rollwiderstandskraft

$$F_r = 9,91 \times f_r \times G_z \times \cos \alpha$$

Formel 33: Steigungswiderstandskraft

$$F_s = 9,91 \times G_z \times \sin \alpha$$

Steigungswinkel (= Formel 20, siehe Abschnitt 11.4.2)

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{p}{100}$$

Formel 34: Luftwiderstandskraft

$$F_L = 9,91 \times G_z \times \sin \alpha$$

Es bedeuten:

F_R	=	Rollwiderstandskraft in [N]
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, siehe Tabelle 29
G_z	=	Zuggesamtmasse in [kg]
α	=	Steigungswinkel in [°]
F_s	=	Steigungswiderstandskraft in [N]
p	=	Steigung in [%]
F_L	=	Luftwiderstandskraft in [N]

c_w	=	Luftwiderstandsbeiwert
A	=	Fahrzeugstirnfläche in [m ²]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]

Beispiel:

Sattelkraftfahrzeug: $G_z = 40.000\text{kg}$

Geschwindigkeit: $v = 80\text{km/h}$

Steigung: $p_f = 3\%$

Fahrzeug-Stirnfläche: $A = 7\text{m}^2$

Rollwiderstandsbeiwert für gute Asphaltstraße:

$$f_R = 0,007$$

Es soll der Unterschied festgestellt werden:

- mit Spoiler, $c_{w1} = 0,6$
- ohne Spoiler, $c_{w2} = 1,0$

Lösung:

Nebenrechnung 1:

Umrechnung der Fahrgeschwindigkeit von km/h in m/s:

$$v = \frac{80}{3,6} \quad v = 22,22\text{m/s}$$

Nebenrechnung 2:

Umrechnung der Steigfähigkeit von % in Grad:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{3}{100}$$

$$\alpha = 1,72^\circ$$

1. Berechnung des Rollwiderstandes

$$F_R = 9,91 \times 0,007 \times 40000 \times \cos 1,72^\circ$$

$$F_R = 2746\text{N}$$

2. Berechnung des Steigungswiderstandes:

$$F_R = 9,91 \times 40000 \times \sin 1,72^\circ$$

$$F_R = 11778\text{N}$$

3. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L1} mit Spoiler:

$$F_{L1} = 0,6 \times 0,6 \times 7 \times 22,22^2$$

$$F_{L1} = 1244N$$

4. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L2} ohne Spoiler:

$$F_{L2} = 0,6 \times 1 \times 7 \times 22,22^2$$

$$F_{L1} = 2074N$$

5. Gesamtwiderstand F_{ges1} mit Spoiler:

$$F_{ges1} = F_r + F_s + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 1768N$$

6. Gesamtwiderstand F_{ges2} ohne Spoiler:

$$F_{ges2} = F_r + F_s + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598N$$

7. Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler ohne Wirkungsgrad:

(Leistung nach Formel 30: Leistung bei Bewegung in der Ebene)

$$P_{1'} = \frac{F_{ges1} \times v}{1000}$$

$$P_{1'} = \frac{15768 \times 22,22}{1000}$$

$$P_{1'} = 350kW(476Ps)$$

8. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler ohne Wirkungsgrad:

$$P_{2'} = \frac{F_{ges2} \times v}{1000}$$

$$P_{2'} = \frac{16598 \times 22,22}{1000}$$

Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang $\eta = 0,95$:

$$P_1 = \frac{P_{1'}}{\eta} = \frac{350}{0,95}$$

$$P_1 = 368kW(501Ps)$$

10. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang $\eta = 0,95$:

$$P_2 = \frac{P_{2'}}{\eta} = \frac{369}{0,95}$$

$$P_2 = 368kW (528Ps)$$

11.9 Spurkreis/Wendekreis

Bei der Kreisfahrt eines Fahrzeuges beschreiben die diversen Fahrzeugteile gemäß ihrer Kinematik verschiedene Bahnkurven.

Die Gliederung der Bahnkurven ist wie folgt:

Spurkreis: kurve/Radius der jeweiligen Räder - Augenmerk ist hier meist, das vorderste äußere Rad (größter Spurkreis) sowie das innere hinterste Rad (kleinster Spurkreis)

Wendekreis: Kurve/Radius der vordersten/äußersten Kante – (bei HX-Fahrzeugen ist dies meist das Leitblech bzw. der Blinker am Fahrerhaus, wobei auch andere Teile je nach Kundenausstattung in Betracht kommen.

Heckausschermaß: Radius tangential von hinterster Fahrzeug/Aufbaukante zu hintersten äußersten Rad

Bei einem 4x4 sind diese Kenngrößen aufgrund unerheblicher Verzweigungen (Abweichung zu Ackermann) meist mit relativ kleinen Abweichungen zu der Realität analytisch herleitbar und können mit den nachfolgenden Formeln abgeschätzt werden.

Bei 6x6-Fahrzeugen liegen die Abweichungen von der theoretischen Herleitung nach Ackermann bereits bei ca. 1m und ist demnach bereits sehr ungenau.

Bei einem 8x8/10x10 ist die Berechnung gemäß der nachstehenden Formeln nicht mehr zielführend, da es aufgrund der Abweichung zur Ackermann-Bedingen zu erheblichen Fehlern kommt. Daher ist eine Berechnung von Spur- bzw. Wendekreis für 8x8 bzw. 10x10 Fahrzeugen im Bedarfsfall bei RMMV einzusteuern.

Formel 35: Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2r_o$$

Formel 36: Sollwert des äußeren Lenkeinschlagwinkels

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

Formel 37: Lenkabweichung

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao}$$

Formel 38: Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{L_L}{\sin \beta_{ao}} + r_o - 50 \times \beta_F$$

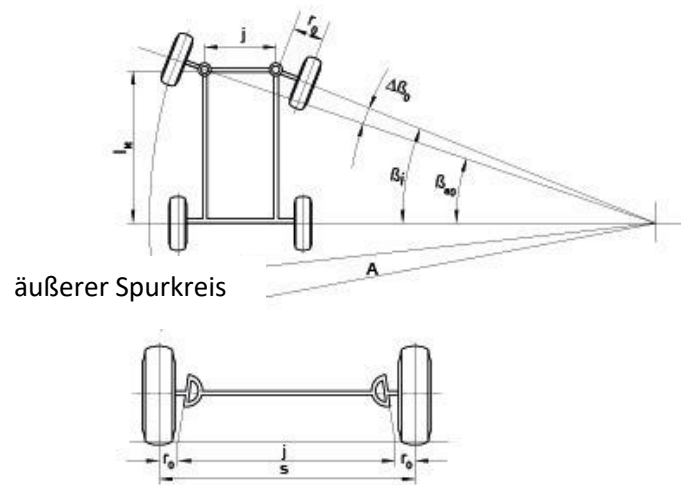


Abbildung 80: Kinematische Zusammenhänge zur Spurkreisermittlung ESC-172

Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H06 TGA 18.350 4x2 BL
Radstand:	$l_{kt} = 3.900\text{mm}$
Vorderachse:	Typ VOK-09
Bereifung:	315/80 R 22.5
Felge:	22.5 x 9.00
Spurweite:	$s = 2.048\text{mm}$
Lenkrollhalbmesser:	$r_0 = 49\text{mm}$
Lenkeinschlagwinkel innen:	$\beta_i = 49,0^\circ$
Lenkeinschlagwinkel außen:	$\beta_a = 32^\circ 45' = 32,75^\circ$

1. Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2r_0 = 2048 - 2 \times 49$$

$$j = 1950$$

2. Sollwert äußerer Lenkeinschlagwinkel

$$j = 1950$$

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{l_{kt}} = 0,8693 + \frac{1950}{390}$$

$$\cot \beta_{ao} = 1,369$$

$$\beta_{ao} = 36,14^\circ$$

3. Lenkabweichung

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao} = 32,75^\circ - 36,14^\circ = -3,39^\circ$$

4. Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{3900}{\sin 36,14} + 49 - 50 \times (-3,39^\circ)$$

$$r_s = 6831\text{mm}$$

11.10 Achslastberechnung

11.10.1 Durchführen der Achslastberechnung

Für die Fahrzeugoptimierung und richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich.

Die Abstimmung des Aufbaus mit dem Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird. Die durch Wiegen ermittelten Gewichte sind in die Achslastberechnung aufzunehmen.

Im Folgenden wird eine Achslastberechnung erklärt. Zur Verteilung der Aggregatgewichte auf Vorder- und Hinterachse dient der Momentensatz. Alle Abstandsmaße sind auf die theoretische Vorderachsmittle zu beziehen. Gewicht wird in den nachfolgenden Formeln aus Gründen der Verständlichkeit nicht im Sinn von Gewichtskraft in [N] sondern im Sinn von Massen in [kg] verwendet.

Beispiel:

Anstelle eines 140-I-Tanks erfolgt die Montage eines 400-I-Tanks, gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

$$\text{Differenzgewicht: } \Delta G = 400 - 140 = 260\text{kg}$$

$$\text{Abstand von theoretischer Vorderachsmittle} = 1.600\text{mm}$$

$$\text{theoretischer Radstand } l_t = 4.500\text{mm}$$

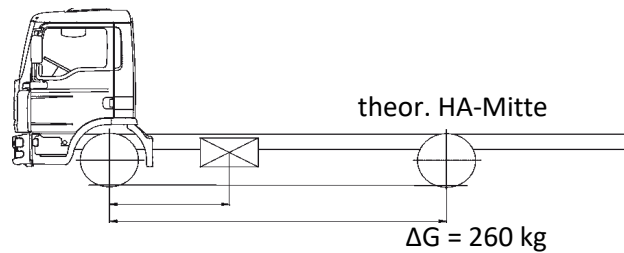


Abbildung 81: Achslastberechnung: Tankanordnung ESC-550

Lösung:

Formel 39: Differenzgewicht Hinterachse:

$$\Delta G_h = \frac{\Delta G \times a}{I_t}$$

$$\Delta G_h = \frac{260 \times 1600}{4500}$$

Formel 40: Differenzgewicht Vorderachse:

$$\Delta G_v = \Delta G - \Delta G_h$$

$$\Delta G_v = 260 - 92$$

$$\Delta G_v = 168$$

Das Auf- oder Abrunden auf volle kg genügt in der Praxis vollkommen. Auf das mathematisch korrekte Vorzeichen ist zu achten. Daher gilt folgende Vereinbarung:

- Maße:
 - alle Abstandsmaße die VOR der theoretischen Vorderachsmittelpunkt liegen erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-)
 - alle Abstandsmaße die HINTER der theoretischen Vorderachsmittelpunkt liegen erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
- Gewichte
 - alle Gewichte die das Fahrzeug BELASTEN erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
 - alle Gewichte von Aggregaten die das Fahrzeug ENTLASTEN erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-).

Beispiel - Schneepflugplatte:

Gewicht: $\Delta G = 120\text{kg}$

Abstand von Mitte erster Achse: $a = -1.600\text{mm}$

theoretischer Radstand: $I_t = 4.500\text{mm}$

Gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse. Hinterachse:

$$\Delta G_h = \frac{\Delta G \times a}{l_a} = \frac{120 \times (-1600)}{4500}$$

$\Delta G_H = -43\text{kg}$, die Hinterachse wird entlastet

Vorderachse:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

$\Delta G_V = 163\text{kg}$, die Vorderachse wird belastet.

In folgender Tabelle ist als Beispiel eine vollständig durchgeführte Achslastberechnung dargestellt. Im Beispiel werden in einer Achslastberechnung zwei Varianten gegenüber gestellt (Variante 1 mit eingeklapptem Ladekranarm, Variante 2 mit gestrecktem Ladekranarm,)

12 MITGELTENDE UNTERLAGEN

Nummer	Bezeichnung
	RMMV System Safety Directive for Suppliers, Integrators and Partners in der aktuellen Fassung
	Qualitätssicherungsvereinbarung (QSV) in vereinbarter Fassung
	Projektspezifische Quality Compliance Matrix in vereinbarter Fassung
RMMV-WN-304	Beschichtungssysteme und Korrosionsschutz

13 VERZEICHNISSE

13.1 Abkürzungsverzeichnis

- ADR Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
- BVM Bundesverband Metall Vereinigung Deutscher Metallhandwerke
- CAD Computer-Aided Design
- CAN Controled Area Network
- CSMS Cyber Security Management System
- DIN Deutsches Institut für Normung
- DOC Declaration of Compliancy
- EBS Elektronisches Bremssystem
- ECE Economic Commission for Europe
- EDC Elektronische Dieseleinspritzung
- EOL End of Line
- FE Finite Elemente
- FHS Fahrerhaus
- GFZ Grundfahrzeug
- GG Gesamtgewicht
- GU General-Unternehmer
- GW Gelenkwellen
- EMV Elektromagentische Verträglichkeit
- EN Europäische Norm
- KSM Steuergerät für externen Datenaustausch
- ISO International Organization for Standardization
- LKW Lastkraftwagen
- MAG Metallaktivgasschweißen
- MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG
- MTB MAN Truck and Bus
- PTO Power-Takeoff
- UN United Nations
- WN Werknorm

- RMMV Rheinmetall MAN Military Vehicles GmbH
- SCR Selektive katalytische Reduktion
- SDHA Starrdeichselanhänger
- STANAG Standardisation Agreement NATO
- SUMS Software Update Management System
- VDA Verband der Automobilindustrie e.V.
- VG Verteilergetriebe
- ZAA Zentralachsanhänger
- ZBR Zentraler Bordrechner
- ZDH Zentralverband des Deutschen Handwerks
- ZFK Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik

13.2 Revisionsverzeichnis

Version	Kapitel	Änderung	Begründung
01	Komplett	Neuerstellung	

13.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Radformel18

Tabelle 2: HX Radformeln.....19

Tabelle 3: HX Fahrzeugbezeichnung20

Tabelle 4: HX Typnummern.....20

Tabelle 5: HX Fahrerhäuser21

Tabelle 6: HX Motoren/Motorbezeichnungen D0823

Tabelle 7: HX Motoren/Motorbezeichnungen D2823

Tabelle 8: HX Motoren/Motorbezeichnungen D20/ D26.....23

Tabelle 9: Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand29

Tabelle 10: Stahlwerkstoffe für HX-Rahmen35

Tabelle 11: Profildaten der Rahmenlängsträger für HX Fahrzeuge.....	36
Tabelle 12: Hilfsrahmenwerkstoffe (Beispiele) und Festigkeitswerte	66
Tabelle 13: Maximalmaße Kipplagerabstand.....	90
Tabelle 14: Frequenzbänder mit zul. Montageort Dachbefestigung	100
Tabelle 15: Mindestradien bei PA-Rohren	107
Tabelle 16: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße	107
Tabelle 17: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße.....	113
Tabelle 18: Rollwiderstandsbeiwerte.....	121
Tabelle 19: Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang	121

13.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Cyber Security Relevanz Decision Tree	16
Abbildung 2: Überlastung der Vorderachse	26
Abbildung 3: Radlastdifferenz	27
Abbildung 4: Darstellung der zul. Radlastdifferenz.....	28
Abbildung 5: Mindestbelastung der Vorderachse -ESC-051	29
Abbildung 6: Verwiegen mittels Wiegeplattform	30
Abbildung 7: hinterer Überhang	31
Abbildung 8: Theoretischer Radstand Zweiachser.....	32
Abbildung 9: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten	32
Abbildung 10: Theoretischer Radstand Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen mit jeweils gleichen Vorder- und Hinterachslasten.....	32
Abbildung 11: Theoretischer Radstand Fünfachser mit zwei Vorder- und drei Hinterachsen mit jeweils gleichen Vorder- und Hinterachslasten.....	33
Abbildung 12: Profildaten der Rahmenlängsträger	36
Abbildung 13: Bohrungsabstände	37
Abbildung 14 Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt	38
Abbildung 15: Bohrungen am Rahmenende	38
Abbildung 16: Spurenbild in den Rippen auf der Anzugsseite	39
Abbildung 17: Mindestabstände beim Verschweißen von Bohrungen	41
Abbildung 18: Schutzwärmeempfindlicher Teile ESC-156	41
Abbildung 19: Senkrechte Rahmenschweißung ESC-090.....	42

Abbildung 20: Verlängerung Rahmenüberhang ESC-093.....	43
Abbildung 21: Max. Abstand der Rahmenquerträger ESC-092	43
Abbildung 22: Verjüngung am Rahmenende ESC-108	44
Abbildung 23: Rahmenende einer Sattelzugmaschine ESC-503	44
Abbildung 24: Einfachgelenk ESC-074.....	45
Abbildung 25: W-Anordnung der Gelenkwelle ESC-075	46
Abbildung 26: Z-Anordnung der Gelenkwelle ESC-076.....	47
Abbildung 27: Räumliche Gelenkwellenanordnung ESC-077.....	47
Abbildung 28: Gelenkwellenstrang ESC-078	49
Abbildung 29: Markierung an der Gelenkwelle ESC-079	49
Abbildung 30: Freiraum für Anhängerkupplungen nach UN R55 aktuelle Änderungsserie, ESC-006.....	51
Abbildung 31: Freiraum Kugelkopfkupplungen für Anhängerkupplungen nach DIN 74058 ESC-152.....	51
Abbildung 32: Freiräume nach STANAG 4101.....	51
Abbildung 33: Tiefgesetzte Anhängerkupplung ex.ESC-015 ESC-515	52
Abbildung 34: Unter den Rahmen gesetzte Anhängerkupplung ex. ESC-042 ESC-542	52
Abbildung 35: Maße Sattelzugmaschinen.....	55
Abbildung 36: Freigang kardanische Sattelkupplung	56
Abbildung 37: Aufbauraum gekennzeichnet durch Aufbaulinie	61
Abbildung 38: Belastungen auf ein Nutzfahrzeug.....	64
Abbildung 39: Verformung zweier U-Profile	65
Abbildung 40: Steifigkeitssprung.....	67
Abbildung 41: Übergang vom Kasten- zum U-Profil ESC-043.....	67
Abbildung 42: Abschlusskante Hilfsrahmenuntergurt	67
Abbildung 43: Beispielhafte Darstellung des Diagonalkreuzverbandes.....	68
Abbildung 44: Unterzug am Hauptrahmen	68
Abbildung 45: Hilfsrahmen / KTG-Montageplatte / KTG-Hilfsrahmen	69
Abbildung 46: Darstellung Biegemomentenverlauf.....	70
Abbildung 47: Elastische Beilagen ESC-026.....	70
Abbildung 48: Nietverbindung bei offenen und bei geschlossenen Profilen ESC-157.....	71
Abbildung 49: Beispiel Motor- Getriebelager	72
Abbildung 50: Abstand Hilfsrahmenbefestigungen ESC-100	72
Abbildung 51: Befestigungswinkel mit Langlöchern ESC-038	73

Abbildung 52: Beilagen zwischen Befestigungswinkeln ESC-628.....	73
Abbildung 53: Erhöhung der Dehnfähigkeit durch lange Schrauben und Distanzhülsen ESC-635	74
Abbildung 54: Lange Schrauben und Tellerfedern ESC-101.....	74
Abbildung 55: Bridenbefestigung ESC-123.....	75
Abbildung 56: Berührung Schraubengewinde an Lochwandung ESC-029	76
Abbildung 57: Schublechmontage ESC-037, ESC-019	76
Abbildung 58: Hilfsrahmenbefestigung mit Lochschweißung ESC-025.....	77
Abbildung 59: Lagermöglichkeit verwindungssteifer Aufbauten gegenüber verdrehweichem Fahrgestell	79
Abbildung 60: Selbsttragende Aufbauten	81
Abbildung 61: Vorderes Lager Tankaufbauten.....	82
Abbildung 62: Anordnung Tank- und Silolagerung ESC-004	83
Abbildung 63: Momente am Ladekran ESC-040	84
Abbildung 64: Freiraum für Ladekran hinter Kühlertraggestell	86
Abbildung 65: Absattelvorrichtung für Heckladekran ESC-023.....	88
Abbildung 66: Kreuzverstrebung im Hilfsrahmen ESC-024	89
Abbildung 67: Empfohlene Maße für Kippaufbauten bei 2-Achser-Fahrzeugen.....	90
Abbildung 68: Empfohlene Maße für Kippaufbauten bei 3- bzw. 4-Achser-Fahrzeugen	91
Abbildung 69 Schubleche am Rahmen.....	92
Abbildung 70: Voss System 232, Funktionsprinzip ESC-174	105
Abbildung 71: Schutzspirale auf PA-Rohr ESC-151.....	106
Abbildung 72: Anschluss am Magnetblockventil im Kühlertraggestell.....	109
Abbildung 73: Anschluss am Verteiler für Nebenverbraucher im Rahmen	109
Abbildung 74: Lage im Rahmen und Anschlussvarianten am Überströmventil.....	109
Abbildung 75: Schutzspirale auf Schlauchleitung.....	112
Abbildung 76: Schellenabstand für Schlauchleitung.....	113
Abbildung 77: Schottblech an KTG	114
Abbildung 78: Anschlüsse an das Wegeventil.....	114
Abbildung 79: Steigungsverhältnis, Steigung, Steigungswinkel ESC-171.....	120
Abbildung 80: Kinematische Zusammenhänge zur Spurkreisermittlung ESC-172.....	135
Abbildung 81: Achslastberechnung: Tankanordnung ESC-550	137

14 HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Hinweis: Diese Werknorm wurde in deutscher Sprache erstellt und die deutsche Version ist bindend.