

## 5.1 Beförderungsverträge nach HGB und AGB-BSK

Transportleistungen im Großraum- und Schwertransportgewerbe werden üblicherweise als Beförderungsverträge des Straßengüterverkehrs erbracht. Es handelt sich dabei national um Frachtverträge nach §§ 407 ff HGB und international um grenzüberschreitende Beförderungen mit Kraftfahrzeugen auf der Straße nach Art. 1 CMR ff. Insofern besteht zunächst kein Unterschied zu herkömmlichen Straßengütertransporten. Geschuldet wird der Beförderungserfolg, also die vollständige, unbeschädigte und rechtzeitige Ablieferung des Ladegutes am Empfangsort. Da die Großraum- und Schwertransportfahrzeuge, Transportfahrzeuge und/oder die Ladung allerdings die Bau- und Betriebsvorschriften der StVZO und der SVO nicht oder nur bedingt einhalten können, bedürfen diese Sonderverkehre auch zivilrechtlich einiger besonderer Regelungen in besonderen Geschäftsbedingungen. Die Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten (BSK) e.V. im BGL hat diese Geschäftsbedingungen im Jahre 2020 vollständig neu gefasst und die Anpassungen an die Seehandelsrechtsreform vorgenommen (vgl. Salzmann/Belger/Draaf/Saller, AGB-BSK Kran + Transport 2020, Praktiker-Kommentar mit Checklisten, 1. Aufl., PMC Media House, Leverkusen).

Diese Konditionenempfehlungen gelten aufgrund ihrer hohen Marktdurchdringung als branchenüblich und werden für Großraum- und Schwertransporte nahezu bundesweit angewandt und sind in der einschlägigen Kommentarliteratur auch

zitiert (vgl. LG Heidelberg, Urteil vom 27.01.92, Az.: O 109/91 KfH I, n.v., ebenso: LG Hamburg, Urteil vom 28.11.88, Az.: 69 S 6/88 = VersR 1990, S. 1294 f; ebs.. LG Halle, Urteil vom 12.03.03, Az.: 7 O 400/02, n.v., ebenso: LG Bremen, Urteil vom 27.02.08, Az.: 11 O 357/07, n.v.; ebenso: Bartels, Haftungsbeschränkung nach den Schwertransportbedingungen, VersR 1990, S. 355 ff., Koller, TranspR-Kommentar, 10. Auflage, C.-H. Beck Verlag, München, 2020, S. 997 ff. und bei Andresen, Münchener Kommentar zum HGB, Bd. 7, TranspR, 2. Auflage, 2009, C.H. Beck Verlag, München, S. 757 ff.).

Bei diesem Bedingungswerk handelt es sich um Konditionen-Empfehlungen des Unternehmensverbandes, der Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten, Haus des Güterverkehrs, Breitenbachstr. 1, 60487 Frankfurt/Main, die nach dem Urteil des BGH vom 12.10.1995, Az.: I ZR 172/93 (DB 1996, S. 878 ff.) und dem weiteren BGH Urteil vom 28.01.2016, Az.: I ZR 60/14 (openJur 2016, 3409) vollständig überarbeitet und mit den Mitgliedern des Versicherungsausschusses bei der Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten, allen namhaften Versicherungsmaklern, einigen Verkehrshaftungs-Versicherern sowie Vertretern des Gewerbes zur Beratung und schließlich der Marktgegenseite, insbesondere dem Bundesverband der Dt. Industrie (BDI) und dem Verband der Dt. Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) zur Anhörung vorgelegt und schließlich im kartellamtlichen Anhörverfahren abgestimmt wurden.

Im Übrigen gilt unter Kaufleuten die Einbeziehung von Allg. Geschäftsbedingungen durch stillschweigende Annahme bzw. stillschweigende Unterwerfung. Nach mittlerweile gefestigter Ansicht in Rechtsprechung und Literatur ist anerkannt, dass zur Einbeziehung in den Vertrag unter Kaufleuten jede auch stillschweigende Willensübereinstimmung



Abb. 1: Behältertransport unter Stromleitung. Foto: Felbermayr

### Unfallverhütungsvorschrift § 37 (4) UVV DGUV V70 „Fahrzeuge“

„Die Ladung ist so zu verstauen und bei Bedarf zu sichern, dass bei üblichen Verkehrsbedingungen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist.“

Durchführungsanweisungen (DA) zu § 37 Abs. 4:

Zu den „üblichen Verkehrsbedingungen“ gehören auch Vollbremsungen, plötzliche Ausweichbewegungen oder Unebenheiten der Fahrbahn. Die Maßnahmen zur Sicherung der Ladung richten sich nach Art des Ladegutes und den Konstruktionsmerkmalen des Fahrzeugaufbaues. Ist eine ausreichende Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, sind geeignete Hilfsmittel zu benutzen; siehe auch § 22 Abs. 1 dieser Unfallverhütungsvorschrift und § 22 Abs. 1 StVO.

Empfehlungen zur Ladungssicherung, zum Lastverteilungsplan und zur Auswahl geeigneter Zurrmittel enthalten auch folgende VDI-Richtlinien und Normen:

- VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“,
- VDI 2700 Blatt 2 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrkräfte“,
- VDI 2700 Blatt 3.2 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung“,
- VDI 2700 Blatt 4 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Lastverteilungsplan“,
- DIN EN 12195-1 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit; Teil 1: Berechnung von Zurrkräften“,
- DIN EN 12195-2 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit; Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern“,
- DIN EN 12195-3 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit; Teil 3: Zurrketten“,
- DIN EN 12195-4 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit;
- Teil 4: Zurrseile“,
- DGUV Information 214-003 „Ladungssicherung auf Fahrzeugen“ (früher BGI 649).

Damit schließt sich der Kreis.



Abb. 2: Werkseisenbahn auf Tiefbett-Sattelaufleger. Foto: Kranverleih Saller

## 7.5 Ladungssicherung nach den anerkannten Regeln der Technik (VDI 2700)

In den vorab zitierten Vorschriften aus HGB, StVZO, StVO, BetrSichV, TRBS und UVV „Fahrzeuge“ werden überwiegend Forderungen allgemeiner Art erhoben. Wie jedoch im Einzelnen eine Ladung zu sichern ist oder wie ein Fahrzeug, z.B. mit Zurrpunkten, vorschriftsmäßig auszurüsten ist, besagen ausschließlich die sogenannten allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Seit November 2004 gibt es hierzu die neue Richtlinie VDI 2700: Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen (safety of loads on vehicles) der VDI Gesellschaft Fördertechnik, Materialfluss und Logistik. Dort sind nicht nur allgemeine Hinweise zum Beladen eines Fahrzeuges und die Grundsätze der Ladungssicherung genannt, sondern auch die Beteiligten, nämlich Fahrzeughalter, Fahrer und Verloader. Ihre Verantwortungsbereiche leiten sich ab aus den nationalen Vorschriften des Straßenverkehrsrechts und des Arbeitsschutzes sowie den entsprechenden Gesetzen und Vorschriften der europäischen Länder.

Lediglich Schienen-, See- und Lufttransport sind aus dem Anwendungsbereich der Richtlinie VDI ausgenommen. Hier gelten eigene Vorschriften, für den Seeverkehr z.B. der CTU-Code als Richtlinie der internationalen Schifffahrtsorganisation (IMO), der internationalen Arbeitsorganisation (ILO) und der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN ECE) für das Packen von Beförderungseinheiten (cargo transport units) und natürlich die GGvSEB, die in § 5 die Geltung des CTU-Codes verbindlich vorschreibt. Außerdem ist dort eine Ausbildung aller in Betracht kommenden Personen vorgeschrieben (vgl. Abschn. 7.4 ff CTU). Im Abschnitt 7.5. des CTU-Codes wird sogar ein Rahmenlehrplan empfohlen, dessen Inhalt in Anlage 6 des CTU-Codes beschrieben ist.

Einen solchen verbindlichen Rahmenlehrplan sieht die Richtlinie VDI 2700 für die Ladungssicherung im Straßengüterverkehr nicht vor, allerdings gibt es einen Lehrgang zum Erwerb der Sachkunde: Ladungssicherung nach der Richtlinie des Deutschen Verkehrsrates DVR Typ 1 a für Fahrer und Verantwortliche des Verladers. Außerdem sieht die Richtlinie VDI 2700 a einen Ausbildungsnachweis für Ladungssicherung vor. Schon aus Gründen des Eigenschutzes und zum Nachweis der Einhaltung aller Grundsätze zum Auswahlverschulden (Auswahl, Ausbildung und Überwachung) des Personals sollten daher Frachtführer und vor allem Verloader nur danach ausgebildetes und geschultes Personal einsetzen, gerade auch mit Blick auf den Exkulpationsbeweis des § 831 Abs. 1, S. 2 BGB. In jedem Falle ist seitens des Frachtführers und des Verladers sicherzustellen, dass die Richtlinie VDI 2700 bei der Güterbeförderung im Straßenverkehr eingehalten wird.

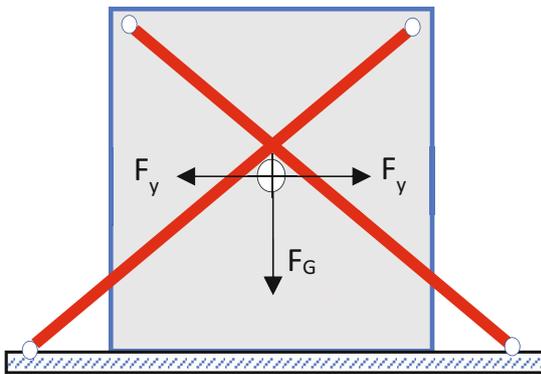
bedingt durch den großen Aufwand an Messtechnik, jedoch oft nicht umsetzbar.

Der Einsatz von Ketten unterliegt in der Praxis menschlichen Einschätzungen und ist damit fehleranfällig.

Das idealisierte Model auf Basis der bisherigen Berechnungsgrundlagen dient einer ersten groben Einschätzung über die eingeleiteten Kräfte zur Ladungssicherung. Eine physikalisch eindeutige Berechnung ist damit jedoch noch nicht möglich. (Hierzu weitere Erläuterungen in Kapitel 11).

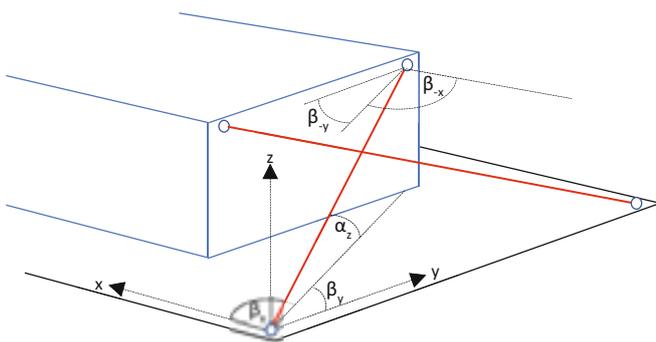
### Diagonalzurren

Beim Diagonalzurren wirken zwei Winkel mit unterschiedlicher Wirkrichtung. Um dieses Zurrverfahren wirken lassen zu können, ist eine Bewegung Voraussetzung, die infolge einer Bewegungsenergie entsteht. Es ist ein weitgehend ruhendes System, dass somit immer einen Impuls durch fahrdynamische Kräfte benötigt.



(F<sub>y</sub>) Trägheitskraft

(F<sub>G</sub>) Schwerkraft



(x) Beschleunigung in Fahrtrichtung

(y) Beschleunigung quer zur Fahrtrichtung

(z) Beschleunigung vertikal

(n) Anzahl der wirksamen Zurrmittel

(μ) Haftreibungskoeffizient

(F<sub>v</sub>) Sicherungskraft für ein Zurrmittel

(f<sub>μ</sub>) Umrechnungsfaktor 0,75/1,0

(α<sub>z</sub>) Zurrwinkel

(β<sub>y</sub>) Flächenwinkel zur y-Achse

(β<sub>x</sub>) Flächenwinkel zur x-Achse



Abb. 27: Prinzip Diagonalzurren mit gleichen Kettenlängen. Grafiken/Foto: EUROSAFE

Die Berechnung der erforderlichen Zurrmittel-Dimensionierung beruht auf der Verwendung der formschlüssigen Ladungssicherung – man sagt auch im direkten Zug. Gekennzeichnet wird die Zurrmittelkapazität durch die Bezeichnung „LC“ (Lashing Capacity). Wenn beim Niederzurren der Wert der Reibungserhöhung das Ladegut sichert, so wird die Ladungssicherung durch das Zurrmittel erzeugt. Die Reibung hat daher beim Diagonalzurren einen wichtigen Einfluss, ist aber nicht so signifikant wie beim Niederzurren.

In der Basisformel finden sich daher auch Werte wieder, die wir aus dem Niederzurren kennen – nur dass diese durch die Winkelfunktionen erweitert sind.

$$F_R = \frac{C_x - (\mu \cdot f_\mu \cdot C_z)}{(\cos \alpha \cdot \cos \beta) + (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)} \cdot \frac{F_G}{n}$$

#### Hinweise zum Umrechnungsfaktor f<sub>μ</sub>

Sofern der Reibwert nicht bekannt ist, so ist dieser gemäß der EN 12195-1 mit 0,75 zu multiplizieren. Ist der anzunehmende und zertifizierte Reibwert mit 0,6 benannt, wie z.B. bei geprüften Antirutschmatten, so ist dieser Wert f<sub>μ</sub> mit „1“ anzusetzen.

Eine wissenschaftliche Begründung über diese anzunehmende Konstante liegt nicht vor. Diese Werte wurden im Rahmen der Normungsarbeiten auf Basis von Erfahrungswerten und Einschätzungen vorgenommen. Daher geben diese Werte eine erste Näherung an die anzunehmende Reibung. Sofern man dies exakt ermitteln möchte, muss mit den eingesetzten Materialien nach VDI 2700 Blatt 14 oder EDIN EN 12195-1 geprüft und zertifiziert werden.

**Berechnung in Anlehnung an EN 12195-1**

$$F_R = \frac{c_x - (\mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}{(\cos \alpha \cdot \cos \beta) + (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)} \cdot \frac{F_G}{n}$$

$$F_R = \frac{0,8 - (0,6 \cdot 1_{0,6} \cdot 1)}{(0,5 \cdot 0,707) + (0,6 \cdot 1 \cdot 0,5)} \cdot \frac{60.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2}$$

$$F_R = \frac{0,2}{(0,3535 + 0,3)} \cdot \frac{58.860 \text{ daN}}{2}$$

$$F_R = \frac{0,2}{0,6535} \cdot \frac{58.860 \text{ daN}}{2}$$

$$F_R = 0,3060 \cdot 29.430 \text{ daN}$$

$$F_R = 9.006 \text{ daN}$$

**Ergebnis:** Um die rechnerisch ermittelte Rückhaltekraft durch Diagonalzurren sichern zu können, müssen Zurrketten mit je einer  $LC \geq 9.006 \text{ daN}$  zum Einsatz kommen. Daraus ergeben sich Zurrketten mit einer  $LC \geq 10.000 \text{ daN}$ .

Da jedoch die Zurrpunkte mit nur  $5.000 \text{ daN}$  belastet werden dürfen, ist die Anzahl der Zurrketten auf 4 geprüfte Ketten nach DIN EN 12195-3 zu erhöhen, um die Ladung ausreichend in Fahrtrichtung sichern zu können.

**Achtung:** Die einzelnen Ketten dürfen nicht überlastet werden.



Abb. 25: Textile Zurrkette nach DIN EN 12195-2/3.  
Foto: Dolezych

**Achtung:** Für die Ladungssicherung müssen unabhängig vom Einsatzland verbindlich reibwerterhöhende Unterlagen (Schwerlastmatten) eingesetzt werden. Es ist zu beachten, dass der Einsatz von reibwerterhöhenden Unterlagen nicht in allen Teilen der Welt vorhanden oder überhaupt bekannt ist.

**Hinweis zu den angegebenen Vertikalbeschleunigungen:**  
Die Richtlinienwerte aus den USA, Kanada und Australien

lassen sich so interpretieren, dass diese Annahmen aus Versuchsmessungen hervorgegangen sind. Wichtig zu wissen ist, dass Ladung wegen Schwingungen und Vibrationen wandern kann. Ist die Reibung unbekannt, weil keine geprüften reibwerterhöhenden Unterlagen eingesetzt werden oder ganz darauf verzichtet wird, können Vertikal-Beschleunigungen, zum Beispiel beim Anfahren von selbstfahrenden Schwerlastrollern (SPMT) (Anfahr momente), unfallursächlich sein.

## 10.12 Kippgefährdete Ladungen

### Standsicherheit – kann das Ladegut kippen?

Der Transport wurde mit einem Hilfsrahmen aus Stahl durchgeführt, der die Auflagefläche der Ladung vergrößert. Die Ladung ist fest mit dem Transportrahmen über Anschlagpunkte verbunden. Die Anforderung ist, dass das Standmoment größer ist als das Kippmoment (Standmoment > Kippmoment). Daraus folgt folgende Ableitung:

#### Berechnung Kippgefährdung Schwerpunktlage quer zur Fahrtrichtung

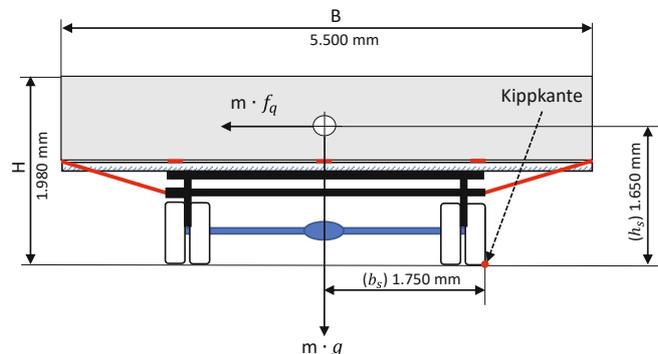


Abb. 26: Lage der Zurrmittel bei überbreiten Ladungen.  
Skizze: EUROSAFE

Das Ladegut bleibt bei stetiger Zunahme der Kraft  $F_{\text{Kipp}}$  zunächst im Ruhezustand. Erst wenn die Kraft  $F_{\text{Kipp}}$  größer als  $F_G$  wird, wird das Ladegut entweder um die Kippkante beginnen zu Kippen oder von der Ladefläche herunterrutschen. Welcher dieser Fälle zuerst eintritt ist allein von  $b_s$  und  $h_s$  sowie der Haftreibung zwischen Ladeboden und Ladegut ab. Kommt es jedoch zu überbreiten Ladungen, so wird das Kippen der Ladung wie im vorliegenden Beispiel begünstigt.

#### Berechnung bis zum Kippen der Ladung:

Handelt es sich bei dem Ladegut um eine homogene Masse-Verteilung, so ist die Standsicherheit unabhängig von der Masse. Die geforderte Standsicherheit soll 1,5 betragen. Begründet wird die Forderung aus  $1g$  Gewichtskraft und die beim fahrdynamischen Prozess entstehenden  $0,5g$  in Anlehnung an die geltenden EN 12195-1 Normen und VDI-Richtlinie 2700.

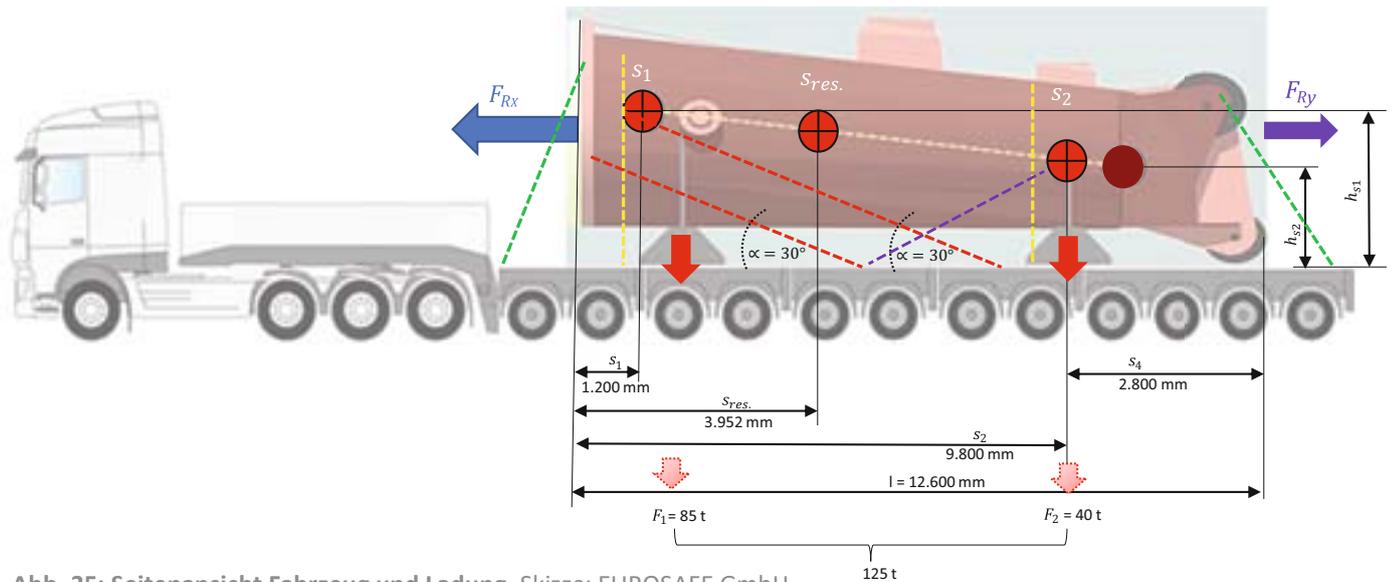


Abb. 35: Seitenansicht Fahrzeug und Ladung. Skizze: EUROSAFE GmbH

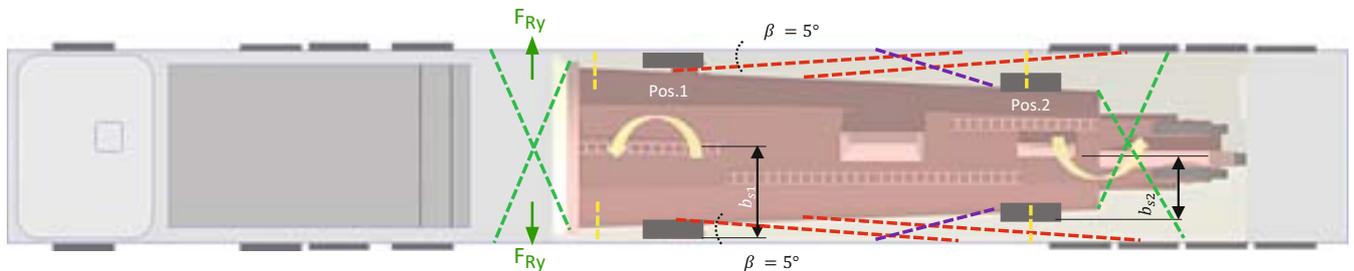


Abb. 36: Draufsicht Fahrzeug und Ladung, mögliche Drehbewegung – gelbe Pfeile. Skizze: EUROSAFE

### Daten zur Ladung und zum Fahrzeug:

Lage Längen-Schwerpunkte ( $s_1, s_2, s_{res.}$ )	nicht symmetrisch
Lage Höhen-Schwerpunkte ( $h_1, h_2, h_3$ )	unterschiedlich
Werkstoff Ladung	Stahl
Werkstoff Ladeboden:	Stahl, Stahlplatten, reibwerterhöhende Unterlagen (Mischreibung)
Zurmittel	Norm – DIN EN 12195-3 Ketten LC = 10.000 daN
Gewicht (m):	125.000 kg
Gewichtskraft (FG)	$125.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 1.226.250 \text{ N} = 122.625 \text{ daN}$

Beschleunigungskraft in Fahrtrichtung ( $F_x$ )	$F_G \cdot 8 \text{ m/s}^2 = 122.635 \text{ daN} \cdot 0,8 = 98.100 \text{ daN}$
Beschleunigungskraft quer zur Fahrtrichtung ( $F_{y1,2}$ ) (kippfährdet)	$F_G \cdot 6 \text{ m/s}^2 = 122.635 \text{ daN} \cdot 0,6 = 73.581 \text{ daN}$
Sicherheitsbeiwert ( $f_s$ )	1,25 (in Fahrtrichtung) 1,1 (quer zur Fahrtrichtung)

Reibwert/Mischreibung Stahl-Stahl ( $\mu$ )	0,2
( $b_{s1}$ ) Breite Ladegut Pos. 1	2500 mm : 2 = 1.250 mm
( $b_{s2}$ ) Breite Ladegut Pos. 2	1600 mm : 2 = 800 mm
( $h_{s1}$ ) Höhe Schwerpunkt 1	5800 mm : 2 = 2.900 mm
( $h_{s2}$ ) Höhe Ladegut Pos. 2	3800 mm : 2 = 1.900 mm

<span style="color:red">- - -</span> Rote Zurrketten/ Direktzurren:	Ladungssicherung $F_{Rx}$ in Fahrtrichtung – Berechnungsbeispiel
<span style="color:green">- - -</span> Grüne Zurrketten/ Diagonalzurren:	Ladungssicherung $F_{Ry}$ quer zur Fahrtrichtung (hier nicht berechnet)
<span style="color:yellow">- - -</span> Gelbe Zurrketten/ Schrägzurren:	Ladungssicherung $F_{Ry}$ quer zur Fahrtrichtung (hier nicht berechnet)
<span style="color:blue">- - -</span> Violette Zurrketten/ Direktzurren:	Ladungssicherung $F_{Rx}$ entgegen zur Fahrtrichtung (hier nicht berechnet)

### Berechnung zur Rückhaltekraft $F_{Rx}$ in Anlehnung an VDI 2700 Blatt 2

$$F_{Rx} = \frac{c_x - (\mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}{(\cos \alpha \cdot \cos \beta) + (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)} \cdot \frac{F_G}{n}$$

$$F_{Rx} = \frac{0,8 - (0,6 \cdot 1_{0,6} \cdot 1)}{(0,5 \cdot 0,9961) + (0,6 \cdot 1 \cdot 0,5)} \cdot \frac{60.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2}$$

$$F_{Rx} = \frac{0,2}{(0,49805 + 0,3)} \cdot \frac{58.860 \text{ daN}}{2}$$

$$F_{Rx} = 0,2506 \cdot 29.430 \text{ daN} = 7.375,47 \text{ daN}$$

**Ergebnis:** Um die Ladung gegen Verrutschen in Fahrtrichtung zu sichern, sind an jeder Seite mindestens 2 Ketten mit einer LC  $\geq 8.000$  daN zu verwenden, um jeweils die errechneten 7.375,47 daN abfangen zu können. Die Zurrpunkte sind idealerweise mit 10.000 daN belastbar. Sind diese nur mit 5.000 daN belastbar, so sind wie eingezeichnet weitere Ketten im Direktzurren einzusetzen.

Zu beachten ist, dass die eingesetzten Ketten bezüglich ihrer Dehnung (1,5 %), LC (Lashing Capacity),  $ST_F$  (Safety Tension Force) und der Winkelgeometrie ( $\alpha$  und  $\beta$ ) möglichst gleichmäßig an jeder Seite anzubringen sind.

**Ergebnis:** Die Ladung ist stark kippfährdet und muss bezüglich der entstehenden Querschleunigungskräfte ausreichend mit stabilen Stützen fixiert werden. Die hier verwendeten Stützen (Cradles) waren auch unabhängig von der Kettenpositionierung deutlich zu schwach.



Abb. 8: Querschnitt eines Achsaggregates – Goldhofer Hydraulikachse, Grafik: Goldhofer, li., und Scheuerle Hydraulikachse, Grafik: Scheuerle, re.

## 2-Kreis-Lenkausführung

Die eingespeisten Hydraulikdrücke liegen oft bei über 200 bar. Für einen Schwerlasttransport mit hohen Gewichten müssen auch Notfall-Szenarien beachtet werden. So werden einzel angesteuerte hydromechanische Achssysteme mit einem zweiten Hydraulikreis ausgestattet, um bei Ausfällen die Lenkbarkeit mit Lenkwinkeln von bis zu  $\pm 60$  Grad über eine Lenksynchronisations-Software aufrechterhalten zu können.

Schwerlastfahrzeuge verfügen über eine umfangreiche Ausstattung, um ihren Aufgaben gerecht zu werden. Der Rahmen besteht aus im Regelfall kastenförmigen Längs- und Querträgern aus Stahl. Hinzu kommen Luft- und Hydrauliköltanks

sowie das Lenksystem, bestehend aus hydraulisch geregelten und gelenkten Pendelachsmodule. Die Einzelmodule verfügen über ein Laschen-Kupplungs-System zur Zusammenfügung der Einzelmodule über massive Verbindungsbolzen.

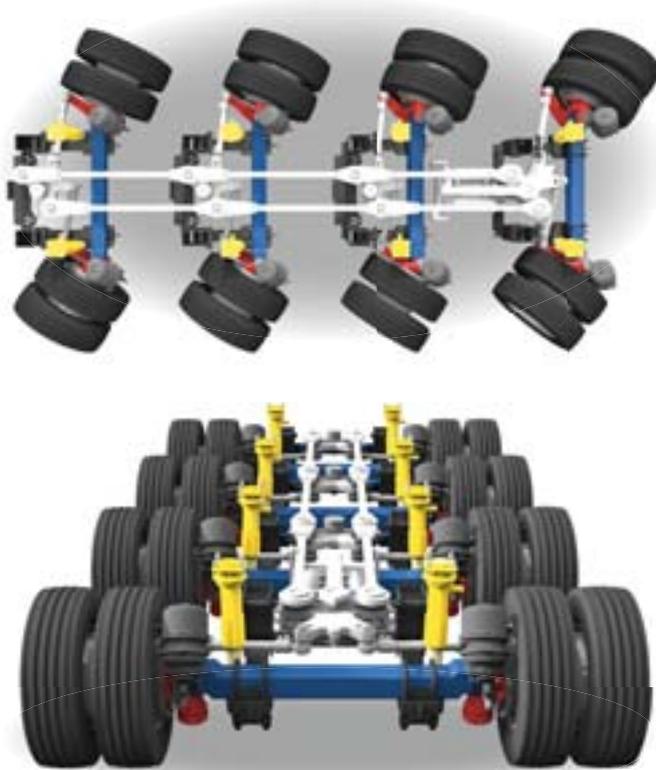


Abb. 9: Hydrauliklenkachsen – Draufsicht und Vorderansicht. Grafiken: Goldhofer

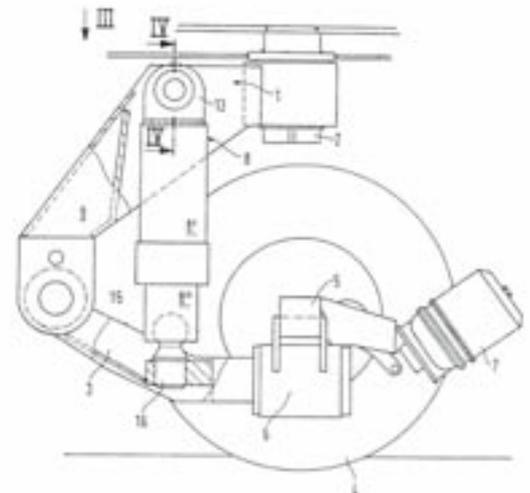


Abb. 10: Ausführungen einer hydraulischen Pendelachse. Grafiken: Goldhofer (ganz oben) und Scheuerle (oben, patentiert)

Je nach Ausführung und Hersteller lassen sich die Einzelachsen so steuern, dass diese Höhenunterschiede von bis zu  $\pm 300$  mm ausgleichen können. Auch höhere Ausgleichswege sind mittlerweile möglich.



Abb. 2: Tieflader-Ausführung. Foto: Bruns

### 12.3 Mindestanforderungen für den Lastverteilungsplan (LVP)

- Die zulässige Vorderachslast(en) darf nicht überschritten werden
- Die zulässige Hinterachslast(en) darf nicht überschritten werden
- Die Nutzlast des Fahrzeuges darf nicht überschritten werden
- Die Mindestlenkachslast darf nicht unterschritten werden
- Die zuvor genannten Mindestanforderungen ergeben sich aus der StVZO.

Die Einhaltung der Mindestlenkachslast ist erforderlich, um die Lenkfähigkeit des Fahrzeuges aufrechtzuerhalten. Die Mindestachslasten sowie die im Fahrbetrieb maximal zuläs-

sigen Radlastdifferenzen müssen beim Fahrzeug- bzw. Aufbauhersteller eingeholt werden.

In Gerichtsverfahren musste in Einzelfällen die Feststellung getroffen werden, dass z.B. 4-achsige Zugmaschinen bei den vorderen beiden Lenkachsen nicht die erforderliche Lenkachsdrücke aufwiesen. Das Fahrzeug war damit nicht mehr uneingeschränkt im Straßenverkehr manövrierfähig. Die vorderen Achsdrücke können, sofern die technische Einrichtung dies zulässt, durch Verschiebung der Aufgleitplatte in gewissen Grenzen ausgeglichen werden. Sollten die Achsen der Zugmaschine unterlastet bzw. überlastet sein, so ist ein Nachlaufdollie mit 2 Achsen einzubauen (s. Abb. 2 oben).

#### Beispiele

Sofern der Schwerpunkt einer Ladung bekannt ist, muss die Lage des Schwerpunktes dem Spediteur und Projektverantwortlichen mitgeteilt werden. Neben dem Gesamtgewicht

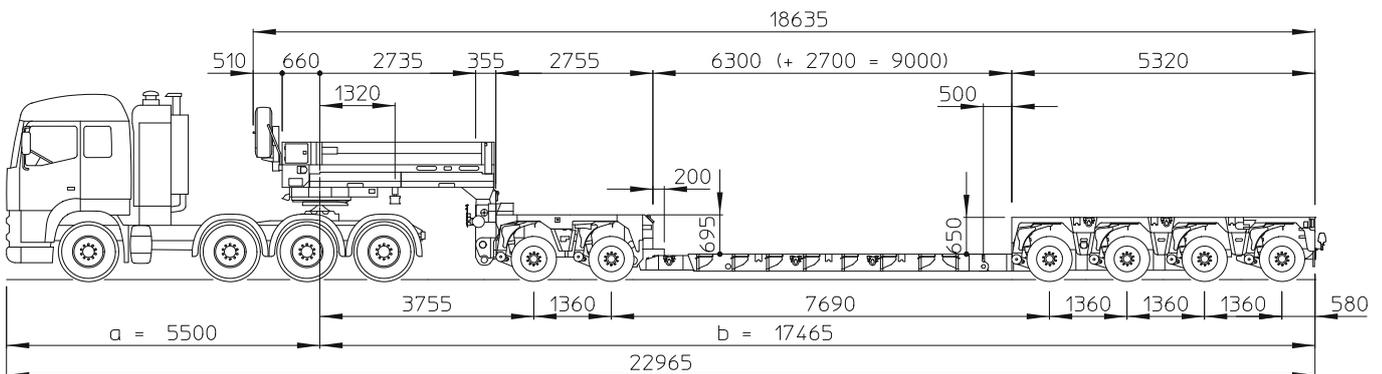


Abb. 3: Fahrzeug-Kombination mit Bemaßung. Grafik: Goldhofer

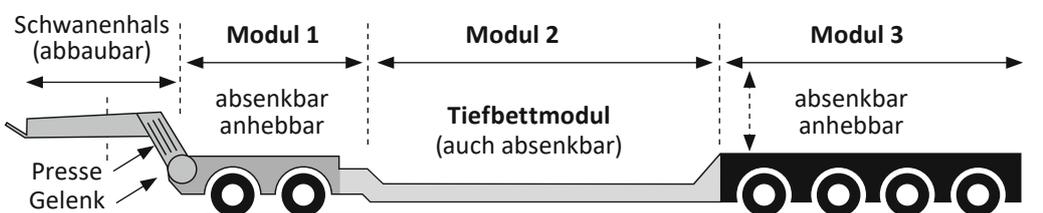
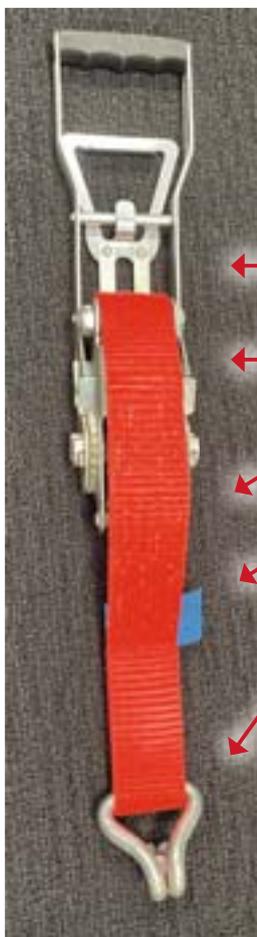


Abb. 4: Bezeichnungen der Modulbauweise. Quelle: Prof. Podzuweit



Abb. 5: Losende Zurrgurt. Foto: EUROS SAFE



- ← Ratsche
- ← Festende
- ← Gewebegurtband
- ← Kennzeichnung Etikett
- ← Endbeschlagteile

Abb. 6: Aufbau eines Zurrgurtes, Festende. Foto: EUROS SAFE

### Handhabung von Zurrgurten

Das Losende des Zurrgurtes wird durch die Schlitzwelle der Zurrgurtratsche geführt. Danach kann der Zurrgurt gespannt werden.

**Achtung:** Dabei müssen mindestens zwei, höchstens jedoch drei Wicklungen auf der Schlitzwelle entstehen!

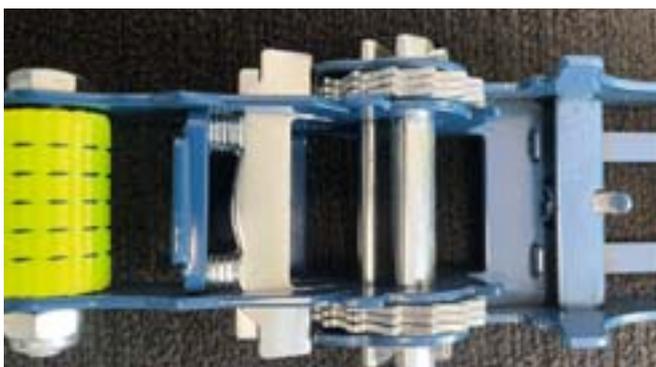


Abb. 7: Schlitzwelle. Foto: EUROS SAFE



Abb. 8: Durchziehen des Gurtbandes. Foto: EUROS SAFE

### Angaben auf dem Zurrmittel-Etikett

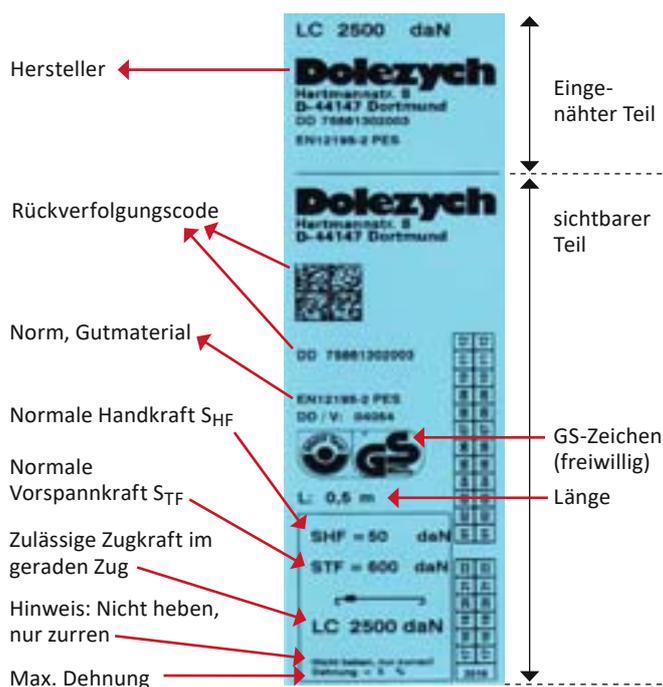


Abb. 9: Etikett eines zweiteiligen Zurrgurtes. Foto: Dolezych

Auf dem **Zurrgurte**etikett, das den Vorgaben der DIN EN 12195 – Teil 2 entspricht, müssen u.a. die folgenden Angaben vorhanden sein:

- Hinweis auf die **DIN EN 12195 – Teil 2**
- **LC (Lashing Capacity) – Zurrkraft**  
Es handelt sich um die maximale Kraft, mit der das Zurrmittel bei der Verwendung im geraden Zug belastet werden darf. Diese wird eingesetzt beim Direktzurren, Schrägzurren und beim Schlingenzurren.
- **S<sub>HF</sub> (Standard Hand Force) – normale Handkraft**  
Dies ist die Kraft für das Betreiben der Ratsche von Hand. Der festgelegte Wert liegt bei 50 daN und wird zum Spannen der Ratsche aufgebracht.
- **S<sub>TF</sub> (Standard Tension Force) – normale Spannkraft**  
Erzeugt wird die normale Vorspannkraft durch die Handkraft an der Ratsche und die entstehende Übersetzung an der Schlitzwelle. Es handelt sich um eine Kraft, die dauerhaft beim Niedertzurren auf die Ladung wirkt und damit die Reibkraft der Ladung erhöht.

der Auswahl des gewünschten Fahrtweges beachtet werden, da es sonst zu Änderungen durch die Erlaubnisbehörde und einer entsprechenden Verzögerung des Erlaubnisverfahrens kommen kann.

Selbstverständlich kann die Erlaubnisbehörde aber auch von sich aus vom Antrag abweichende Ausweichstrecken anbieten, bzw. festlegen, wenn sich nach erster oder näherer Prüfung ergibt, dass der Transport auf der beantragten Strecke oder auf Teilstrecken davon nicht durchgeführt werden kann. Im Regelfall wird dann das Antragformular in Ziff. I Nr. 3 mit dem Stempel „Fahrtweg geändert!“ versehen.

Auch können von der Erlaubnisbehörde, selbst wenn Ziff. VI. Nr. 1. VwV zu § 29 Abs. 3 StVO wörtlich nur von „der Fahrtweg“ spricht, mehrere gleich geeignete Fahrtstrecken alternativ zur Verfügung gestellt werden.

Weiterhin steht es im Ermessen der Erlaubnisbehörde dem Erlaubnisbescheid neben einem Positivkatalog für die geeigneten Fahrtwege auch einen Negativkatalog für die nicht oder nur unter besonderen Voraussetzungen befahrbaren Strecken beizufügen, was sich insbesondere bei den Flächenerlaubnissen empfiehlt.

Für den Antragsteller, dem die Fahrtwegeerkundungsfunktion und Fahrtstreckenauswahl im Antrag primär zufällt, ist es daher für die Fahrtstreckenfestlegung und die Identifizierung der Strecken im Negativ- und Positivkatalog, wie bereits ausgeführt, unverzichtbar über detailliertes Kartenmaterial und amtliche Straßenbauamtskarten zu verfügen, um eine Erstprüfung des möglicherweise in Betracht kommenden Fahrtweges durchführen zu können.

Bei den Kranverkehren, die aufgrund ihrer technischen Einsatzmöglichkeiten und dem inzwischen äußerst dichten Anbieternetz, zumindest in der unteren Tragkraftklasse, ein räumlich eng begrenztes Einsatzgebiet haben, bereitet die Wegeerkundung und Festlegung auch mit weniger umfangreichen Kartenmaterial i.d.R. keine allzu großen Schwierigkeiten, da dem Antragsteller die geeigneten Fahrtwege wenigstens mit steigender Zahl der Anträge ohnedies geläufig sind bzw. werden und die Streckenfestlegung in diesem Bereich daher in kurzer Zeit zur Routine wird.

Anders verhält es sich dagegen bei den Großraum- und Schwerverkehren, die sich häufig quer durch das Fernstraßennetz der Republik und im internationalen Straßengüterverkehr weit darüber hinaus erstrecken. Hier entstehen durch die ständig wechselnden Ausgangs- und Zielorte, ggf. im ganzen Bundesgebiet und im benachbarten Ausland verteilt, aber auch durch die ständigen Veränderungen an der Straßenbausubstanz, der Einrichtung von Baustellen und deren ggf. weiträumige Umfahrung erhebliche Schwierigkeiten, die nunmehr mit stets aktuellen und guten Informationen über das nutzbare Straßennetz beherrscht werden können. Dabei sind Abmessungen und die Tragfähigkeit der einzelnen Straßen oder Straßenabschnitte und der Kunstbauwerke, topografische Beschaffenheit (Steigungen, Gefälle), Randbebauung, Durchfahrtsprofile, Fahrbahnbreiten und Kurvenradien ebenso zu beachten wie die zeitweise Sperrung einzelner Teilstrecken etwa durch Bauarbeiten und so weiter ... In grauer Vorzeit erfolgte diese Aufgabe durch Abfahren

der Strecke und manuelle Vermessung, etwa der Fahrbahnbreiten mit dem Zollstock und Richtscheit, der Kurvenradien mit dem Maßband und der Brückendurchfahrts Höhen durch stationäre Theodoliten Vermessung. Bei Betretungsverbot auf der Autobahn eigentlich ein Ding der Unmöglichkeit. Außerdem ließ die Messgenauigkeit zu wünschen übrig und provozierte häufige Brückenkollisionen beim Heranfahren im Zentimeterbereich. Bei der heutigen Verkehrsdichte ist diese Methode auch überholt und mutet fast mittelalterlich an. Etwas moderner sind Streckenprotokolle mittels Handyvideos, die aus dem fahrenden Fahrzeug heraus geschossen und dann in einem sog. Roadbook niedergelegt werden. Allerdings lässt auch hier die Messgenauigkeit zu wünschen übrig und ist auch die sehr aufwendige und komplizierte Aufgabe der Fahrtwegeerkundung und Streckenprüfung bei modernen Großraum- und Schwertransporten nicht mehr verlässlich zu bewältigen ist.

## 14.12 3 D-Route-Scanning

Abhilfe schaffen hier moderne dreidimensionale Lasermessfahrzeuge, die in der Lage sind, mit hochauflösenden Laserscannern auf dem Dach während der Fahrt die Umgebungswirklichkeit detailgetreu zu vermessen und zu protokollieren sowie auszuwerten. Damit ist es nicht nur möglich, Brückendurchfahrts Höhen und Kurvenradien im Zweifel zentimetergenau zu vermessen, sondern auch Leitplanken, Verkehrszeichen und andere Hindernisse, die ggf. zu beseitigen sind (wie z.B. Straßenbeleuchtungskörper, Bäume, Brückengeländer, Hochspannungsleitungen, Telefondrähte usw.) in Echtdaten abzubilden. Die Fahrzeuge sind ferner mit einem Pendel ausgerüstet, so dass auch Steigungen und Neigungen sowie Kuppen und Senken aufgezeichnet werden können, um ein Aufsetzen des Schwertransportfahrzeugs oder das Andrücken gegen den Brückentrog bei Steigungen oder Neigungen zu vermeiden.

Sind die Daten erst einmal aufgenommen und gespeichert, ist es nach Auswertung der Datenwolke unschwer möglich, den



Abb. 2: 3D-Route Scan Fahrzeuge der Sommer Digital Transport Solutions GmbH & Co. KG.



Abb. 3: Koordinatentransysteme am Messfahrzeug.



Abb. 4: Schleppkurvensimulation auf Basis eines 3D-Route Scans in einer Wohnsiedlung. Darstellung des allokierten Verkehrsraums in unterschiedlichen Höhen.

gesamten Schwertransport mit seinen Abmessungen und Ladungsdaten in einer Simulationssoftware wie PC truck maker, Goldhofer easy track oder Scheuerle Salsa plus virtuell durch die echten Umgebungsdaten und nicht nur wirklichkeitsnahe Nachbildungen fahren zu lassen. Der Schwertransport fährt daher mit wirklichkeitsechten Daten virtuell durch die realitätsechte Umgebungswirklichkeit und kann so auf den Quadratzentimeter genau simuliert werden, da die Messdaten beliebig kompatibel sind.

3 D-Route-Scanning wird das Schwertransportgewerbe daher in kürzester Zeit revolutionieren, weil damit eine wirklichkeitsechte Abbildung der Fahrtstrecke möglich wird und Unfälle wie Brückenstreifkollisionen, Festfahrer und andere Hindernisse rechtzeitig detektiert und eine geeignete Umfahrung erkundet werden kann, bevor der Schwertransport auf die Strecke geht bzw. der Erlaubnis Antrag überhaupt erst gestellt wird.

Schon heute können die Schwertransportunternehmen, die dieses System einsetzen, damit rechnen, dass die Verkehrshaftungsprämie für ihre Fahrzeug sinkt, weil die Fahrtwegeprüfung in Echtzeiten und auf den Zentimeter genau erfolgt. Güterschäden und Verspätungsschäden in Folge eines ungeeigneten Fahrtwegs gehören dann der Vergangenheit an. Die Versicherungswirtschaft und die Assekuradeure wird es freuen und die Empfänger auch. Der Schwertransportunternehmer, der seine Fahrtwegeprüfung virtuell erstellen lässt, outet sich bei seinen Kunden außerdem als Vollprofi und erspart sich eine Menge Kosten wegen unnötiger Fahrtaufgaben, verkehrslenkender Maßnahmen usw. Außerdem kann der Fahrzeugeinsatz auf das absolut notwendige Maß reduziert und die Fahrtkosten daher optimiert werden.

Schwertransport 4.0 kann kommen und weitere digitale Lösungen wie z.B. eine elektronische Großraum- und Schwertransportkarte (AGNEA = Agile Navigation Electronic Solution). Dabei wird von Spezialfahrzeugen regelmäßig



Abb. 5: Schleppkurvensimulation auf Grundlage von Luftbildern und auf Basis eines 3D-Route Scans an einer Autobahnauffahrt.



Abb. 6: Ermittlung der Durchfahrtsbreite anhand von Luftbildern und 3D-Daten.

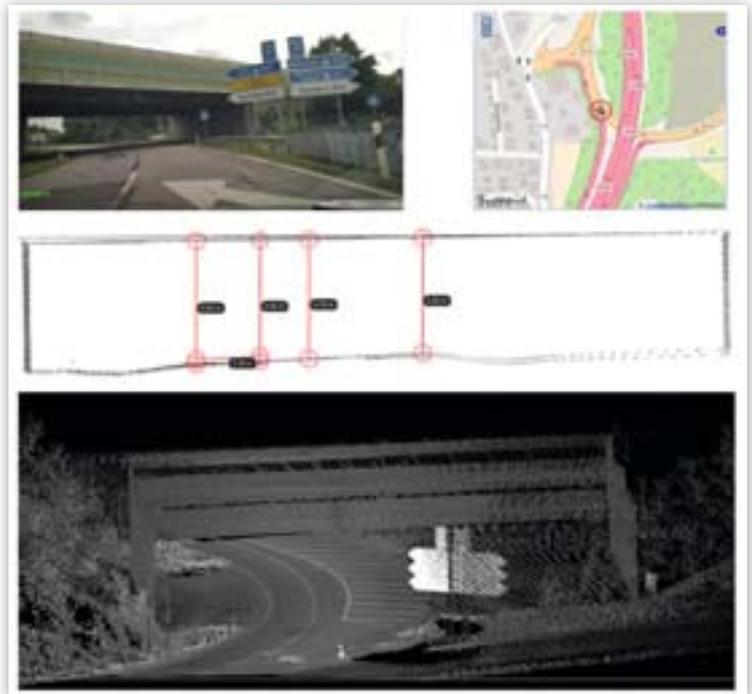


Abb. 7: Betroffenes Brückenbauwerk auf Video (oben li.), auf Straßenkarte (o. re.), und in 3D Pixelwolke (unten) mit Querschnitt an geringster lichten Durchfahrtshöhe (mitte).

Quelle aller Abbildungen:

Sommer Digital Transport Solutions GmbH & Co. KG

das deutsche Straßennetz abgefahren und gescannt, das so automatisch vermessen wird und genaueste Streckenprofile ermöglicht. Hinzu kommen Daten von Behörden, Autobahnmeistereien und bereits beschiedenen Anträgen. Auch mehrfach täglich aktualisierte veranstaltungs- oder baustellenbedingte Sperrungen fließen in die digitale Karte AGNES ein. Über eine Schnittstelle zum bundesweiten behördlichen Genehmigungssystem VEMAGS wird die Eingabe von Anträgen äußerst einfach. Fehlanträge werden dadurch ausgeschlossen und der Schwertransport kann z.B. mit easy track in Echtzeiten auf der Strecke simuliert werden. Damit ist virtuell und automatisch sichergestellt, dass die Strecke für den beabsichtigten Transport auch wirklich geeignet ist.



Abb. 9: Foto: Bruns

## Nabe von Windenergieanlagen

Diese ca. 45 t schwere Nabe einer Windkraftanlage hält besondere Herausforderungen für den Transport bereit. Der Standfuß ist verhältnismäßig klein und muss für den Transport so fixiert werden, dass das Aggregat nicht abkippen kann.

Bereits optisch ist jedoch erkennbar, dass das Kippmoment höher ist, als das Standmoment des Aufliegers. Davon ausgehend, dass die Dimensionierung der Ketten ausreichend ist, darf das Fahrzeug nur mit angepasster Geschwindigkeit fahren – insbesondere auf unbefestigten Straßen.



Abb. 10: Foto: RUD

## Schwertransport mit Unebenheiten

Während des Transportverlaufs ist es fast schon ein Regelfall, dass es zu Unebenheiten auf dem Fahrweg kommt. Die Hydraulik der Achs- und Lenk-Systeme muss dies ausgleichen können. Daher ist eine uneingeschränkte Wartung und Pflege der Betriebsanlage unerlässlich. Hydraulik-Druckanlagen arbeiten nicht selten im Bereich von 200 bis 220 bar und teilweise noch höher. Bei Überlastung der Systeme besteht eine besondere Gefährdung für Personen im Umfeld des Transports und für das Material sowie die Ladung.



Abb. 11: Foto: Felbermayr

## Schwertransport mit Höhenproblemen

Bereits vor der Transportdurchführung muss geklärt werden, welche Maßnahmen erforderlich sind, um eine Durchfahrt aufgrund der Dimensionen sicherzustellen. Es sind neben der Genehmigungsbehörde auch der Forstbetrieb und Energieunternehmen mit einzubinden. Nicht zu vergessen: die maximal zulässigen Brückenbelastungen.

Achtung: Bei dem gezeigten Transport besteht eine erhöhte Kippgefahr. Daher ist die Straßenneigung exakt vorab zu vermessen und Gefährdungsstrecken entsprechend vorzukonditionieren.



Abb. 12: Foto: Dolezych

## Schwertransport mit textilen Zurrmitteln/Kette

Die Verwendung von Stahlketten ist seit vielen Jahren ein Standard im Bereich der Großraum- und Schwertransporte. Neu sind textile Anschlagmittel, die nicht nur verhältnismäßig leicht sind, sondern auch weitere Besonderheiten aufweisen.

So sind die Sicherungsmittel nicht nur nach der DIN EN 12195-3 genormt, sondern auch nach der DIN EN 12195-2 (textile Zurrmittel).

## 17.7 Dienstanweisung für Lkw-Fahrer im Großraum- und Schwerverkehr

### 1. Wartung und Prüfung

Der Arbeitnehmer ist verpflichtet, für die ordnungsgemäße Pflege und Wartung der anvertrauten Kraftfahrzeuge entsprechend der Bedienungsanleitung zu sorgen, insbesondere die Prüfungsfristen von TÜV, UVV u.ä. zu überwachen. Die einzelnen Prüfungsfristen sind wie folgt: Regelmäßige Untersuchungen; Termine entsprechend der Prüfplakette:

- a) Jährliche Hauptuntersuchung
- b) Jährliche Abgasuntersuchung
- c) Jährliche UVV-Prüfung (Sachkundigenprüfung)
- d) Jährliche Sicherheitsprüfung (6 Monate vor der Hauptuntersuchung)

### 2. Überprüfung vor Fahrtantritt

Der Fahrzeugführer hat vor Beginn jeder Arbeitsschicht die Wirksamkeit der Betätigungs- und Sicherheitseinrichtungen zu prüfen und während der Arbeit den Zustand des Fahrzeuges auf augenfällige Mängel hin zu beobachten.

- a) Funktionsfähigkeit der Bremsen und Lenkung
- b) Ordnungsgemäße Befüllung bzw. Bevorratung von: Wasser, Öl, Luft (Reifendruck etc.), Kraftstoff, Energie, Nutzlast (= WOLKEN)

Die Checkliste vor Fahrtantritt ist zu beachten.

### 3. Mängelanzeige

Der Fahrzeugführer hat festgestellte Mängel dem zuständigen Fuhrparkleiter durch schriftl. Störmeldung, bei Wechsel des Fahrzeugführers auch dem Nachfolger, mitzuteilen. Bei Mängeln, die die Betriebssicherheit gefährden, hat der Fahrzeugführer den Betrieb einzustellen. Dem Fahrzeugführer ist gem. § 23 Abs. 1 a) StVO die Benutzung eines Mobil- oder Autotelefon untersagt, wenn er hierfür das Mobiltelefon oder den Hörer des Autotelefon aufnimmt oder hält. Das gilt nicht, wenn das Fahrzeug steht und bei Kraftfahrzeugen der Motor ausgeschaltet ist. Der Fahrzeugführer muss das Fahrzeug, den Zug oder das Gespann auf dem kürzesten Weg aus dem Verkehr ziehen, falls unterwegs auftretende Mängel, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen, nicht alsbald beseitigt werden können. Der Fuhrparkleiter ist mit Anzeige der Fahrzeugmängel schriftlich zu benachrichtigen.

### 4. Be- und Entladen, Ladungssicherung

Das Gesamtgewicht des Ladegutes und der Zubehörteile ist vor der Beladung anhand des Frachtbriefs oder Transportauftrags festzustellen. Die zulässige Nutzlast des Transportfahrzeuges und die zulässigen Achslasten dürfen nicht überschritten werden.

Fahrzeuge dürfen nur so beladen werden, dass die zulässigen Werte für:

- a) Gesamtgewicht,
- b) Achslasten,
- c) Statische Stützlast und
- d) Sattelast nicht überschritten werden.

Die Ladungsverteilung hat so zu erfolgen, dass das Fahrverhalten des Fahrzeuges nicht über das unvermeidbare Maß hinaus beeinträchtigt wird. Beim Be- und Entladen von Fahrzeugen muss sichergestellt werden, dass diese nicht wegrollen, umkippen oder umstürzen können. Die für das maschinell angetriebene Fahrzeug unter Berücksichtigung der Bremsanlage des Anhängerfahrzeuges festgelegte Anhängerlast und die zulässige Höchstgeschwindigkeit dürfen nicht überschritten werden. Des Weiteren dürfen beim Be- und Entladen von Fahrzeugen keine Personen durch herabfallende, umkippende oder wegrollende Gegenstände bzw. durch ausfließende oder ausströmende Stoffe gefährdet werden. Die einschlägigen Ladungssicherungsvorschriften nach § 22 Abs. 1, S. 2 StVO i.V.m. VDI-Richtlinien 2700 Blatt 1-20 und die Unfallverhütungsvorschriften der BG Verkehr insbes. DGUV-Vorschrift Nr.: 70 „UVV Fahrzeuge“ und die DGUV Information 214-003 (= früher BGI 649) „Ladungssicherung auf Fahrzeugen“ sind strikt einzuhalten:

- a) Danach ist eine zweckmäßige Ladungssicherungsmethode zu wählen und die Kräfte der Ladung zu ermitteln.
- b) Die Handhabungsregeln des Zurrmittelherstellers sind zu beachten.
- c) Zurrmittel dürfen nur mit zweckmäßigen Verkürzungselementen verwendet werden.
- d) Es dürfen nur unbeschädigte Zurrmittel verwendet werden, die gekennzeichnet sind.
- e) Eine Beanspruchung der Zurrmittel darf nur bis zur angegebenen zulässigen Zugkraft erfolgen.
- f) Die Zurrmittel dürfen nicht geknotet werden. Bei scharfen Kanten muss ein Kantenschutz verwendet werden. Spann- und Verbindungselemente dürfen nicht an Kanten aufliegen.
- g) Zargen dürfen nicht auf ihrer Spitze belastet werden. Schadhafte Zurrmittel müssen ausgesondert werden. Hierbei ist die Ablegereife zu beachten.
- h) Zurrmittel müssen entsprechend den Einsatzbedingungen, mindestens jedoch einmal jährlich, geprüft werden.

Vorhandene Feststellbremsen sind anzuziehen, ansonsten ist das Ladegut zu verkeilen. Bei Maschinen mit mechanischem Getriebe ist der kleinste Gang einzulegen. Vorhandene Schwenkwerkbremsen an Baumaschinen sind festzusetzen. Arretierungsbolzen gewährleisten eine Sicherung gegen Verdrehen des Oberwagens. Ketten von Raupenfahrzeugen und Reifen von Fahrzeugen sind vor dem Verladen zu reinigen, um die Ladefläche sauber zu halten und die Haftreibung weitgehend ausnutzen zu können. Alle am Fahrzeug bzw. an der