



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Robert Hanisch

Erarbeitung eines Konzeptes und Konstruktion
der Komponente „Liege“ im Nutzfahrzeug
unter Berücksichtigung der Anforderungen an
Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort,
Kosten und Sicherheitsvorgaben.

Robert Hanisch

**Erarbeitung eines Konzeptes und Konstruktion
der Komponente „Liege“ im Nutzfahrzeug unter
Berücksichtigung der Anforderungen an
Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort,
Sicherheitsvorgaben und Kosten.**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Fahrzeugbau/Karosserieentwicklung
am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:

DAIMLER AG
TP/ECI
Mercedesstraße 132/1
70327 Stuttgart

Erstprüfer/in: Prof. Dipl.-Ing. Stefan Bigalke
Zweitprüfer/in : Dipl.-Ing. Matthias Wiedner

Industrieller Betreuer: Dipl.-Ing. Matthias Wiedner

Abgabedatum: 13. März 2015

Zusammenfassung

Name des Studierenden

Robert Hanisch

Thema der Bachelorthesis

Erarbeitung eines Konzeptes und Konstruktion der Komponente „Liege“ im Nutzfahrzeug unter Berücksichtigung der Anforderungen an Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort, Sicherheitsvorgaben und Kosten.

Stichworte

Konzeptentwicklung, Konstruktion, Siemens NX, Nutzfahrzeug, Fahrerhaus, Liege

Kurzzusammenfassung

Die Liege im Nutzfahrzeug wird klappbar ausgeführt, um den Stauraum unterhalb der Liege nutzen zu können. Um den Ansprüchen des Kunden gerecht zu werden und den Komfort zu steigern, wird die Liege stetig weiterentwickelt. Aus diesem Grund wird die Komponente „Liege“ auf Optimierungen untersucht und mit Zusatzfunktionen erweitert. Die Zusatzfunktionen beinhalten das Fixieren der Bettwäsche und die Verwendung von Gasdruckfedern zur Kraftunterstützung. Hierbei muss die Senkrechtstellung der Liege bei einem Unfall, sowie die Be- und Entlüftung der Bettwäsche gewährleistet werden.

Name of Student

Robert Hanisch

Title of the paper

Development of a concept and construction of the component „bed“ in the commercial vehicle with consideration of the requirements at construction space, practicality, extra comfort, safety requirements and costs.

Keywords

Development of a concept, construction, Siemens NX, commercial vehicle, cab over engine, bunk

Abstract

The utility vehicle's bed can be folded away, allowing the space below to be used for storage. The bed is being continually developed and improved to increase comfort and meet customers' demands. For this reason, the "bed" component is being improved with additional functions and scrutinized for ways it can be further optimized. The additional features include the fixture of bedding and the use of gas springs for power assistance. The vertical position of the bed must be ensured in the event of an accident, and the ventilation of bedding must be guaranteed.

Vorwort

Die folgende Bachelorthesis zum Thema „Entwicklung und Konstruktion der Komponente Liege im Nutzfahrzeug unter Berücksichtigung der Anforderungen an Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort, Sicherheitsvorgaben und Kosten wurde bei der Daimler AG im Bereich Daimler Trucks in der Abteilung Fahrerhausentwicklung-Interieur TP/ECI erstellt.

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei meinen Betreuern Herrn Prof. Dipl.-Ing. Stefan Bigalke von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg und Herrn Dipl.-Ing. Matthias Wiedner von der Daimler AG für die fachliche Betreuung der Arbeit und die Hilfe bedanken, um diese Aufgabe zu erfüllen.

Ebenfalls gilt mein Dank Herrn Thomas Batz und Herrn Markus Mattedi für die Möglichkeit und das Vertrauen, meine Bachelorabschlussarbeit in dieser Abteilung anzufertigen.

Bei den Kollegen der Abteilung Fahrerhausentwicklung im Standort Stuttgart Untertürkheim möchte ich mich ebenso für eine hochinteressante Zeit bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellen- und Diagrammverzeichnis	13
1. Einleitung	14
2. Aufgabenbeschreibung	15
3. Stand der Technik	16
4. Zeitplan	19
5. Eingangsgrößen und Anforderungen	20
5.1 Benchmarking	20
5.2 Anforderungen	23
6. Konzeptfindung	25
7. Konzeptlösung	38
8. Berechnungen	41
8.1 Betrachtungen	41
8.2 Berechnungsvorbereitung	41
8.3 Randbedingungen	43
8.4 Berechnung Blockierkraft	44
8.5 Ausschubkraft der Gasdruckfeder	46
8.6 Schließkraft	47
8.7 Zulässige Spannungen im Viergelenkscharnier	48
8.8 Schraubenberechnung	49
8.9 Schweißnahtberechnung	54
9. Materialeigenschaften	56
9.1 Trägerplatte	56
9.2 Viergelenkscharnier	56
9.3 Gasdruckfeder	57
9.4 Rückhaltesystem	58
9.5 Bettwäsche	58
9.6 Matratze	61
10. Konstruktion	62
10.1 Strukturbaum in Siemens NX9	62
10.2 Konstruktion der Einzelteile	63
10.3 Probleme der Konstruktion	71
10.4 Advanced Simulation (FEM)	72
11. Prototyp	81
12. Kostenschätzung	85
13. Anwendung auf andere Fahrzeugkonzepte	87
14. Fazit	91
15. Literaturverzeichnis	92
16. Anlagen	93

Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen

Abb.	Abbildung
Tab.	Tabelle
m_L	Gesamtmasse der Liege
m_B	Gesamtmasse der Bettwäsche
g	Erdbeschleunigung
F_U	Auftretende Kraft bei einem Unfall
F_A, F_B	Gegenkräfte
F_L	Lagerkraft
F_B	Blockierkraft einer Gasdruckfeder
F_{Bx}	Horizontaler Anteil der Blockierkraft
F_{By}	Vertikaler Anteil der Blockierkraft
F_{Zaus}	Vertikaler Anteil der Ausschubkraft
F_{Xaus}	Horizontaler Anteil der Ausschubkraft
F_{aus}	Ausschubkraft der Gasdruckfeder
F_G	Gewichtskraft der Liege
F_3	Ausschubkraft der Gasdruckfeder im ausgefahrenen Zustand
F_{3z}	Vertikaler Anteil von F_3
F_{3x}	Horizontaler Anteil von F_3
F_{zu}	Schließkraft
$L1, L2$	Kraft im Lenker
$L1_x, L2_x$	Horizontaler Anteil der Kraft im Lenker
$L1_z, L2_z$	Vertikaler Anteil der Kraft im Lenker
F_A	Axialkraft in der Schraube
F_{Kerf}	Erforderliche Klemmkraft
S	Scherkraft
μ	Reibungskoeffizient
n	Krafteinleitungsfaktor
Φ	Kraftverhältnis
l_k	Klemmlänge der Schraubverbindung
d	Schraubendurchmesser
D_A	max. Durchmesser des Druckbereiches
d_k	Kopfdurchmesser der Schraube
F_z	Vorspannkraft durch Setzen
f_z	Setzbetrag
∂_p	Nachgiebigkeit

F_V	Vorspannkraft der Schraubverbindung
$F_{M,max}$	Maximal auftretende Schraubkraft
a	Wurzelnahthöhe der Schweißnaht
σ_W	Zulässige Spannung in der Schweißnaht
σ_V	Vergleichsspannung in der Schweißnaht
T_{\parallel}	Schubkraft längs zur Schweißnaht
T_{\perp}	Schubkraft quer zur Schweißnaht
σ_{ZD}	Zug/Druck-Kraft in der Schweißnaht
a_W	Schweißnahtbeiwert
R_e	Streckgrenze
y_M	Materialbeiwert

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1; Senkrechtstellung der Liege im Mercedes-Benz Actros.....	16
Abb. 2; Verriegelung der Senkrechtstellung.....	16
Abb. 3; Aufbau der Comfort-Matratze aus einem Kaltschaummaterial.....	17
Abb. 4; Aufbau der Premium Comfort-Matratze aus unterschiedlichen Kaltschaumarten	17
Abb. 5; Drehscharnier der Liege an der Seitenwand Fahrerseite.....	17
Abb. 6; Liegengrundträger mit Crashbänder und Versteifungsprofile.....	18
Abb. 7; Rückenhochsteller.....	18
Abb. 8; Liegenform am Beispiel Scania	20
Abb. 9; Scania Liege mit Gasdruckfedern in der Mitte	23
Abb. 10; Verletzungsschwere nach Eichband.....	24
Abb. 11; Holzplatte des Herstellers DAF.....	25
Abb. 12; Kunststoffträger des Herstellers Scania.....	25
Abb. 13; Papierfaser-Sandwichplatte des Herstellers Volvo	26
Abb. 14; Stahlrahmenkonstruktion mit Lattenrost des Herstellers MAN	26
Abb. 15; Kaltschaummatratze des Herstellers Mercedes-Benz.....	26
Abb. 16; Taschenfederkern-Matratze des Herstellers Volvo	26
Abb. 17; Viergelenkscharnier mit der Anbindung unterhalb des Grundträgers.....	27
Abb. 18; Viergelenkscharnier mit der Anbindung oberhalb des Grundträgers.....	27
Abb. 19; Drehstange an der Rückwand	27
Abb. 20; Drehgelenk auf einer Schiene	27
Abb. 21; Abstand zur Rückwand mit Drehgelenk auf einer Schiene.....	27
Abb. 22; Scharnier an der Rückwand	28
Abb. 23; Schubscharnier	28
Abb. 24; Schienensystem - waagerechte Stellung der Liege	28
Abb. 25; Schienensystem - senkrechte Stellung der Liege	28
Abb. 26; Gasdruckfeder SUSPA GmbH.....	29
Abb. 27; Zugfeder.....	29

Abb. 28; Elektroschubmotor.....	29
Abb. 29; Arretierung der Bettwäsche mit dem Rückhaltesystem.....	29
Abb. 30; Klemmverbindung der Bettwäsche unter der Matratze	30
Abb. 31; Arretierung der Bettwäsche mit drei Gurten.....	30
Abb. 32; Arretierung der Bettwäsche mit einem Gurt.....	30
Abb. 33; Arretierung der Bettwäsche mit Haken	31
Abb. 34; Blockierung in der Gasdruckfeder.....	31
Abb. 35; Halter an der Rückwand	31
Abb. 36; Halter an der Seitenwand	32
Abb. 37; Viergelenkscharnier mit federbelasteten Rastbolzen	32
Abb. 38; Schubscharnier mit Arretierung durch das Einrasten in einer Nut.....	32
Abb. 39; Haltestange	32
Abb. 40; Halter auf der Liegenunterseite	33
Abb. 41; Integration des Halters in den Kunststoffträger am Beispiel Scania	33
Abb. 42; Anbindung an der B-Säule.....	33
Abb. 43; Anbindung an der Seitenwand.....	34
Abb. 44; Anbindung innerhalb des Staukastens.....	34
Abb. 45; Anbindung in der Mitte des Staukastens.....	34
Abb. 46; Integration der Belüftung in den Liegenträger am Beispiel „Öffnungen“.....	34
Abb. 47; Belüftung durch Abstand	35
Abb. 48; Belüftung mit elektrischer Pumpe	35
Abb. 49; Belüftung durch Strömungsluft	35
Abb. 50; Staukasten Fahrerseite Mercedes-Benz.....	38
Abb. 51; Konzeptlösung.....	40
Abb. 52; Position der Liege in der Waagerechten durch Ebenen markiert	42
Abb. 53; Position der Liege in der Senkrechten durch Ebenen markiert	42
Abb. 54; Beispiel für die Ermittlung der Anbindungspunkte und Längen der Lenker	42
Abb. 55; Anbindungspunkt x der Gasdruckfeder an der B-Säule	43
Abb. 56; Anbindungspunkt der Gasdruckfeder an der Liege	43

Abb. 57; Maße der Liegenkonstruktion	44
Abb. 58; Kräftegleichgewicht beim Unfall - Draufsicht.....	44
Abb. 59; Krafteinleitung beim Unfall - Seitenansicht	45
Abb. 60; Ermittlung der Blockierkraft.....	45
Abb. 61; Krafteinleitung bei Ausschub der Gasdruckfeder	46
Abb. 62; Ermittlung der Ausschubkraft der Gasdruckfeder	47
Abb. 63; Ermittlung der Horizontalkraft im ausgefahrenen Zustand	47
Abb. 64; Ermittlung der Schließkraft	48
Abb. 65; Kräfteverhältnis im Viergelenkscharnier.....	48
Abb. 66; Kräfte in der Schraubverbindung	50
Abb. 67; Ermittlung des max. Druckbereiches der Schraubenverbindung.....	51
Abb. 68; Nomogramm des Kraftverhältnisses.....	52
Abb. 69; Nomogramm der Nachgiebigkeit	53
Abb. 70; Schweißbedingung an der Aufnahme vom Viergelenkscharnier	54
Abb. 71; auftretende Kräfte in der Schweißnaht.....	55
Abb. 72; Beispiel Gasdruckfedersystem	57
Abb. 73; Kraftverlauf einer Gasdruckfeder.....	57
Abb. 74; Flache Variante des Entriegelungstasters	58
Abb. 75; Rückhaltesystem Mercedes-Benz	58
Abb. 76; Bettwäsche Standardbreite.....	59
Abb. 77; Bettwäsche einmal gefaltet.....	59
Abb. 78; Bettwäsche fixiert	60
Abb. 79; Abstand zur Rückwand.....	60
Abb. 80; Comfort-Matratze Mercedes-Benz.....	61
Abb. 81; Premium Comfort-Matratze Mercedes-Benz.....	61
Abb. 82; Strukturbaum am Beispiel der Aufnahme an der Liege.....	62
Abb. 83; Aufnahme Viergelenkscharnier auf dem Staukasten-Seitenteil.....	63
Abb. 84; Aufnahme Viergelenkscharnier auf der Unterseite der Liege	63
Abb. 85; Lenker 1 des Viergelenkscharniers.....	64

Abb. 86; Lenker 2 des Viergelenkscharniers.....	64
Abb. 87; Befestigungsniel mit Gleitlager (grün) Glyco 90 des Herstellers "Federal-Mogul Wiesbaden GmbH".....	64
Abb. 88; M6x14 8.8 Schraube und Einsteckmutter für den Grundträger zur Befestigung der Aufnahme	64
Abb. 89; Zusammenbau des Viergelenkscharniers.....	65
Abb. 90; Grundträger der Liege	65
Abb. 91; Rückhaltesystem und Halter zur Fixierung der Bettwäsche	66
Abb. 92; Gurt mit Öse und Klettband zur Fixierung und Vorspannung der Bettwäsche... ..	66
Abb. 93; Halter zur Fixierung der Bettwäsche.....	67
Abb. 94; Stoffbahn zwischen der Liege in der Senkrechtstellung und der Rückwand	67
Abb. 95; Positionierung der Stoffbahn an der Liege unter dem hinteren Versteifungsprofil.....	68
Abb. 96; Blockierbare Gasdruckfeder HY4 im ausgefahrenen Zustand	68
Abb. 97; Angepasstes Staukasten-Seitenteil	69
Abb. 98; Absenkung der Auflagefläche des Seitenteils um 36mm	69
Abb. 99; Zusammenbau der Liegenkonstruktion in der waagerechten Stellung.....	70
Abb. 100; Zusammenbau des Liegenkonzeptes in der senkrechten Position.....	70
Abb. 101; Bestehendes Seitenteil als ebenes Blech mit Bohrungen und Öffnung für die Gasdruckfeder	71
Abb. 102; Vernetzter Zusammenbau einer Seite	72
Abb. 103; RBE 3-Elemente (gelb) als Ersatz für die Nietverbindungen.....	73
Abb. 104; Befestigungsflächen (gelb umrandet) vorne und an der Seite.....	73
Abb. 105; Befestigungsflächen (gelb umrandet) von unten.....	73
Abb. 106; Befestigungsflächen (gelb) der blockierten Gasdruckfeder.....	74
Abb. 107; auftretende Kräfte (rot) bei einem Unfall in negative x-Richtung	74
Abb. 108; Verschiebungen in x-Richtung.....	75
Abb. 109; Verschiebungen in y-Richtung.....	76
Abb. 110; Verschiebung in z-Richtung.....	77
Abb. 111; Verschiebungen mit 10-facher Vergrößerung	77
Abb. 112; Vergleichsspannungen in den Nietverbindungen.....	78

Abb. 113; Vergleichsspannungen in der Aufnahme an der Liege.....	79
Abb. 114; Bewegung in x- und z-Richtung durch Drehung der Gasdruckfeder	80
Abb. 115; Prototyp des Konzeptes.....	81
Abb. 116; Prototyp des Viergelenkscharniers	81
Abb. 117; Prototyp des Anbindungspunktes an der B-Säule.....	82
Abb. 118; Beliebiger Öffnungswinkel der Liege	82
Abb. 119; Staukasten von außen bei waagerechter Position der Liege	83
Abb. 120; Absenkung (grün) des (roten) Drehpunktes beim Anheben der Liege unter die (lila) Lenkerachse.....	84
Abb. 121; Auflagerpunkte an der Liege.....	84
Abb. 122; Solostar-Konzept.....	87
Abb. 123; Verschiebung (rot) der Sitzecke in negative x-Richtung.....	88
Abb. 124; Drehscharnier an der Rückwand des Solostar-Konzeptes.....	89
Abb. 125; Position der Seitenlehne (rot) bei einer Befestigung an der horizontal verstellten Rückenlehne des Sitzes.....	89
Abb. 126; Freiraum für die Gasdruckfeder zwischen Seitenlehne der Sitzecke und Karoserieseitenwand mit der 2200mm langen Liege	90

Tabellen- und Diagrammverzeichnis

Tab. 1; Konzeptzellösungen	35
Tab. 2; Morphologischer Kasten	36
Tab. 3; Konzeptbewertung	37
Tab. 4; Eingangsdaten	44
Tab. 5; Anhaltswerte für Haft- und Gleitreibung	50
Tab. 6; Setzbeträge	52
Tab. 7; Zulässige Vorspannkräfte und Anziehungsmomente für Regelschrauben	54
Tab. 9; Schweißbeiwert a_w	55
Tab. 10; Kennwerte einer Gasdruckfeder HY4	57
Tab. 11; Masse der Bettwäsche	59
Diagramm 1; Zeitplan	19
Diagramm 2; Liegenmaße	21
Diagramm 3; Winkel in Abhängigkeit von der Gasdruckfeder	22

1. Einleitung

Im Fernverkehr werden täglich Güter international mit Lastkraftwagen transportiert und große Entfernungen zurückgelegt. Dabei entstehen für die Fahrer hohe körperliche Belastungen durch das lange Sitzen und das Verharren in einer Position. Damit der Fahrer diesen Belastungen standhalten kann, sind die Pausen mit einem erholsamen Schlaf von bedeutender Wichtigkeit. Zum Großteil ist ein erholsamer Schlaf abhängig von dem Schlafkomfort der Liege.

Der Komfortanspruch ist jedoch bei jedem Kunden unterschiedlich. Maßgeblich für ein hohes Komfortempfinden sind ein großzügiges Platzangebot und selbsttätige Funktionen. Die unterschiedlichen Ausstattungen und Entwicklungen der Hersteller werden von Fachzeitschriften regelmäßig begutachtet und bewertet. Anhand dieser Bewertungen können sich die Kunden einen Überblick über die Unterschiede der Fahrzeuge verschaffen. Durch eine Komfortsteigerung und hochwertige Materialien können die Fahrzeuge positive Bewertungen erhalten und somit potenzielle Kunden zum Kauf animieren, da die Fachzeitschriften oft bei den Kaufentscheidungen herangezogen werden. Um eine positive Bewertung im Vergleich zu den anderen Herstellern zu erhalten, ist das Bestreben jedes Herstellers den Komfort für den Kunden stetig zu erhöhen.

Die Umsetzung neuer Ideen oder die Verbesserung bestehender Konzepte beeinflusst den Komfort. Um den Komfort der Liege zu steigern, wird in dieser Ausarbeitung das bestehende Konzept bewertet und eine Weiterentwicklung erzielt.

2. Aufgabenbeschreibung

Die Aufgabe ist im vorhandenen Umfeld eines Mercedes-Benz Actros mit L-Fahrerhaus ein Konzept für eine Liege zu erarbeiten, um die Funktionalität und den Komfort zu erhöhen. Hierbei sind vorgegebene Randbedingungen einzuhalten und zu erfüllen.

Um den Komfort für den Kunden zu erhöhen soll die Liege mit aufliegender Bettwäsche senkrecht an die Rückwand aufstellbar sein. Der Kraftaufwand, um die Liege in die Senkrechtstellung anzuheben, ist mit Gasdruckfedern zu reduzieren. Da die Bettwäsche nach der Benutzung eine erhöhte Feuchtigkeit aufweist, ist eine entsprechende Be- und Entlüftung der Wäsche und der Matratze zu gewährleisten.

Während der Fahrt befindet sich die Liege in der Senkrechtstellung, damit der gesamte Verstellweg der Sitze zur Verfügung steht (*siehe Abb. 1*). Somit muss die Konstruktion nach den vorgegebenen Sicherheitsanforderungen ausgelegt werden, damit diese Stellung der Liege auch bei einem Unfall erhalten bleibt.

Die Konstruktion von Liege, Beschlägen und Fahrzeugadaptionen sind mit Siemens NX umzusetzen.

Eine mögliche Lösung zur Erfüllung der Anforderungen und die Auswirkung auf ein bestehendes Konzept „Solostar“ sind zu diskutieren. Weitergehende Empfehlungen aus den Erkenntnissen der Bearbeitung, die nicht mehr eingearbeitet werden konnten, sind darzustellen.

3. Stand der Technik

Werden die unterschiedlichen Konzepte der Hersteller bezüglich der Liege verglichen, wird im Wesentlichen ein ähnlicher Aufbau festgestellt. Die meisten Hersteller, wie Mercedes-Benz, Scania, Volvo, Renault und DAF verwenden als Liegegrundträger eine Plattenstruktur. Lediglich MAN verwendet eine Rahmenstruktur mit einem Lattenrost. Um einen hohen Schlafkomfort zu erreichen, verwenden alle Hersteller eine Matratze. Jedoch weist der Aufbau und die Höhe der Matratze einige Unterschiede auf. Zusätzlich werden die Liegen aller Hersteller aufstellbar ausgeführt, um die Zugänglichkeit zu den Staufächern unterhalb der Liege zu gewährleisten.

Die derzeitige Konstruktion der Komponente „Liege“ im Mercedes-Benz Actros beinhaltet eine verriegelte Senkrechtstellung an der Rückwand, um eine größtmögliche Zugänglichkeit zu den Staufächern zu realisieren und die gesamte Sitzverstellung nutzen zu können.



Abb. 1; Senkrechtstellung der Liege im Mercedes-Benz Actros

Jedoch beinhaltet das Konzept keine Kraftunterstützung, um die Liege in die senkrechte Position zu verstellen. Der Kunde muss die Liege mit eigener Kraft anheben und an der Rückwand fixieren. Diese Verriegelung (siehe **Abb. 2**) wurde nach den Sicherheitsanforderungen bei einem Unfall ausgelegt. Zusätzlich muss die Bettwäsche vor der Arretierung an der Rückwand mit mehreren Handgriffen entfernt werden, da zurzeit kein ausreichender Abstand besteht.



Abb. 2; Verriegelung der Senkrechtstellung

Die Matratze besteht im Wesentlichen aus einem Kaltschaum-Material. Es werden zwei Komfortarten angeboten. Beide Matratzen passen sich gut durch sieben Druckzonen an den Körper an. Die Serien-Matratze, „Comfort-Matratze“ genannt, wird aus einem Kaltschaumblock geschnitten. Die zweite Variante ist eine komfortablere Matratze, die sich besser den Körperdruckzonen anpasst. Diese „Premium Comfort-Matratze“ wird aus unterschiedlichen Kaltschaumarten und einer Wabeneinlage gefertigt.



Abb. 3; Aufbau der Comfort-Matratze aus einem Kaltschaummaterial



Abb. 4; Aufbau der Premium Comfort-Matratze aus unterschiedlichen Kaltschaumarten

Der Liegengrundträger besteht aus einer Pappelsperrholzplatte. An diesem Grundträger werden alle weiteren Bauteile befestigt. Über ein Drehscharnier an der Karosserie-Seitenwand wird die Verstellbarkeit der Liege hergestellt.



Abb. 5; Drehscharnier der Liege an der Seitenwand Fahrerseite

Zur Versteifung der Sperrholzplatte werden auf den Längsseiten Aluminium-Hohlprofile befestigt. Diese Profile werden zusätzlich mit sogenannten „Crashbändern“ verbunden.

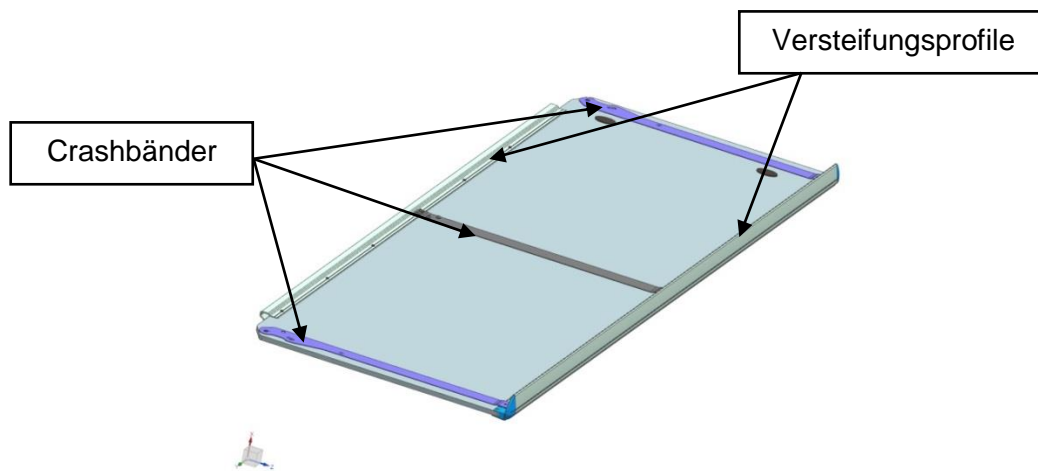


Abb. 6; Liegendgrundträger mit Crashbänder und Versteifungsprofile

Ein Rückenhochsteller auf dem Liegendgrundträger erhöht den Komfort für den Kunden. Hierdurch kann der Kunde eine angenehme Sitzposition während seiner Pause einnehmen.



Abb. 7; Rückenhochsteller

4. Zeitplan

Für die Entwicklung des Konzeptes wurden die Aufgaben durch einzelne Konzeptsschritte beschrieben. Anschließend wurde für jeden Konzeptschritt die Bearbeitungszeit definiert. Zur Übersichtlichkeit der Aufgaben und der benötigten Arbeitszeit wurde ein Zeitplan anhand der Bearbeitungsschritte erstellt.

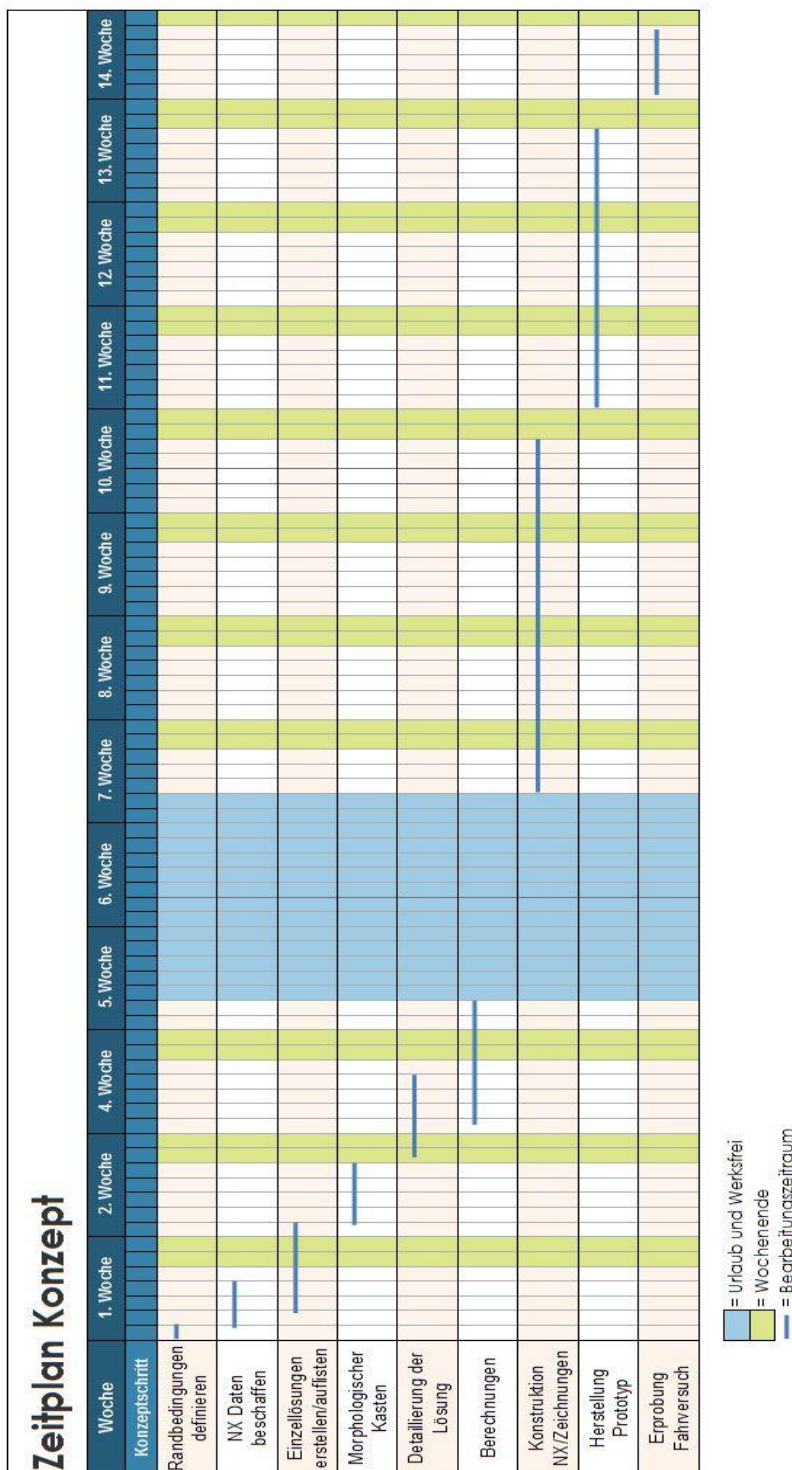


Diagramm 1; Zeitplan

5. Eingangsgrößen und Anforderungen

Für die Entwicklung neuer Konzepte werden die bestehenden Lösungen der Wettbewerber in einer Benchmark-Analyse betrachtet. Die Erkenntnisse aus dieser Analyse fließen in die Konzeptentwicklung ein. Zusätzlich werden allgemeine Randbedingungen aus der Aufgabenbeschreibung und spezielle Anforderungen definiert. Um die Entwicklung spezifizieren zu können, werden spezielle Anforderungen aus den allgemeinen Randbedingungen abgeleitet.

5.1 Benchmarking

Benchmarking ist eine vergleichende Analyse von Ergebnissen unterschiedlicher Wettbewerber nach festgelegten Kriterien. In der Marktwirtschaft ist es entscheidend, dass ein Unternehmen mit ihren Produkten wettbewerbsfähig ist und bleibt. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, sollten die bestehenden Lösungen in einer Benchmark-Analyse verglichen werden. Anhand dieser Analyse können die eigenen Produkte bewertet und neue Ideen entwickelt werden. Die bestehenden Lösungen sind mit vergleichbaren Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller zu prüfen und zu analysieren. Hierbei kann ermittelt werden, ob sich die eigenen Produkte in der Funktionalität und dem Kostenaufwand im Vergleich zu den anderen Herstellern unterscheiden.

Bei der Benchmark-Analyse wurden die Hersteller Volvo, Scania, MAN, Renault, IVECO und DAF mit ihren Modellen betrachtet, die mit dem Mercedes-Benz Actros im Wettbewerb stehen.

Als Vergleichsfahrzeuge standen die Modelle Volvo FH, Scania R-Line, MAN TGX, Renault T460, IVECO Stralis und DAF XF116 zur Verfügung.

Bei den Herstellern werden unterschiedliche Varianten der Liegenform und –aufbau verwendet, zum Beispiel mit Ausschnitten für die Sitze (*siehe Abb. 8*). In dem Bereich des Fahrer- und Beifahrersitzes ist die Liege schmaler. Zunächst werden die Liegenmaße miteinander verglichen.

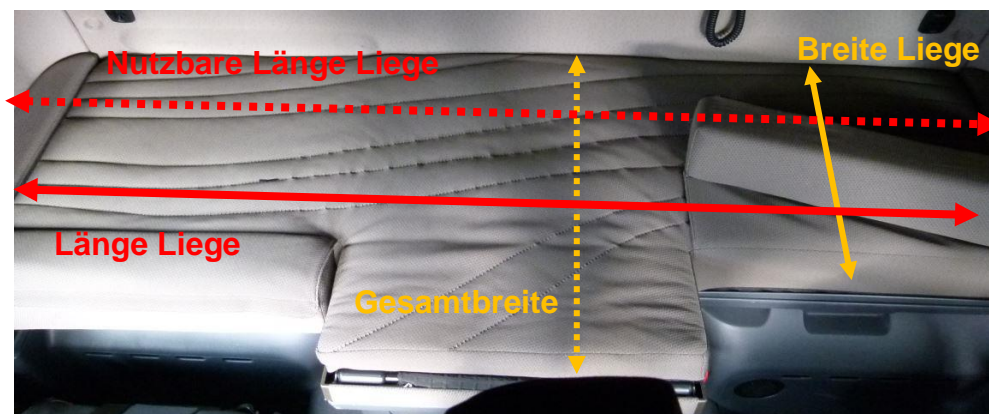


Abb. 8; Liegenform am Beispiel Scania

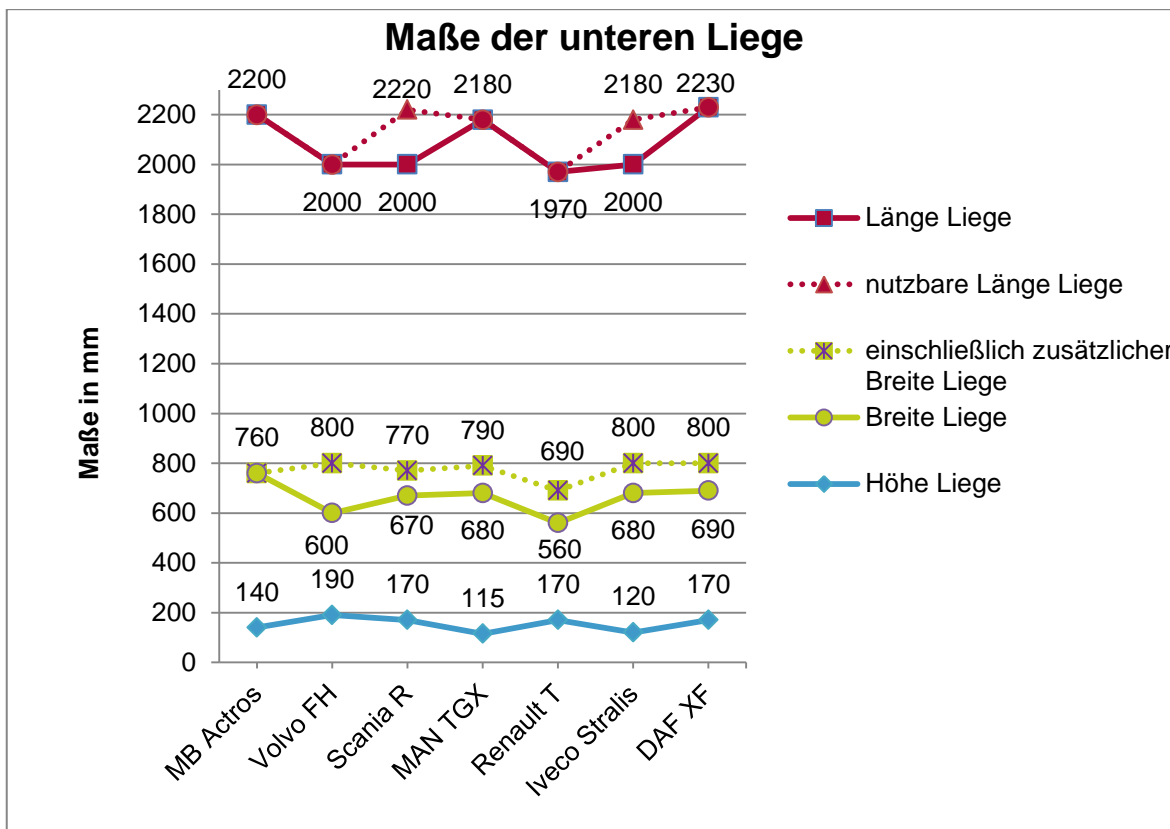


Diagramm 2; Liegenmaße

Bei der Grundlänge der Liege ist zu erkennen, dass die Liegen von Mercedes-Benz, MAN und DAF eine Länge über 2000 mm besitzen. Bei den Herstellern Scania und IVECO besteht die Möglichkeit die Länge der Liegefläche durch Polster zu vergrößern, somit erreichen diese ebenfalls eine Länge über zwei Meter. Bei dieser Variante der Liegenverlängerung gestaltet sich das Beziehen der Matratze und der Polster mit einem Spannbettlaken schwierig, da das Laken über die Matratze und die Zusatzpolster gezogen werden muss. Es besteht jedoch die Möglichkeit nur die Matratze mit einem Laken zu beziehen. Allerdings entstehen spürbare Lücken, die sich auf das Liegekomfort negativ auswirken können. Es können der Kopf oder die Füße einer Person in diese Lücken geraten und eine unangenehme Körperhaltung erzeugen.

Eine nutzbare Grundbreite über 700 mm wird nur von Mercedes-Benz mit 760 mm erreicht und besitzt somit über die gesamte Körperlänge die größte Breite. Bei Scania und MAN kann die Breite auf über 700 mm durch Zusatzpolster vergrößert werden. Bei der Liegenverbreiterung gestaltet sich das Beziehen der Matratze und der Polster mit einem Spannbettlaken ebenfalls als schwierig. Bei den Varianten der Liegenverbreiterung durch Polster entstehen ebenfalls spürbare Lücken und diese können sich bei allen Personen als negativ erweisen, da sie über die gesamte Körperlänge wirken und den Liegekomfort mindern können.

Im Vergleich der Liegenhöhe zu Mercedes-Benz haben lediglich MAN und Iveco eine geringere Höhe. Anhand der Gesamthöhe einer Liege entsteht im Unterbewusstsein einer Person der

Eindruck, ob eine Liege bequem oder unbequem wirkt. Eine geringe Liegenhöhe signalisiert ein Durchliegen und eine sehr hohe Liege vermittelt einen angenehmen Liegekomfort.

Der Liegekomfort kann allerdings nicht über die Liegenhöhe bewertet werden, da der Aufbau der Matratze und eines Unterfederungssystems entscheidend ist. Die Höhe der Liege ist abhängig von der Matratzenstruktur und der Liegenkonstruktion.

Bei Volvo, Scania, Renault, Iveco und DAF werden zur Minimierung der benötigten Kraft, um die Liege anzuheben, zwei Gasdruckfedern verbaut. Dadurch lässt sich eine Komfortsteigerung erzielen, jedoch wird der Öffnungswinkel der Liege bei kurzen Gasdruckfedern eingeschränkt und die Zugänglichkeit zu den Staufächern gemindert.

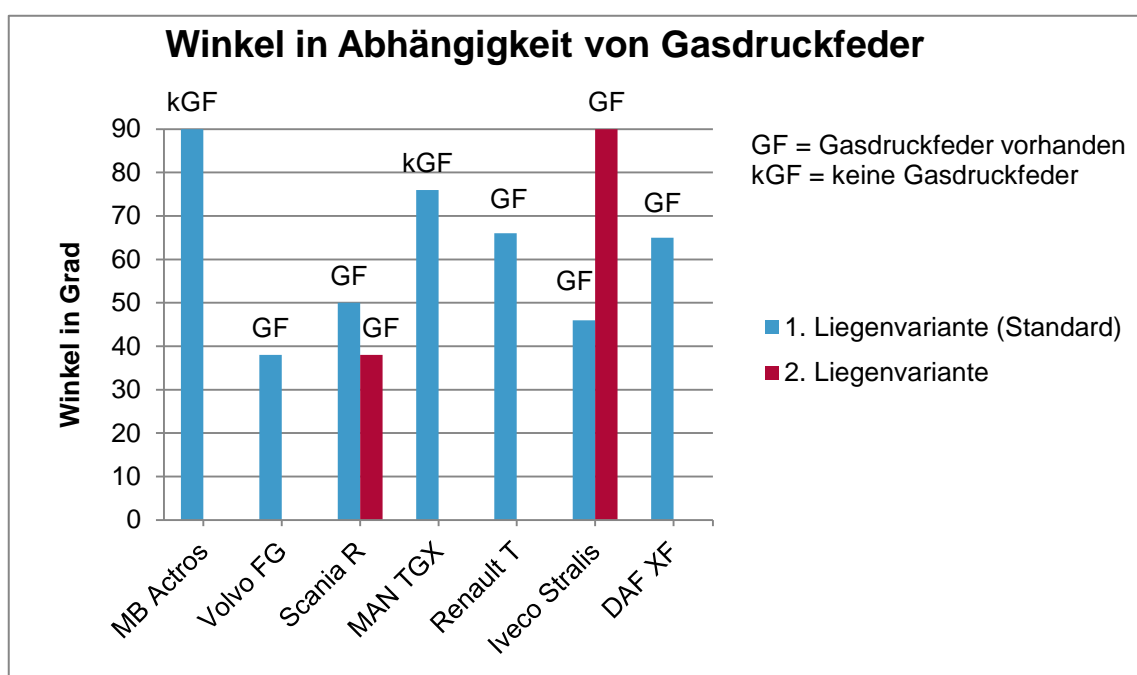


Diagramm 3; Winkel in Abhängigkeit von der Gasdruckfeder

Damit die größtmögliche Zugänglichkeit zu den Staufächern unter der Liege gewährleistet werden kann, sollte die Liege um 90 Grad an die Rückwand verstellt werden können. Lediglich bei den Fahrzeugen Mercedes-Benz Actros und Iveco Stralis mit dreigeteilter Liege wird eine Senkrechtstellung erreicht. Beim MAN TGX ist eine Verstellung in senkrechter Position an die Rückwand möglich, allerdings wird die Liege durch eine Verriegelung bei 76 Grad gehalten. Die Zugänglichkeit zu den Staufächern unter der Liege wird nur geringfügig gemindert. Die Öffnungswinkel der Liege von 66 Grad bei Renault und 65 Grad bei DAF schränken die Zugänglichkeit zu den Staufächern spürbar ein. Aus diesem Grund ist ein Öffnungswinkel größer als 70 Grad zu empfehlen, da der Komfort ab diesem Winkel geringfügig gemindert wird. Neben Mercedes-Benz kann nur der Wettbewerber Iveco eine Vertikalposition von 90 Grad an der Rückwand bei der zweiten Liegenvariante sicherstellen. Durch längere Gasdruckfedern

kann diese Position erreicht werden. Bei den anderen Fabrikaten werden aufgrund der kürzeren Gasdruckfedern nur geringe Öffnungswinkel ermöglicht. Bei Volvo, Scania, Renault und DAF werden die Gasdruckfedern im mittleren Bereich der Liege verbaut, dies mindert die Zugänglichkeit, da sie den Raum zu den Staufächern verkleinern (siehe **Abb. 9**).



Abb. 9; Scania Liege mit Gasdruckfedern in der Mitte aus [3]

Im Vergleich der unterschiedlichen Konstruktionen der Hersteller ist deutlich zu erkennen, dass eine Komfortsteigerung für den Kunden erzielt werden kann. Es ist zum Beispiel nicht möglich die Liege mit aufliegender Bettwäsche senkrecht an die Rückwand zu klappen, um dem Kunden einen größtmöglichen Öffnungswinkel ohne das Beiseite Räumen der Bettwäsche zu gewährleisten.

5.2 Anforderungen

Die allgemeinen Randbedingungen für die Konstruktion ergeben sich aus dem Benchmark und den internen Anforderungen an Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort, Sicherheitsvorgaben und Kosten. Zu den allgemeinen Randbedingungen werden weiterführende Anforderungen entwickelt.

Die allgemeinen Randbedingungen aus der Aufgabenbeschreibung und dem Benchmark lauten wie folgt:

- Senkrechtstellung der Liege eines L-Fahrerhauses mit aufliegender Bettwäsche ermöglichen,
- Kraftaufwand, um die Liege in die Senkrechtstellung anzuheben, ist mit Gasdruckfedern zu reduzieren,

- Eine entsprechende Be- und Entlüftung der Wäsche und der Matratze sicherstellen,
- Verriegelung der Liege in der Senkrechtstellung nach den Sicherheitsanforderungen auslegen und
- Breite der Liege von 760mm, sowie Qualität und Komfort beibehalten.

Die weiterführenden Anforderungen ergeben sich aus den allgemeinen Randbedingungen aus der Aufgabenbeschreibung, da diese spezifiziert werden müssen.

Für alle Liegen, die während der Fahrt benutzt werden können, ist ein Rückhaltesystem zu integrieren. Dieses Rückhaltesystem muss sowohl den gesetzlichen Bestimmungen (*siehe gesetzliche Bestimmungen der Berufsgenossenschaft UVV BGV D 29 und BGR 136*) als auch den internen Anforderungen, wie zum Beispiel das Design und die Handhabung, von Mercedes-Benz entsprechen.

Um die Bauteilvariationen und die Kosten gering zu halten, sind Funktionsintegrationen anzustreben.

Um eine Fixierung der Liege in der Senkrechtstellung bei einem Unfall zu gewährleisten, wird eine Beschleunigung von 29g berücksichtigt. Dieser Wert ergibt sich aus den Belastungsgrenzen des menschlichen Körpers. Die größten irreversiblen Schädigungen treten bei Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen auf. Die Verletzungsschwere in der Abhängigkeit der Einwirkzeit nach Eichband (*siehe Abb. 10*) bei einer horizontalen Beschleunigung liegt für diese Körperteile bei 30-40g. Da die verfügbare Knautschzone eines Fahrzeuges und die weitergehenden Sicherheitssysteme eine höhere Beschleunigung verhindern sollen, wird der Beschleunigungswert für die Liege von 29g angenommen.

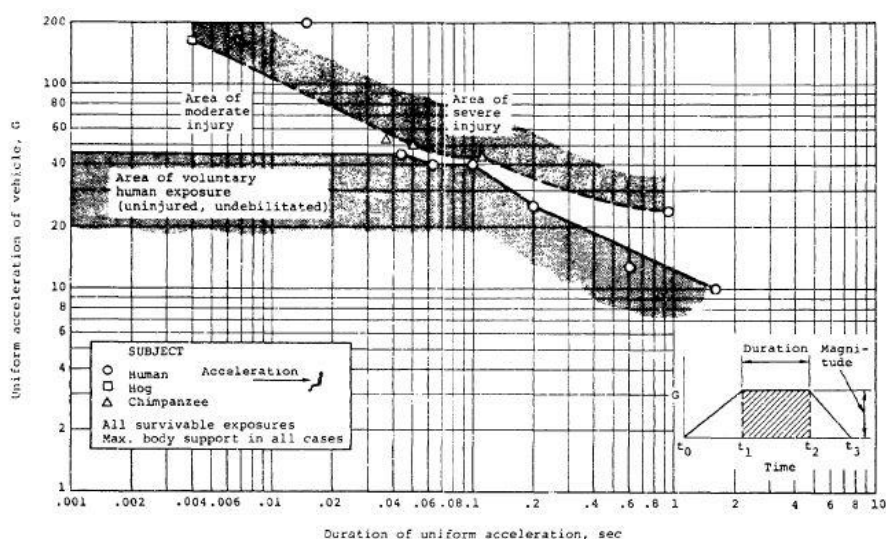


Abb. 10; Verletzungsschwere nach Eichband aus [4]

6. Konzeptfindung


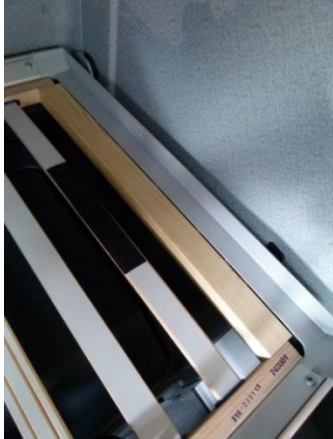
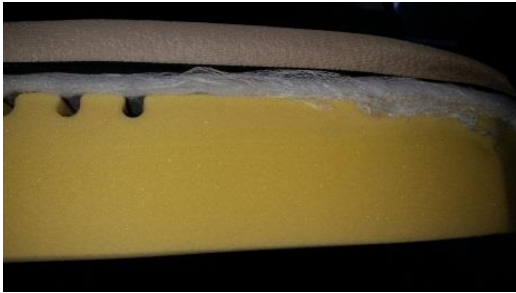

Um ein geeignetes Konzept zu entwickeln, das den Anforderungen entspricht, wurden zunächst die Hauptfunktionen anhand der Aufgabenstellung ermittelt.

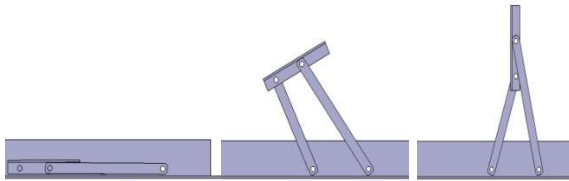
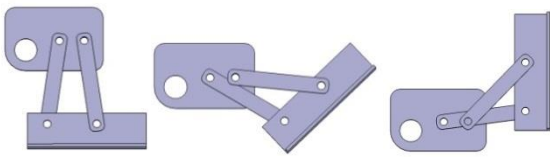
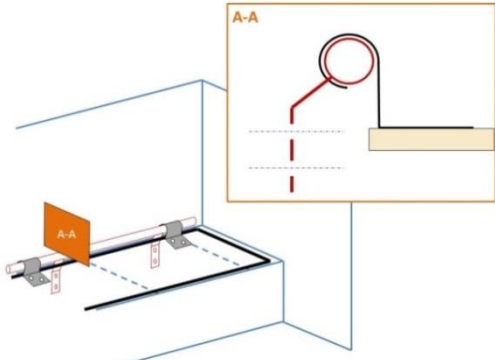
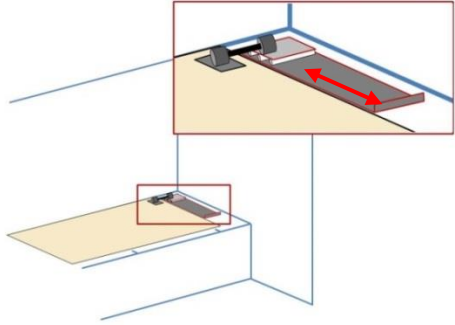
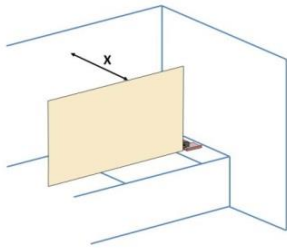
Hierfür werden die Hauptfunktionen, die das Konzept aufweisen soll, definiert:


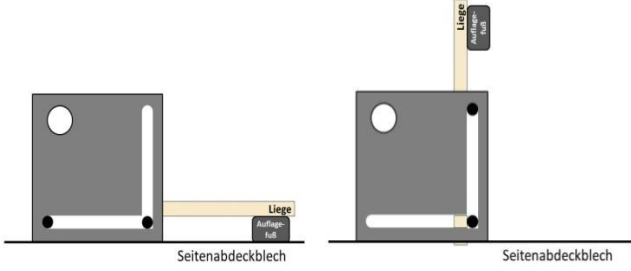

1. Grundträger
2. Schlafkomfort erhöhen
3. Klappfunktion
4. Kraftaufwand verringern
5. Arretierung der Bettwäsche
6. Senkrechtstellung sichern
7. Krafteinleitung der Unterstützung in die Liege
8. Krafteinleitung der Unterstützung in die Karosserie
9. Belüftung des Systems

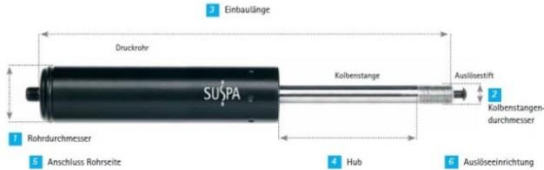
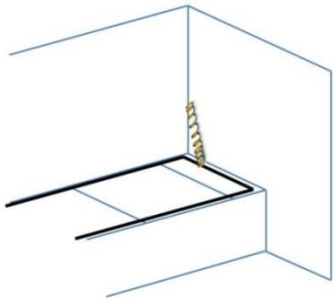
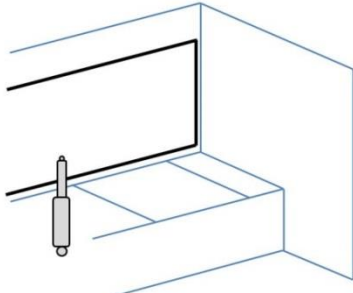
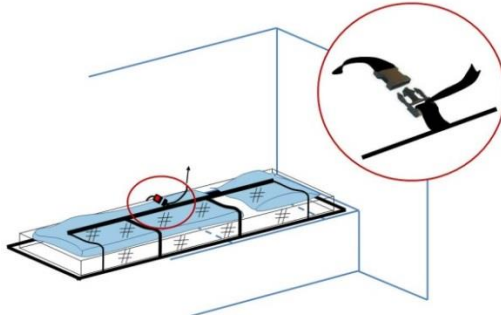
Anhand dieser Funktionen werden verschiedene Lösungsansätze, die zu einer Erfüllung der Funktion führen, ermittelt und bildlich dargestellt.

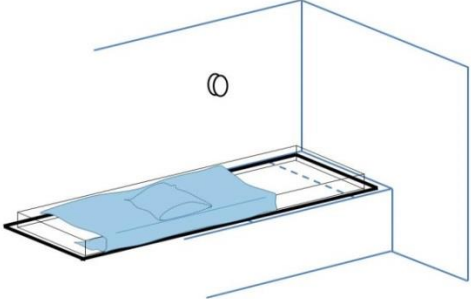

Position	Beschreibung	Bildliche Darstellung
1. Grundträger		
1.1	Holzplatte	 <p><i>Abb. 11; Holzplatte des Herstellers DAF</i></p>
1.2	Kunststoffspritzgussteil	 <p><i>Abb. 12; Kunststoffträger des Herstellers Scania</i></p>

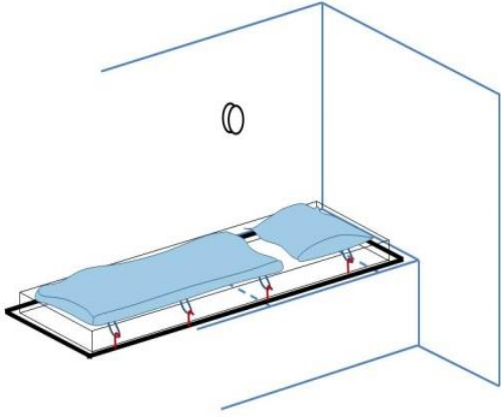
1.3	Papierfaser-Sandwichplatte	 <p data-bbox="805 521 1437 580"><i>Abb. 13; Papierfaser-Sandwichplatte des Herstellers Volvo</i></p>
1.4	Rahmenstruktur mit Lattenrost	 <p data-bbox="805 1088 1437 1146"><i>Abb. 14; Stahlrahmenkonstruktion mit Lattenrost des Herstellers MAN</i></p>
2. Schlafkomfort erhöhen		
2.1	Kaltschaummatratze	 <p data-bbox="847 1574 1394 1632"><i>Abb. 15; Kaltschaummatratze des Herstellers Mercedes-Benz</i></p>
2.2	Federkernmatratze	 <p data-bbox="805 2000 1437 2058"><i>Abb. 16; Taschenfederkern-Matratze des Herstellers Volvo</i></p>

3. Klappfunktion		
3.1	Viergelenkscharnier mit den Anbindungspunkten der Lenker unterhalb des Grundträgers	 <p>Abb. 17; Viergelenkscharnier mit der Anbindung unterhalb des Grundträgers</p>
3.2	Viergelenkscharnier mit den Anbindungspunkten der Lenker oberhalb des Grundträgers	 <p>Abb. 18; Viergelenkscharnier mit der Anbindung oberhalb des Grundträgers</p>
3.3	Drehstange an der Rückwand angeschraubt und Liege eingehakt	 <p>Abb. 19; Drehstange an der Rückwand</p>
3.4	Drehgelenk auf einer Schiene beweglich, um einen Abstand zur Rückwand zu schaffen	 <p>Abb. 20; Drehgelenk auf einer Schiene</p>  <p>Abb. 21; Abstand zur Rückwand mit Drehgelenk auf einer Schiene</p>

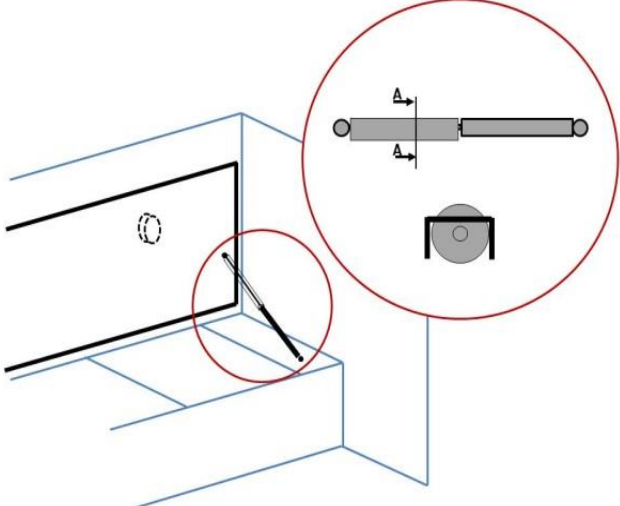
<p>3.5</p>	<p>Scharniere an der Rückwand</p>	 <p>Abb. 22; Scharnier an der Rückwand des Herstellers Mercedes-Benz</p>
<p>3.6</p>	<p>Schubscharnier</p>	 <p>Abb. 23; Schubscharnier</p>
<p>3.7</p>	<p>Schienensystem an der Seiten- oder Rückwand, Liege über Rollen geführt</p>	 <p>Abb. 24; Schienensystem - waagerechte Stellung der Liege</p> <p>Abb. 25; Schienensystem - senkrechte Stellung der Liege</p>

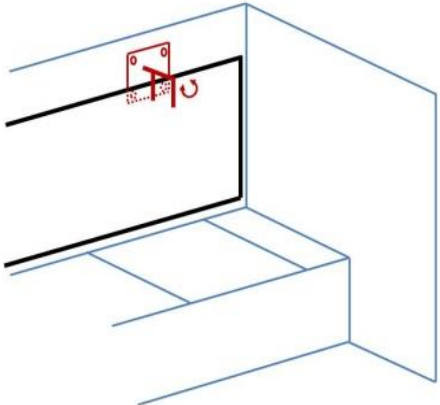
4. Kraftaufwand verringern		
4.1	Gasdruckfeder	 <p style="text-align: center;">Abb. 26; Gasdruckfeder SUSPA GmbH aus [10]</p>
4.2	Zugfeder	 <p style="text-align: center;">Abb. 27; Zugfeder</p>
4.3	Elektromotor	 <p style="text-align: center;">Abb. 28; Elektroschubmotor</p>
4.4	Druckluft des Fahrzeuges	
5. Arretierung der Bettwäsche		
5.1	Funktionsintegration in das Rückhaltesystem	 <p style="text-align: center;">Abb. 29; Arretierung der Bettwäsche mit dem Rückhaltesystem</p>

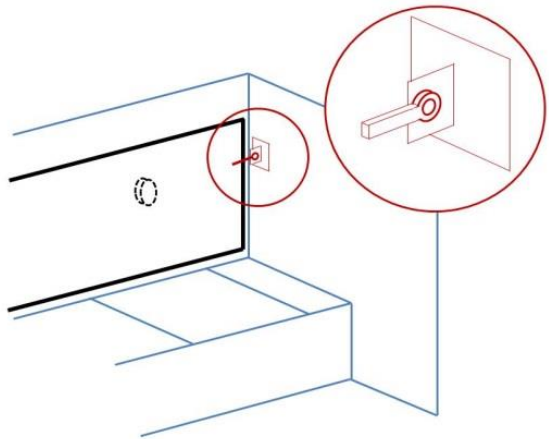
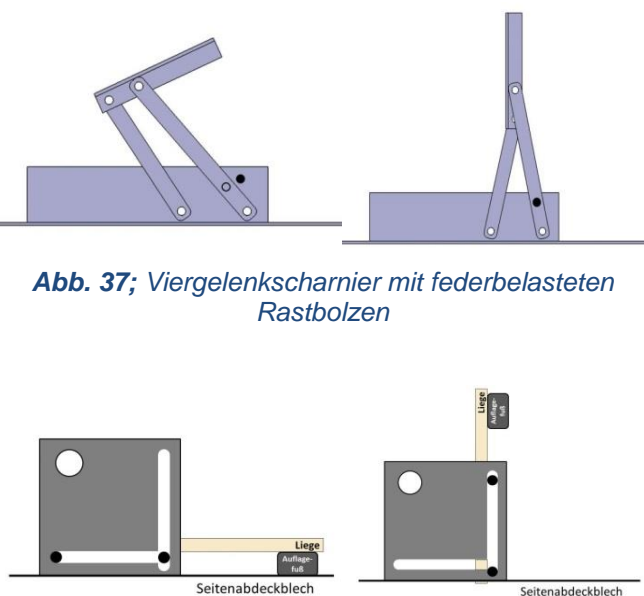
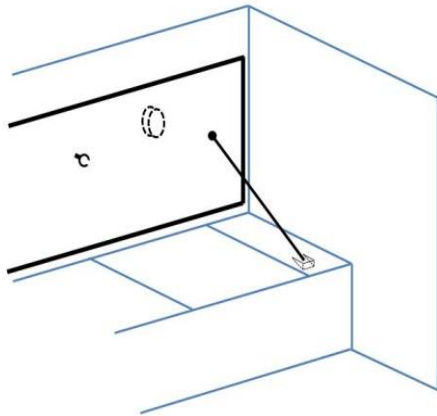
<p>5.2</p>	<p>Magnetstreifen in der Bettwäsche und auf der Liege</p>	
<p>5.3</p>	<p>Druckknöpfe in der Bettwäsche und der Matratze</p>	
<p>5.4</p>	<p>Ein Teil der Bettwäsche wird auf der Vorderseite unter die Matratze geschoben. Das Kopfkissen müsste extern gelagert oder unter die Decke geschoben werden. (Klemmverbindung)</p>	 <p><i>Abb. 30; Klemmverbindung der Bettwäsche unter der Matratze</i></p>
<p>5.5</p>	<p>Klettstreifen an der Bettwäsche und der Matratze</p>	
<p>5.6</p>	<p>Die Bettwäsche mit Gurte auf der Matratze verzurren</p>	 <p><i>Abb. 31; Arretierung der Bettwäsche mit drei Gurten</i></p> <p><i>Abb. 32; Arretierung der Bettwäsche mit einem Gurt</i></p>

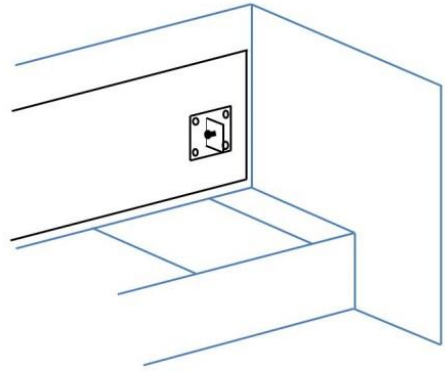

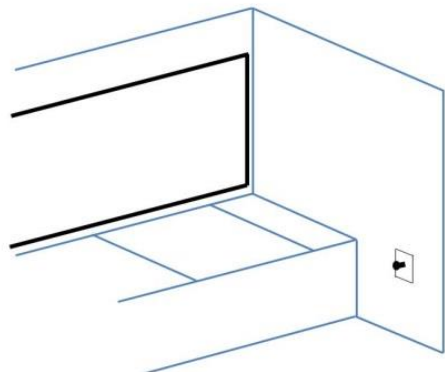
<p>5.7</p>	<p>Bettwäsche mit Haken am Liegendgrundträger fixieren</p>	 <p><i>Abb. 33; Arretierung der Bettwäsche mit Haken</i></p>
------------	--	--

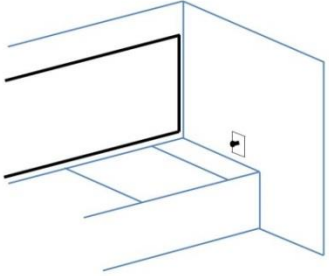
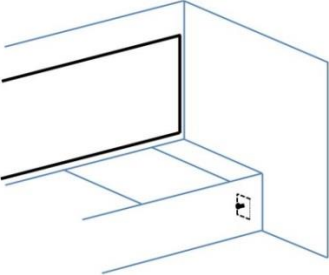
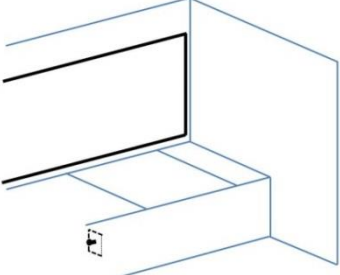
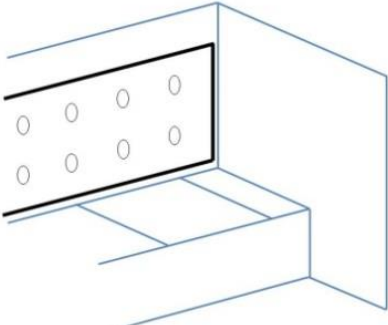
6. Senkrechtstellung sichern

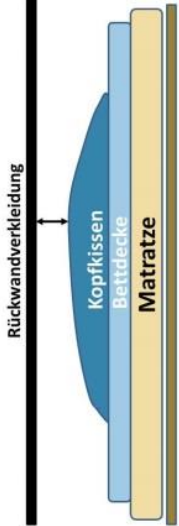
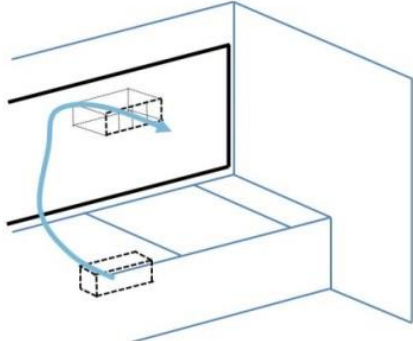
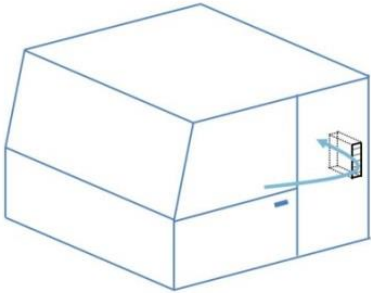
<p>6.1</p>	<p>Funktionsintegration in der Gasdruckfeder (z.B. mit Abstützprofil)</p>	 <p><i>Abb. 34; Blockierung in der Gasdruckfeder</i></p>
------------	---	---

<p>6.2</p>	<p>Halter an der Rückwand</p>	 <p><i>Abb. 35; Halter an der Rückwand</i></p>
------------	-------------------------------	--

<p>6.3</p>	<p>Halter an der Seitenwand</p>	 <p><i>Abb. 36; Halter an der Seitenwand</i></p>
<p>6.4</p>	<p>Funktionsintegration ins Scharnier</p>	 <p><i>Abb. 37; Viereckscharnier mit federbelasteten Rastbolzen</i></p> <p><i>Abb. 38; Schubscharnier mit Arretierung durch das Einrasten in einer Nut</i></p>
<p>6.5</p>	<p>Haltestange per Hand zu positionieren</p>	 <p><i>Abb. 39; Haltestange</i></p>

7. Krafteinleitung der Unterstützung in die Liege		
7.1	Halter an der Liegenunterseite	 <p style="text-align: center;"><i>Abb. 40; Halter auf der Liegenunterseite</i></p>
7.2	Scharnierintegration	Krafteinleitung in das Scharnier
7.3	Integration ins Kunststoffspritzgussteil	 <p style="text-align: center;"><i>Abb. 41; Integration des Halters in den Kunststoffträger am Beispiel Scania</i></p>
8. Krafteinleitung der Unterstützung in die Karosserie		
8.1	Anbindung an der B-Säule	 <p style="text-align: center;"><i>Abb. 42; Anbindung an der B-Säule</i></p>

8.2	Anbindung an der Seitenwand	 <p data-bbox="884 546 1362 577">Abb. 43; Anbindung an der Seitenwand</p>
8.3	Anbindung innerhalb des Staukastens	 <p data-bbox="836 976 1410 1008">Abb. 44; Anbindung innerhalb des Staukastens</p>
8.4	Anbindung im mittleren Bereich der Staukästen	 <p data-bbox="826 1424 1420 1456">Abb. 45; Anbindung in der Mitte des Staukastens</p>
9. Belüftung des Systems		
9.1	Funktionsintegration in Liegenkonstruktion	 <p data-bbox="798 1998 1449 2056">Abb. 46; Integration der Belüftung in den Liegenträger am Beispiel „Öffnungen“</p>

<p>9.2</p>	<p>Abstand zur Rückwand</p>	 <p><i>Abb. 47; Belüftung durch Abstand</i></p>
<p>9.3</p>	<p>Elektrische Pumpe mit Lüftungskanälen</p>	 <p><i>Abb. 48; Belüftung mit elektrischer Pumpe</i></p>
<p>9.4</p>	<p>Strömungsluft während der Fahrt</p>	 <p><i>Abb. 49; Belüftung durch Strömungsluft</i></p>

Tab. 1; Konzeptzellösungen

In einem morphologischen Kasten wurden anschließend einzelne Konzeptlösungen gebildet, indem für jede Funktion jeweils eine Einzellösung gewählt wird. Für die Betrachtung der Lösungsmöglichkeiten werden drei Lösungen (*siehe gelben, grünen und roten Pfad in Tab. 2*) erstellt und anschließend bewertet.

Funktion	Lösungsmöglichkeit 1	Lösungsmöglichkeit 2	Lösungsmöglichkeit 3				
Grundträger	Holzplatte	Kunststoffspritzgussteil	Papierfaser-Sandwichplatte	Rahmenstruktur mit Lattenrost			
Schlafkomfort erhöhen	Kaltschaummatratze	Federkernmatratze					
Klappfunktion	Viergelenkscharnier-Anbindung unterhalb	Viergelenkscharnier-Anbindung oberhalb	Drehstange	Drehgelenk	Scharnier an der Rückwand	Schub-scharnier	Schienen-system
Kraftaufwand verringern	Gasdruckfeder	Zugfeder	Elektromotor	Druckluft			
Arretierung der Betwäsche	Funktionsintegration in das Rückhaltesystem	Magnetstreifen	Druckknöpfe	Klemmverbindung	Klettstreifen	Gurte	Haken
Senkrechtstellung sichern	Funktionsintegration Gasdruckfeder	Halter an der Rückwand	Halter an der Seitenwand	Funktionsintegration in das Scharnier	Haltestange		
Kraffeinleitung der Unterstützung in die Liege	Liegenunterseite	Scharnierintegration	Scharnierintegration	Integration in Kunststoffspritz-gussteil			
Kraffeinleitung der Unterstützung in die Karosserie	B-Säule	Seitenwand	Innerhalb Staukasten	Mitte Staukasten			
Belüftung des Systems	Funktionsintegration Liegenkonstruktion	Abstand zur Rückwand	Pumpe mit Lüftungskanäle	Strömungsluft während der Fahrt			
Lösungen	Lösung 1 (die Kostengünstige)	Lösung 2 (die Mittelpreisige)	Lösung 3 (die Luxuslöse)				

Tab. 2; Morphologischer Kasten

Um die unterschiedlichen Lösungen miteinander vergleichen zu können, werden Bewertungskriterien (siehe **Tab. 3**) eingeführt.

Außerdem wird eine Gewichtungsskala eingeführt, die als Faktor bei der Auswertung mit verrechnet wird. Mit dem Wert 6 als höchste Gewichtung wird ein bestimmtes Kriterium als äußerst wichtig für das Konzept aufgefasst.

Zudem werden die zuvor festgelegten Lösungen mit Punkten in Bezug auf die disponierten Kriterien zensiert. Die Punkte-Skala reicht von 1-10, wobei eine Lösung mit 10 höchst schlecht bewertet wird. Um den Wert eines Kriteriums zu ermitteln, werden die Lösungen miteinander verglichen und eingeschätzt. Zum Beispiel werden für die Lösungen 1 und 2 im Vergleich zueinander ungefähr dieselben Bauräume verwendet. Für die Lösung 3 wird für die unzähligen Bauteile im Vergleich zu den anderen Lösungen deutlich mehr Bauraum benötigt. Somit entsteht eine Bewertung für Lösung 1 und 2 von 3 Punkten und für die Lösung 3 von 9 Punkten.

Nachdem die Gewichtung der Kriterien festgelegt wird und die einzelnen Lösungen auf diese Eigenschaften bezogen bewertet werden, wird folglich der Faktor „Gewichtung“ mit der Lösungsbewertung multipliziert. Summiert man diese für eine Lösung dann auf, erhält man einen Wert. Dieser dient letztendlich als Vergleich mit den anderen Lösungsansätzen. Am besten schneidet die Lösung mit dem niedrigsten Wert ab.

Bewertungskriterien und Gewichtung

(Gewichtung nach Werten 1-6 (mit 6 = höchste Wertung; Punkte der jeweiligen Lösung 1-10))

Kriterium	Gewichtung	Lösung 1		Lösung 2		Lösung 3	
Kosten	6	2	=12	4	=24	10	=60
Gewicht	5	2	=10	4	=20	10	=50
Bauraum	4	3	=12	3	=12	9	=36
Bedienkomfort	4	10	=40	3	=12	2	=8
Funktionalität	4	6	=24	2	=8	2	=8
Sicherheitsvorgaben	6	9	=54	2	=12	1	=6
Zukaufteile	3	5	=15	3	=6	8	=24
Summe		=167		=94		=192	

Tab. 3; Konzeptbewertung

Die Lösung 2 erreicht mit einem Abstand von 73 Punkten den geringsten Wert in der Bewertungsmatrix, da dieser Lösungsansatz in den meisten Kriterien gut bewertet wird. Infolgedessen wird für das Liegenkonzept die Lösung 2 als bester Ansatz erkannt und für die Umsetzung des Konzeptes gewählt.

7. Konzeptlösung

Die Trägerplatte aus Holz in der Grundform ist die kostengünstigste Variante gegenüber den Anderen. Eine Funktionsintegration kann mit einfachen Bearbeitungsverfahren, wie zum Beispiel „Fräsen“, leicht erzielt werden. Zusätzlich ist dies ein Naturprodukt und steht überall zur Verfügung.

Während der Benchmark-Analyse wurde festgestellt, dass sich eine Breite der Liege über 700mm als geräumig erweist. Die Richtlinie für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen der Berufsgenossenschaft empfiehlt ebenfalls eine Breite der Liege über 700mm (**aus [11]**). Aus diesem Grund ist es zu empfehlen, die Grundbreite der derzeitigen Liege von 760 mm beizubehalten. Dadurch muss die Höhenposition der Liege des derzeitigen Konzeptes in der Senkrechtstellung bei einer Funktionserweiterung in diesem Konzept eingehalten werden, da ein Abstand zur oberen Liege gewährleistet werden muss (*siehe **Abb. 53***). Zusätzlich wird für die Belüftung der Bettwäsche ein Abstand zur Rückwand in der Senkrechtstellung benötigt. Aus diesem Grund wurde ein Viergelenkscharnier gewählt. Hierdurch können die vorgegebenen Positionen der Liege in der Horizontalen und der Vertikalen eingehalten werden. Die Anbindungspunkte des Gelenkes liegen unterhalb des Grundträgers, da dieses Scharnier auf dem Seitenteil der Staukästen positioniert werden kann. Somit entfällt der derzeitige Anschraubpunkt an der Karosserieseitenwand. Jedoch ist eine Anpassung des Staukasten-Seitenteils notwendig, da eine Kraffteinleitung gewährleistet werden muss.

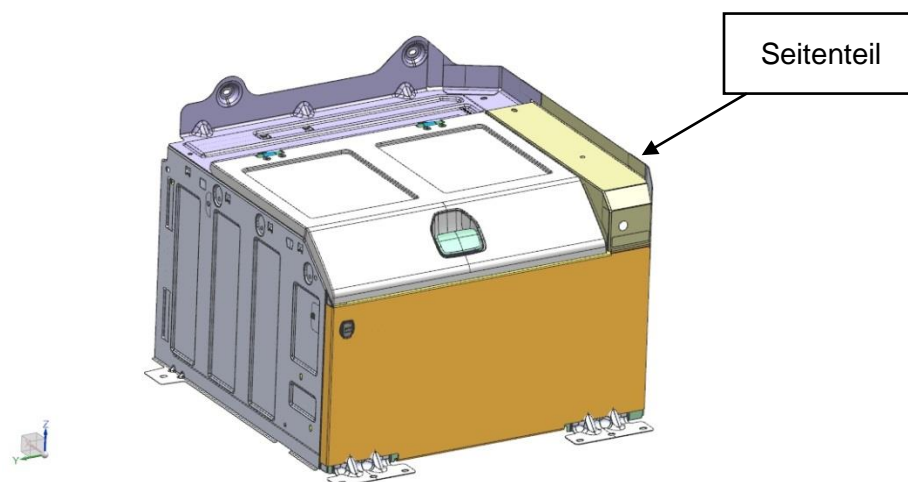


Abb. 50; Staukasten Fahrerseite Mercedes-Benz

In Anhängigkeit der Krafftauslegung der Gasdruckfeder kann eine selbsttätig öffnende Liege realisiert werden. Zusätzlich kann das Halten der Liege in der Senkrechtstellung durch sogenannte blockierbare Gasdruckfedern ermöglicht werden. Durch eine Kombination der

Funktion „Kraftaufwand verringern“, um die Liege anzuheben, mit der Funktion „Senkrechtstellung sichern“ kann eine Optimierung und eine geringe Bauteilvarianz erzielt werden. Diese blockierbare Gasdruckfeder kann in unterschiedlichen Stellungen arretiert werden und hohe Haltekräfte in Zug- und Druckrichtung erzeugen. Daher ist es möglich die Liege zu verstellen und weitere Gegenstände darauf liegen zu lassen. Aus diesem Grund wurde diese spezielle Variante gewählt, da eine Funktionsintegration die Kosten für das Gesamtsystem senkt und der Komfort für den Kunden steigt. Aufgrund der Liegenlänge von 2200 mm werden zwei blockierbare Gasdruckfedern auf beiden Seiten benötigt. Zusätzlich sinkt somit die benötigte Blockierkraft der Gasdruckfeder, durch die Aufteilung der auftretenden Kraft bei einem Unfall auf zwei Gasdruckfedern. Diese beiden Gasdruckfedern können über einen Taster mit jeweils einem Bowdenzug entriegelt werden. Durch eine selbsttätig öffnende Liege steigt der Komfort für den Kunden, da dieser lediglich den Taster betätigen muss.

Wird die Bettwäsche in der Mitte der Liege positioniert, kann diese mit dem Rückhaltesystem fixiert und vorgespannt werden. Dadurch entsteht ebenfalls eine Kombination der Funktionen und die Kosten werden gesenkt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit andere Gegenstände, wie eine Tasche, zu fixieren und die Liege senkrecht aufzustellen.

Damit eine größtmögliche Auflagefläche zur Krafteinleitung bei einem Unfall realisiert werden kann, wird die Anbindung der Gasdruckfeder auf der Unterseite der Liege gewählt.

Bei einem Unfall muss die Liege in der Senkrechtstellung verbleiben, damit eine Gefährdung für den Kunden ausgeschlossen ist. Aus diesem Grund wird der untere Anbindungspunkt der Gasdruckfeder an der B-Säule des Fahrzeuges vorgesehen. Es besteht die Möglichkeit den Staukasten als Krafteinleitungspunkt zu wählen. Jedoch wäre eine Neukonstruktion des Staukastens notwendig, da dieser im aktuellen Konzept solch eine hohe Belastung nicht aufnehmen kann. Somit würden die Kosten stark ansteigen.

Die Matratzenvarianten werden von den Kunden als komfortabel bewertet. Um den vorhandenen Komfort beizubehalten, werden die bestehenden Matratzenlösungen übernommen.

Die Be- und Entlüftung der Matratze und der Bettwäsche ist durch den Abstand zur Rückwand gegeben. In der Regel schwitzt ein menschlicher Körper ca. 0,5Liter pro Tag (**aus [5]**). Da die private Bettwäsche im häuslichen Gebrauch lediglich auf dem Bett liegt und dieser Trocknungsprozess ausreicht, sollte die Belüftung der Bettwäsche im Nutzfahrzeug durch den Abstand zur Rückwand gewährleistet sein. Der Kunde könnte die Liege aufrechtstellen, auch ohne die Bettwäsche zu fixieren. Die Bettwäsche würde durch den Abstand zur Rückwand herunter rutschen. Um ein Verkleben der Bettwäsche hinter der Liege zu vermeiden, wird der Abstand zwischen der Rückwand und der Liege mit einer Stoffbahn geschlossen.

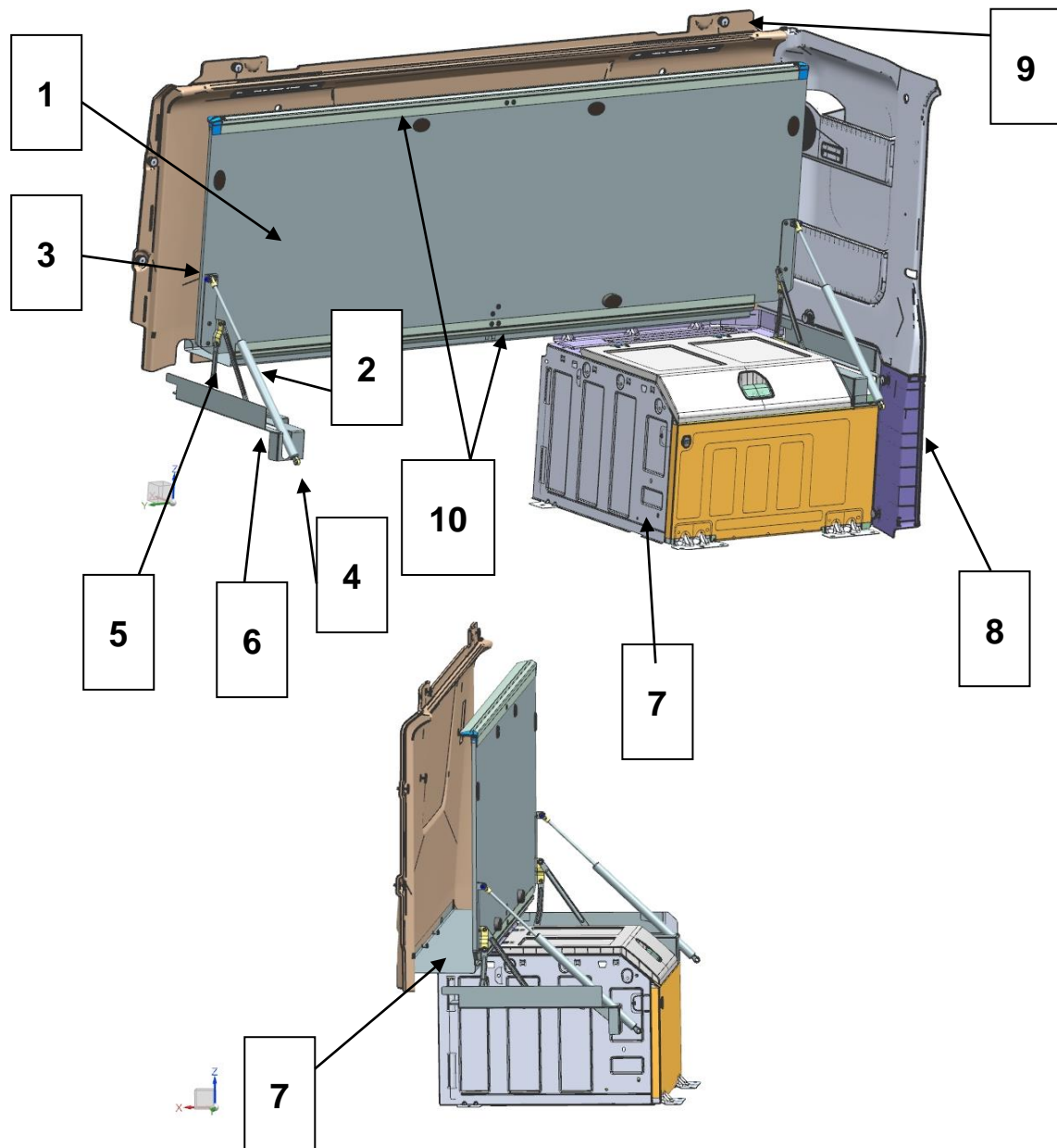


Abb. 51; Konzeptlösung

1. Grundträger der Liege
2. Blockierbare Gasdruckfeder
3. Krafteinleitung der Gasdruckfeder in die Liege
4. Krafteinleitung der Gasdruckfeder in die B-Säule
5. Viergelenkscharnier
6. Seitenteil des Staukastens
7. Staukasten-Fahrerseite
8. B-Säule mit Seitenwandverkleidung
9. Rückwandverkleidung
10. Versteifungsprofile
11. Stoffbahn

8. Berechnungen

8.1 Betrachtungen

Das Gesamtsystem muss den auftretenden Kräften standhalten und die Sicherheit für den Kunden gewährleisten. Aus diesem Grund sind erste vereinfachte Berechnungen durchzuführen.

In der ersten Auslegung des Konzeptes werden die auftretenden Kräfte bei einem Unfall und die benötigten Haltekräfte der blockierbaren Gasdruckfedern berechnet.

Um eine selbsttätige Öffnung der Liege zu gewährleisten, werden die benötigten Ausschubkräfte der Gasdruckfedern ermittelt.

Anhand dieser Ausschubkräfte wird zusätzlich die Schließkraft berechnet, die der Kunde aufbringen muss, um die Liege in die waagerechte Position zu bringen.

Damit ein Versagen des Viergelenkscharniers bei einem Unfall ausgeschlossen werden kann, werden die auftretenden Belastungen mit den maximal zulässigen Spannungen des Bauteils verglichen.

Die Schraubverbindungen zwischen dem Viergelenkscharnier und dem Staukasten-Seitenteil müssen den Belastungen bei einem Unfall standhalten, um die Sicherheit für den Kunden zu gewährleisten.

An der Aufnahme des Viergelenkscharniers am Grundträger der Liege werden zwei Halter für jede Gasdruckfeder angeschweißt. Da auch diese den Belastungen bei einem Unfall standhalten muss, wird diese Schweißverbindung ausgelegt.

8.2 Berechnungsvorbereitung

Die Liege beeinflusst den zur Verfügung stehenden Bauraum der oberen Liege und der Sitze. Damit eine Änderung dieser Bauteile ausgeschlossen werden kann, müssen die vorgegebenen senkrechten und horizontalen Positionen (*siehe **Abb. 52** und **Abb. 53***) der Liege für die weitere Entwicklung eingehalten werden. Hierfür wurden die markanten Positionen der Liege durch Ebenen markiert. Die vorgegebene Position der Liege in der Waagerechten wird durch die horizontale Position der Liege in z-Richtung und durch die Hinterkante der Liege in x-Richtung beschrieben (*siehe **Abb. 52***). Die vorgegebene senkrechte Position wird durch die Hinterkante der Liege in z-Richtung und durch die vertikale Position in x-Richtung definiert (*siehe **Abb. 53***).

Um den Abstand zur Rückwand zu gewährleisten, wurde die vertikale Position der Liege um 100mm in negative x-Richtung verschoben.

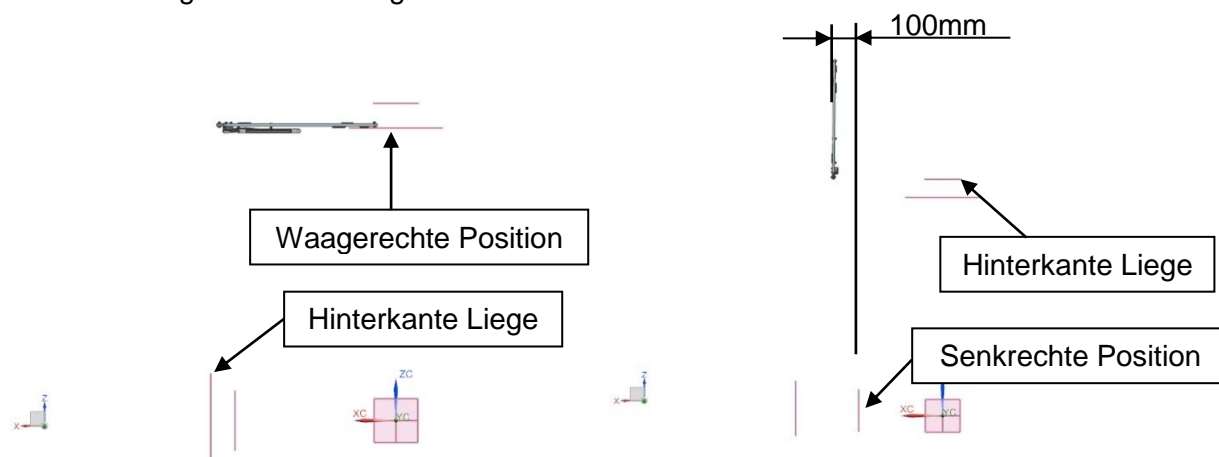


Abb. 52; Position der Liege in der Waagerechten durch Ebenen markiert

Abb. 53; Position der Liege in der Senkrechten durch Ebenen markiert

Anhand dieser vorgegebenen Positionen der Liege wurden die Längen der Lenker und die Positionen der Anbindungspunkte des Vieregelenkscharniers ermittelt.

Zur Ermittlung dieser Kennwerte des Vieregelenkscharniers ist die Bedingung entscheidend, dass jeder Lenker einzeln betrachtet eine Kreisbahn erzeugt. Aus dieser Bedingung und den benötigten Positionen der Liege (siehe schwarz markierte Kreispunkte in **Abb. 54**) können die Anbindungspunkte und die Längen der Lenker ermittelt werden. Hierzu werden die jeweiligen Kreispunkte miteinander verbunden (siehe blaue und grüne Gerade in **Abb. 54**). Die Seitenhalbierende dieser Geraden erzeugt einen Schnittpunkt mit der Grundfläche. Diese Schnittpunkte sind die Anbindungspunkte des jeweiligen Lenkers. Wird dieser Anbindungspunkt mit der Ausgangsposition verbunden (siehe rote Geraden in **Abb. 54**), erhält man die Länge eines Lenkers und den jeweiligen Winkel.

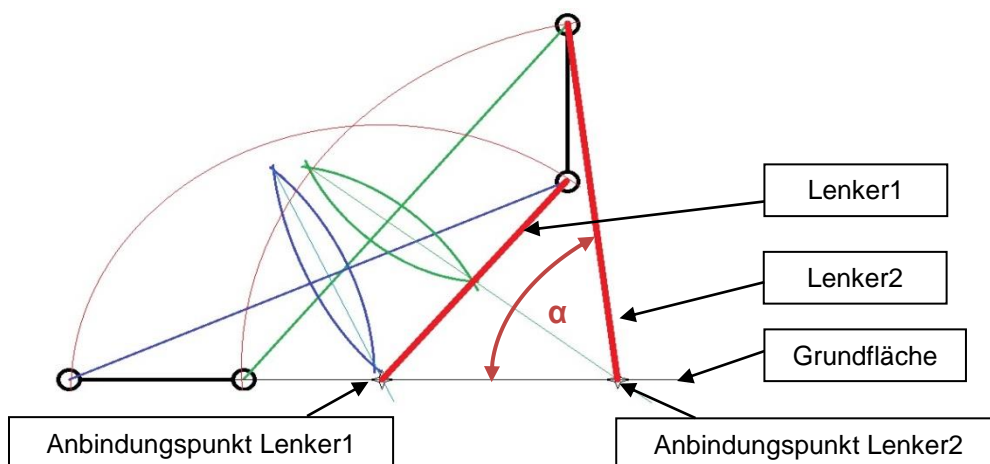


Abb. 54; Beispiel für die Ermittlung der Anbindungspunkte und Längen der Lenker

Damit die blockierbare Gasdruckfeder die Kräfte bei einem Unfall in das Fahrerhaus einleiten kann, wurden die möglichen Anbindungspunkte des Halters an der Liege und der B-Säule ermittelt.

Zunächst wurde der Anbindungspunkt an der B-Säule anhand einer möglichen Position festgelegt. Diese Position wird mit den Koordinaten zum Fahrzeugkoordinatensystem beschrieben (siehe **Abb. 55**).

Der Anbindungspunkt an der Liege wird auf der Unterseite vorgesehen. Eine senkrechte Druckrichtung der Gasdruckfeder in x-Richtung zum Liegengrundträger muss gewährleistet werden, um eine Beschädigung der Gasdruckfeder zu verhindern. Aus diesem Grund müssen für beide Anbindungspunkte ein Abstand in y-Richtung zum Fahrzeugkoordinatensystem von 1070mm eingehalten werden. Somit ergibt sich ein Abstand des oberen Anbindungspunktes zur Außenkante der Liege von 24mm (siehe **Abb. 56**). Der Abstand zur Rückkante der Liege von 235mm wurde festgelegt, um einen großen Hebelarm für das Widerstandsmoment gegen die auftretende Kraft bei einem Unfall zu erreichen.

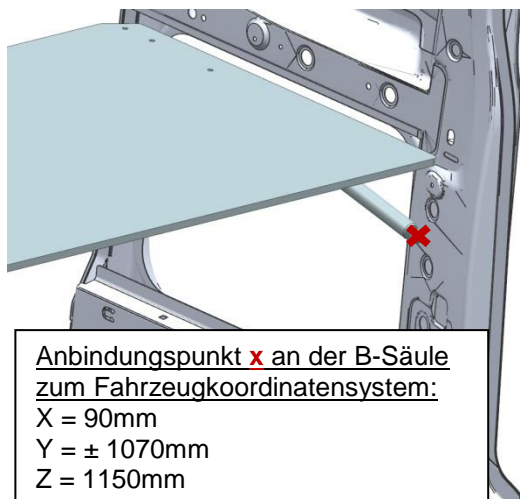


Abb. 55; Anbindungspunkt *x* der Gasdruckfeder an der B-Säule

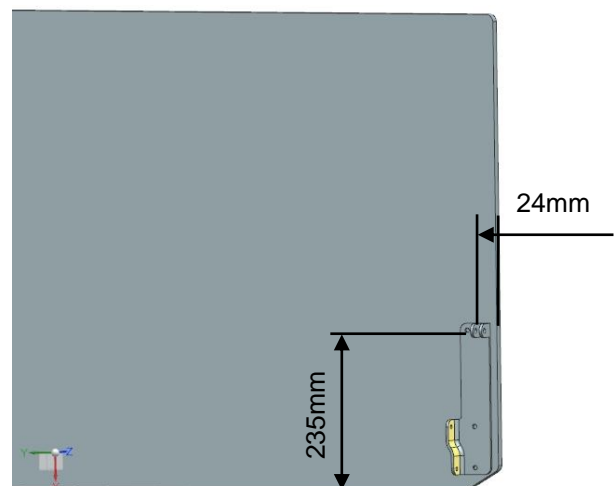


Abb. 56; Anbindungspunkt der Gasdruckfeder an der Liege

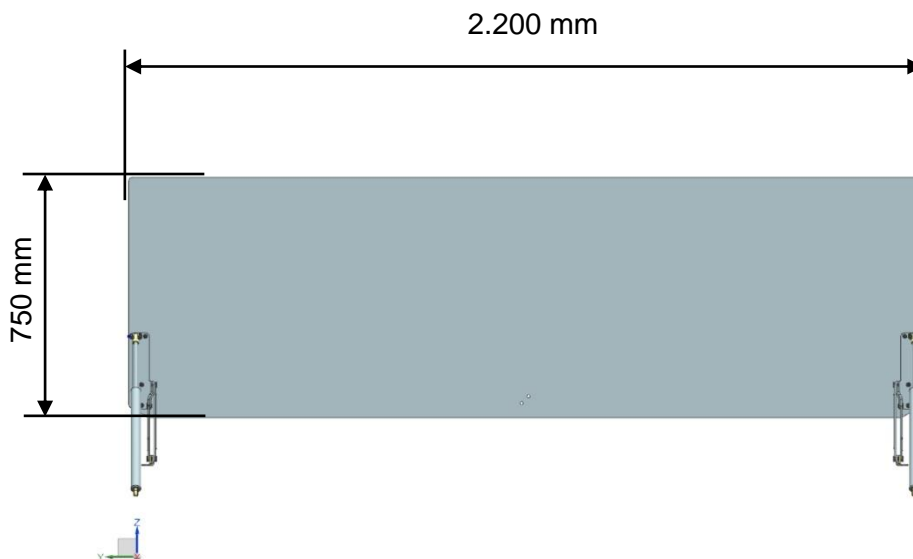
Aus diesen Anbindungspunkten ergeben sich die Krafrichtungen und die Winkel zur Berechnung der Blockierkraft und der Ausschubkraft. (siehe **Abb. 59** und **Abb. 61**)

8.3 Randbedingungen

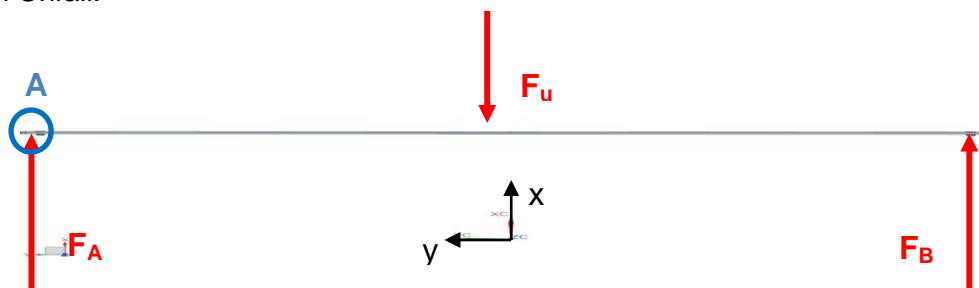
Für die nachfolgenden Berechnungen werden die Randbedingungen vereinfacht angenommen. Es wird für alle Berechnungen lediglich eine Seite betrachtet, da der Aufbau symmetrisch ist.

Eingangsdaten:

Masse der Liege mit Matratze und Anbauteile	$m_L = 25\text{kg}$
Masse Bettwäsche	$m_B = 3\text{kg}$
Belastung beim Unfall	29g

Tab. 4; Eingangsdaten*Abb. 57; Maße der Liegenkonstruktion***8.4 Berechnung Blockierkraft**

Die Blockierkräfte der Gasdruckfedern müssen größer sein als die auftretenden Belastungen bei einem Unfall.

*Abb. 58; Kräftegleichgewicht beim Unfall - Draufsicht*

Auftretende Kraft beim Unfall:

$$\underline{F_U} = (m_L + m_B) * 29g = 28\text{kg} * 29 * 9,81 \text{ m/s}^2 = \underline{7.965,72\text{N}}$$

Gleichgewicht in x-Richtung:

$$F_A + F_B - F_u = 0 \quad \longrightarrow \quad F_A = F_u - F_B$$

Momentenvergleich um A:

$$F_B \cdot l - F_u \cdot l/2 = 0 \quad \longrightarrow \quad \underline{F_B} = (7.965,72\text{N} \cdot 2.200\text{mm}/2) / 2.200\text{mm} = \underline{3.982,86\text{N}}$$

$$\underline{F_A} = 7.965,72\text{N} - 3.982,86\text{N} = \underline{3.982,86\text{N}}$$

Betrachtung einer Seite in der Seitenansicht:

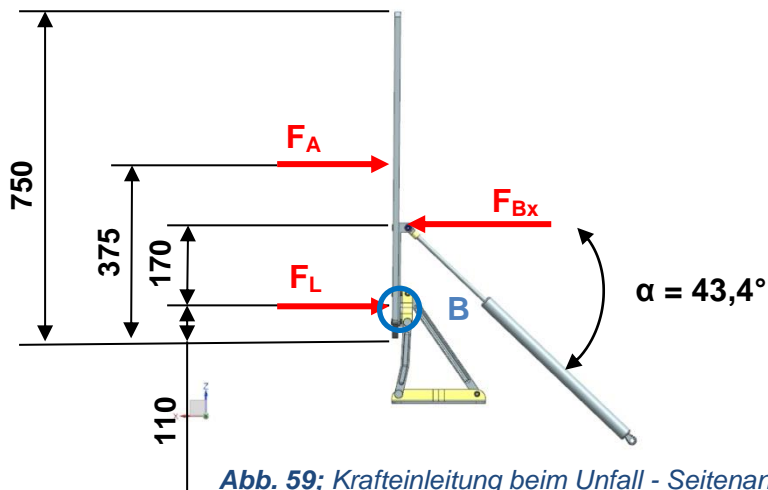


Abb. 59; Kräfteinleitung beim Unfall - Seitenansicht

Gleichgewicht in x-Richtung:

$$F_A + F_L - F_{Bx} = 0$$

Momentenvergleich um B:

$$F_A \cdot (375\text{mm} - 110\text{mm}) - F_{Bx} \cdot 170\text{mm} = 0$$

$$\underline{F_{Bx}} = (-3.982,86\text{N}) \cdot 265\text{mm} / 170\text{mm} = \underline{-6.208,58\text{N}}$$

$$\underline{F_L} = F_{Bx} - F_A = -6.208,58\text{N} - (-3.982,86\text{N}) = \underline{-2.225,72\text{N}}$$

Die Werte für die horizontale Blockierkraft F_{Bx} und die Lagerkraft F_L sind die Belastungen für eine Gasdruckfeder und ein Lager.

Blockierkraft F_B einer Gasdruckfeder:

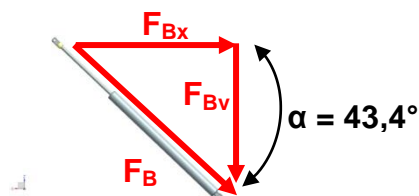


Abb. 60; Ermittlung der Blockierkraft

$$\cos \alpha = F_{Bx} / F_B \quad \longrightarrow \quad \underline{F_B} = F_{Bx} / \cos \alpha = 6.208,58\text{N} / \cos 43,4^\circ = \underline{8.545\text{N}}$$

Eine Gasdruckfeder muss mindestens eine Blockierkraft von 8545N aufweisen, um die Liege in der Senkrechtstellung bei einem Unfall halten zu können. Bei diesem Wert ist keine Sicherheit berücksichtigt. Anhand dieser Blockierkraft und der benötigten Ausschubkraft wurde anschließend ein Gasdruckfedersystem mit einer höheren Blockierkraft gewählt. Die Sicherheit ergibt sich aus der maximalen Blockierkraft einer Gasdruckfeder (*siehe 9.3 Gasdruckfeder*) und der berechneten Blockierkraft. Die Sicherheit wurde nicht einberechnet, da der Winkel der Gasdruckfeder abhängig von dem gewählten Anbindungspunkt an der B-Säule ist und die benötigte Blockierkraft beeinflusst. Sollte die Sicherheit nicht ausreichend sein, kann der Anbindungspunkt in z-Richtung verschoben werden. Dadurch sinkt die benötigte Blockierkraft der Gasdruckfeder und die Sicherheit steigt.

Sicherheit der Blockierkraft:

$$S = \text{max. Blockierkraft} / \text{benötigte Blockierkraft} = 10.000\text{N} / 8545\text{N}$$

$$\underline{S = 1,17}$$

8.5 Ausschubkraft der Gasdruckfeder

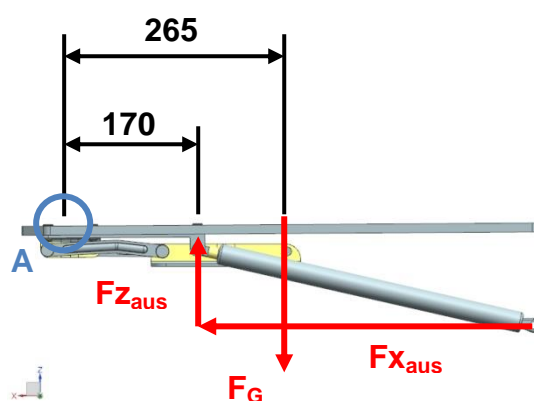


Abb. 61; Krafteinleitung bei Ausschub der Gasdruckfeder

$$\underline{F_G = (m_L + m_B) * g = 28\text{kg} * 9,81\text{m/s}^2 = 274,68\text{N}}$$

Momentenvergleich um A:

$$F_G * 265\text{mm} - F_{z_{aus}} * 170\text{mm} = 0$$

$$\underline{F_{z_{aus}} = 274,68\text{N} * 265\text{mm} / 170\text{mm} = 428,18\text{N}}$$

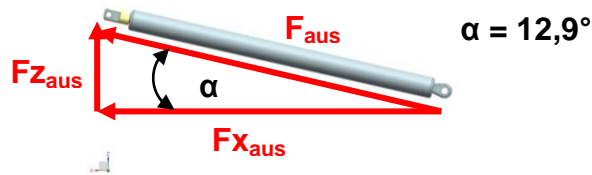


Abb. 62; Ermittlung der Ausschubkraft der Gasdruckfeder

$$\sin \alpha = F_{z_{aus}} / F_{aus} \longrightarrow \underline{F_{aus}} = F_{z_{aus}} / \sin \alpha = 428,18\text{N} / \sin 12,9^\circ = \underline{1.917,94\text{N}}$$

Diese Ausschubkraft F_{aus} ist der Gesamtwert der benötigten Ausschubkraft. Dieser Wert muss durch die Anzahl der Gasdruckfedern dividiert werden.

Ausschubkraft einer Gasdruckfeder F_{1aus} :

$$\underline{F_{1aus}} = F_{aus} / 2 = 1.917,94\text{N} / 2 = \underline{958,97\text{N}}$$

Somit muss die Ausschubkraft einer Gasdruckfeder größer 959N sein, um eine selbsttätige Öffnung der Liege zu gewährleisten.

Aufgrund dieser benötigten Ausschub- und Blockierkräfte wurde das benötigte Gasdruckfedersystem ermittelt. Die benötigten Gasdruckfederkennwerte werden mit der HY4 der Firma SUSPA GmbH eingehalten (siehe **Tab. 9**, Seite 57).

8.6 Schließkraft

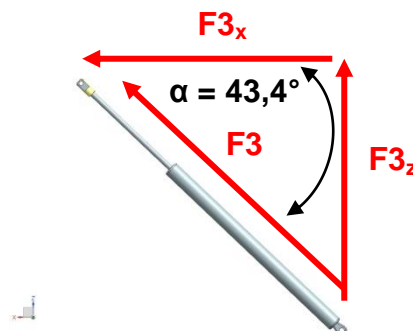


Abb. 63; Ermittlung der Horizontalkraft im ausgefahrenen Zustand

Die Kraft der Gasdruckfeder im ausgefahrenen Zustand F_3 ergibt sich aus dem gewählten Gasdruckfedersystem HY4 (siehe **9.3 Gasdruckfeder**) und beträgt 640N.

Horizontaler Anteil F_{3_x} der Kraft F_3 :

$$\cos \alpha = F_{3_x} / F_3 \longrightarrow \underline{F_{3_x}} = F_3 * \cos \alpha = 640\text{N} * \cos 43,4^\circ = \underline{465\text{N}}$$

Zugkraft um die Liege zu klappen:

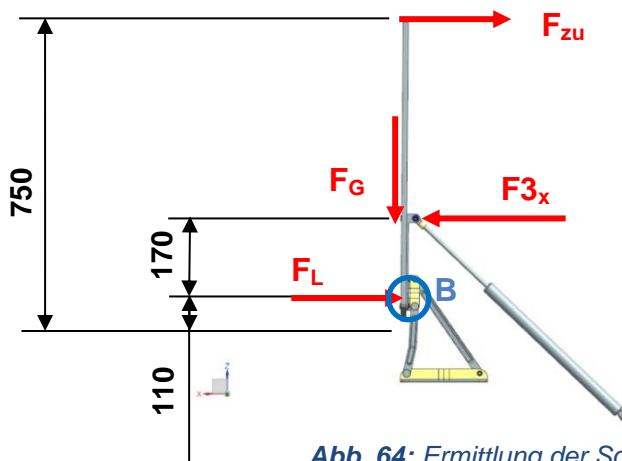


Abb. 64; Ermittlung der Schließkraft

Momentenvergleich um B:

$$F_{zu} \cdot (750\text{mm} - 110\text{mm}) - F_{3x} \cdot 170\text{mm} = 0$$

$$\underline{F_{zu}} = 465\text{N} \cdot 170\text{mm} / (750\text{mm} - 110\text{mm}) = \underline{123,5\text{N}}$$

Der Systemversuch von Mercedes-Benz ermittelte eine maximale Betätigungskraft zum Anheben der Liege von 150N für das aktuelle Konzept. Dieser Betrag wird ebenfalls für das Schließen der Liege angenommen. Somit liegt die benötigte Kraft von 123,5N, um die Liege zu schließen, unter der maximalen Betätigungskraft von 150N.

8.7 Zulässige Spannungen im Viergelenkscharnier

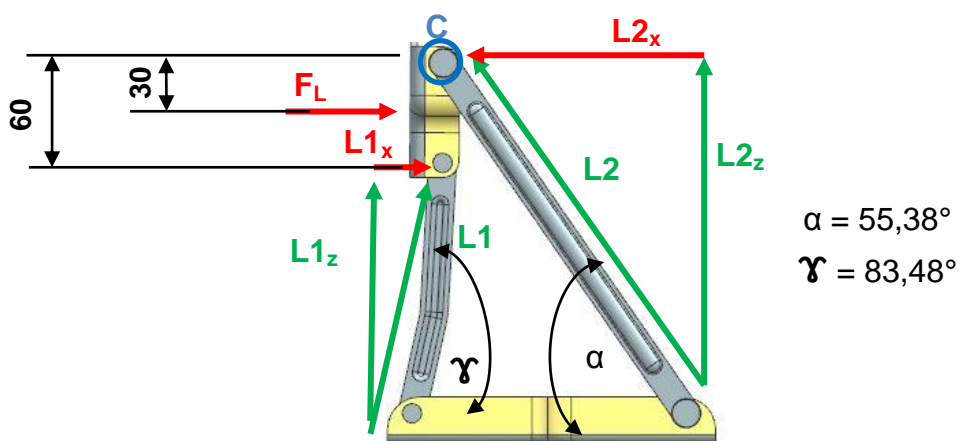


Abb. 65; Kräfteverhältnis im Viergelenkscharnier

Gleichgewicht in x-Richtung:

$$F_L + L1_x - L2_x = 0 \quad \rightarrow \quad L2_x = F_L + L1_x$$

Momentenvergleich um C:

$$F_L \cdot 30\text{mm} + L1_x \cdot 60\text{mm} = 0 \rightarrow \underline{L1_x} = -(-2225,72\text{N} \cdot 30\text{mm}) / 60\text{mm} = \underline{1112,86\text{N}}$$

$$\underline{L2_x} = -2225,72\text{N} + 1112,86\text{N} = \underline{-1112,86\text{N}}$$

$$\cos \alpha = L2_x / L2 \quad \longrightarrow \quad \underline{L2} = -1112,86\text{N} / \cos 55,38^\circ = \underline{-1958,8\text{N}}$$

$$\cos \gamma = L1_x / L1 \quad \longrightarrow \quad \underline{L1} = 1112,86\text{N} / \cos 83,48^\circ = \underline{9800,6\text{N}}$$

$$\sin \alpha = L2_z / L2 \quad \longrightarrow \quad \underline{L2_z} = -1958,8\text{N} \cdot \sin 55,38^\circ = \underline{-1611,97\text{N}}$$

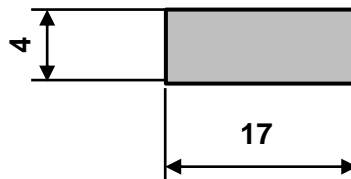
$$\sin \gamma = L1_z / L1 \quad \longrightarrow \quad \underline{L1_z} = 9800,6\text{N} \cdot \sin 83,48^\circ = \underline{9737,21\text{N}}$$

Spannungen im Lenker:

Kennwerte S315MC:

$$R_m \geq 315\text{N/mm}^2$$

$$R_e = 390-510\text{N/mm}^2$$



$$\underline{A} = 4\text{mm} \cdot 17\text{mm} = \underline{68\text{mm}^2}$$

$$\text{Länge } L1 = 154\text{mm}$$

$$\text{Länge } L2 = 261\text{mm}$$

Auftretende Spannung σ_1 im Lenker 1 (L1):

$$\underline{\sigma_1} = F / A = L1 / A = 9800,6\text{N} / 68\text{mm}^2 = \underline{144,13\text{N/mm}^2}$$

Auftretende Spannung σ_2 im Lenker 2 (L2):

$$\underline{\sigma_2} = F / A = L2 / A = 1958,8\text{N} / 68\text{mm}^2 = \underline{28,8\text{N/mm}^2}$$

Um ein Fließen des Materials zu verhindern, müssen die auftretenden Spannungen im Bauteil kleiner als die Streckgrenze R_e des Materials sein.

$$\sigma_1 < R_e \quad \longrightarrow \quad 144,13\text{N/mm}^2 < 315\text{N/mm}^2 \quad \longrightarrow \quad \text{Bedingung erfüllt}$$

$$\sigma_2 < R_e \quad \longrightarrow \quad 28,8\text{N/mm}^2 < 315\text{N/mm}^2 \quad \longrightarrow \quad \text{Bedingung erfüllt}$$

Ein Versagen des Bauteils bei einem Unfall durch Fließen ist ausgeschlossen.

8.8 Schraubenberechnung

Die folgende Schraubenberechnung zur Befestigung des Viergelenkscharniers auf dem Staukasten-Seitenteil wurde nach den Vorlesungsunterlagen aus dem Sommersemester 2012 des Prof. Dr.-Ing. Michael Jeske aus der Vorlesung „Maschinenelemente“ der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg ausgelegt. Aus diesen Unterlagen wurden alle benötigten Formeln entnommen. (**aus [6]**)

Zur Ermittlung der Schrauben wird die Bedingung benötigt, dass die Vorspannkraft F_V mindestens so groß sein muss, wie die maximale Schraubenkraft $F_{M,max}$.

$$F_V \geq F_{M,max}$$

$$F_V \geq F_{M,max} = \alpha \cdot (F_{Kerf} + (1 - n \cdot \Phi) \cdot F_A + F_Z)$$

Erforderliche Klemmkraft F_{Kerf} und der Axialkraft F_A :

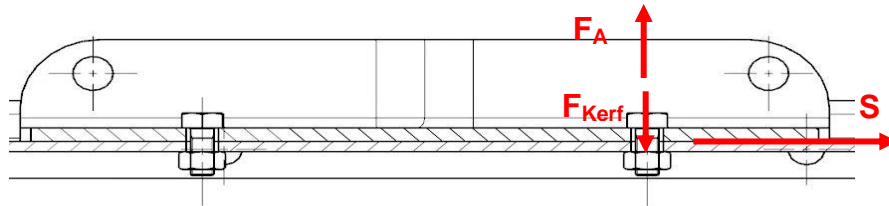


Abb. 66; Kräfte in der Schraubverbindung

$$S = L1_x = L2_x = 1112,86N \quad (\text{aus } \mathbf{8.7} \text{ Zulässige Spannungen im Viergelenkscharnier})$$

Ermittelt wird die benötigte Festigkeitsklasse der Schrauben bei der Anzahl von drei M6 Sechskantschrauben und einem Reibungskoeffizienten μ für Stahl auf Stahl von 0,4 (siehe **Tab. 5**). Zusätzlich wird eine Sicherheit von 2 für dynamische Belastungen (**aus [7]**) berücksichtigt.

Tabelle 4: Anhaltswerte für Haft- und Gleitreibung. (Nach [3]).

Stoffpaar	Haftreibungszahl μ_H		Gleitreibungszahl μ	
	trocken	geschmiert	trocken	geschmiert
Eisen – Eisen			1,0	
Kupfer – Kupfer			0,60...1,0	
Stahl – Stahl			0,40...0,70	
Chrom – Chrom			0,41	
Nickel – Nickel	0,45...0,80	0,10	0,39...0,70	0,10
Al-Leg. – Al-Leg.			0,15...0,60	
Stahl – Kupfer			0,23...0,29	
Stahl – Weißmetall			0,21	
Stahl – Grauguss	0,18...0,24	0,10	0,17...0,24	0,02...0,21
Bremsbelag – Stahl			0,50...0,60	0,20...0,50
Leder – Metall	0,60	0,20	0,20...0,25	0,12
Polyamid – Stahl			0,32...0,45	0,10
PTFE – Stahl			0,04...0,22	–
Eis – Stahl	0,027		0,014	–

Tab. 5; Anhaltswerte für Haft- und Gleitreibung **aus [2]**

$$F_{Kerf} = S * \text{Sicherheit} / (\mu * \text{Schraubenanzahl})$$

$$\underline{F_{Kerf}} = 1112,86N * 2 / (0,4 * 3) = \underline{1854,77N}$$

$$F_A = L1_z / \text{Anzahl der Schrauben}$$

($L1_z$ aus **8.7 Zulässige Spannungen im Viergelenkscharnier** mit dem größten Kraftanteil in z-Richtung, da $L1_z > L2_z$ ist)

$$\underline{F_A} = 9737,21N / 3 = \underline{3245,74N}$$

Ermittlung des Kräfteinleitungsfaktors n:

Da die Kräfteinleitung nicht genau bestimmt werden kann, ist der Kräfteinleitungsfaktor n mit 0,5 anzunehmen. (**aus [7]**)

$$\underline{n = 0.5}$$

Ermittlung des Kraftverhältnisses Φ :

Für die Ermittlung des Kraftverhältnisses Φ wird das Klemmlängenverhältnis (l_k / d) benötigt.

$$l_k = \text{Dicke Seitenteil} + \text{Dicke Aufnahme} = \underline{7\text{mm}}$$

$$d = \text{Durchmesser der Schraube} = 6\text{mm}$$

$$l_k / d = 7\text{mm} / 6\text{mm} = \underline{1,17}$$

Zusätzlich wird das Verhältnis des Druckbereiches D_A der Schraubenverbindung und dem Kopfdurchmesser d_k der Schraube benötigt.

$$D_A = \text{max. Durchmesser des Druckbereiches} = \underline{10\text{mm}}$$

(siehe rote markierter Druckbereich in **Abb. 67**)

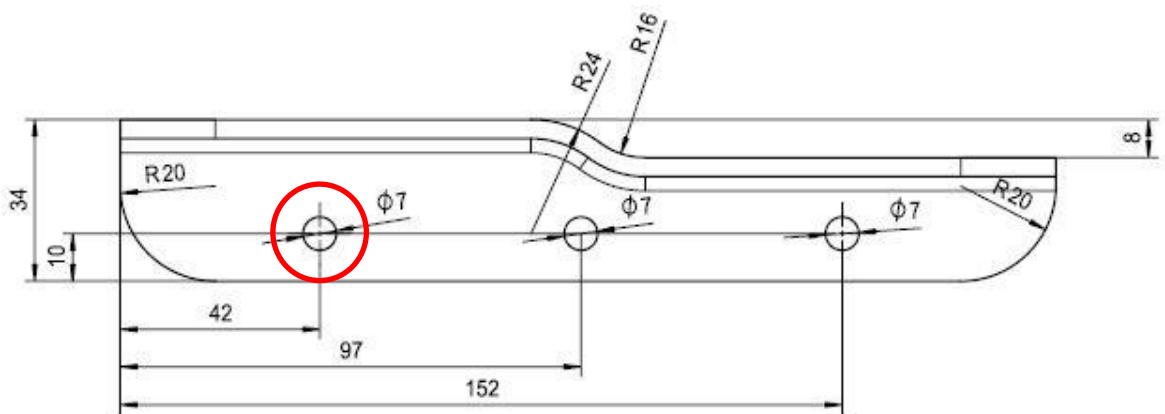


Abb. 67; Ermittlung des max. Druckbereiches der Schraubenverbindung

$$d_k = \text{Kopfdurchmesser der Schraube} = \underline{8,9\text{mm}} \quad (\text{aus [1]})$$

$$D_A / d_k = 10\text{mm} / 8,9\text{mm} = 1,12$$

$$D_A \sim 1 * d_k$$

Anhand des Nomogramms für das Kraftverhältnis kann der Wert des Kraftverhältnisses Φ ermittelt werden. (siehe **Abb. 68**)

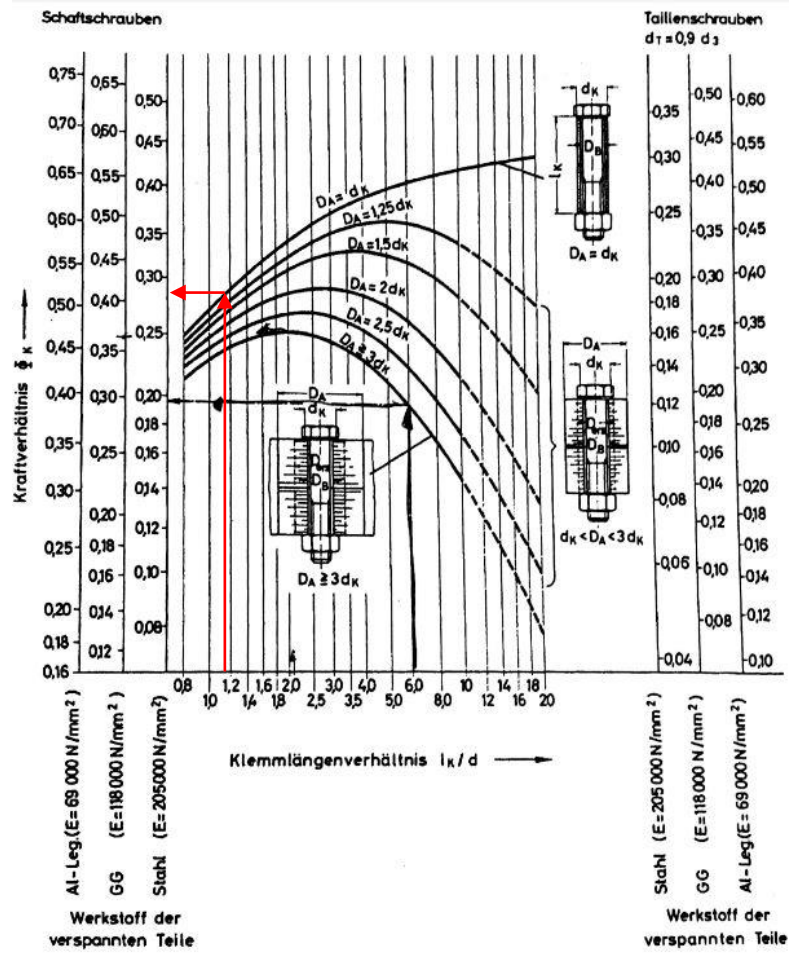


Abb. 68; Nomogramm des Kraftverhältnisses aus [6]

Für das Kraftverhältnis Φ kann für den Werkstoff Stahl ein Wert von 0,285 ermittelt werden.

$\Phi = 0,285$

Ermittlung der Vorspannkraft durch Setzen F_z :

$F_z = f_z \cdot (\Phi / \partial_p)$

Der Setzbetrag f_z ergibt sich aus der Anzahl der Trennfugen und dem Setzbetrag des Gewindes. (siehe Tab. 6)

$f_z = 3,0\mu\text{m} + 2 \cdot 3,0\mu\text{m} + 2,0\mu\text{m}$

$f_z = 11\mu\text{m}$

Tabelle 6: Setzbetrag f_z abhängig von Oberflächenbeschaffenheit und Anzahl der Trennfugen.

Oberfläche	Belastung	Setzbetrag f_z in μm		
		im Gewinde	je Kopf oder Mutterauflage	je Trennfuge
$R_z < 10$	Zug/Druck	3,0	2,5	1,5
	Schub	3,0	3,0	2,0
$10 \leq R_z < 40$	Zug/Druck	3,0	3,0	2,0
	Schub	3,0	4,5	2,5
$40 \leq R_z < 160$	Zug/Druck	3,0	4,0	3,0
	Schub	3,0	6,5	3,5

Tab. 6; Setzbeträge aus [2]

Die Nachgiebigkeit δ_p wird anhand des Nomogramms für die Nachgiebigkeit ermittelt.

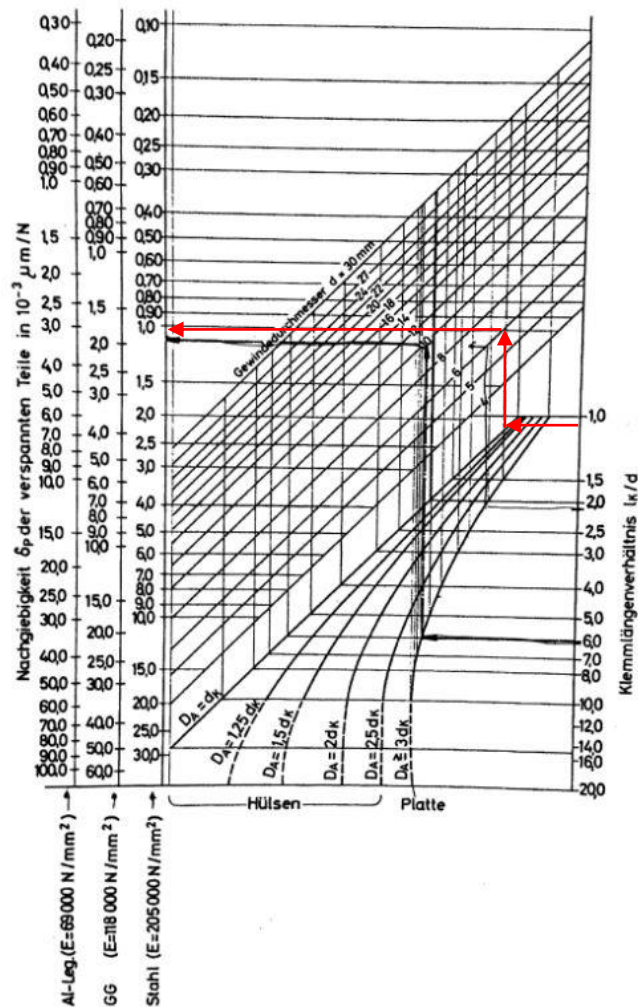


Abb. 69; Nomogramm der Nachgiebigkeit aus [6]

Für die Nachgiebigkeit δ_p kann für den Werkstoff Stahl ein Wert von 1,0 abgelesen werden.

$$\delta_p = 1,0 \mu\text{m}/\text{N}$$

$$F_z = 11 \mu\text{m} * (0,285 / 1,0 \mu\text{m}/\text{N}) = \underline{3,14 \text{N}}$$

Ermittlung der max. Schraubkraft $F_{M,max}$:

$$F_V \geq F_{M,max} = \alpha * (F_{Kerf} + (1 - n * \Phi) * F_A + F_z)$$

mit $\alpha = 1,6$ (für Anzugsdrehmoment mit Drehmomentenschlüssel)

$$F_V \geq 1,6 * (1854,77 \text{N} + (1 - 0,5 * 0,285) * 3245,74 \text{N} + 3,14 \text{N})$$

$$F_V \geq 7425,81 \text{N}$$

$$\underline{F_V \geq 7426 \text{N}}$$

Damit die Schraubverbindungen bei einem Unfall halten, muss die Vorspannkraft einer M6 Schraube größer als 7426N betragen. Somit muss für diese Schrauben eine Festigkeitsklasse 8.8 gewählt werden (siehe **Tab. 7**).

Tabelle 3: Zulässige Vorspannkraft und Anziehmomente für Regelschrauben (nach DIN 2230).

Gewinde	Montagevorspannkraft F_V für unterschiedliche Reibwerte μ im Gewinde						Anziehmoment M_A mit Gewindereibung $\mu = 0,12$					
	F_V in $10^3 \cdot N$ für $\mu = 0,1$			F_V in $10^3 \cdot N$ für $\mu = 0,2$			M_A in Nm mit $\mu_K = 0,1$			M_A in Nm mit $\mu_K = 0,2$		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M4	4,5	6,7	7,8	3,9	5,7	6,7	2,6	3,9	4,5	4,1	6,0	7,0
M5	7,4	10,8	12,7	6,4	9,4	11,0	5,2	7,6	8,9	8,1	11,9	14,0
M6	10,4	15,3	17,9	9,0	13,2	15,5	9,0	13,2	15,4	14,1	20,7	24,2
M8	19,1	28,0	32,8	16,5	24,3	28,4	21,6	31,8	37,2	34,3	50,3	58,9
M10	30,3	44,5	52,1	26,3	38,6	45,2	43	63	73	68	100	116
M12	44,1	64,8	75,9	38,3	56,3	65,8	73	108	126	117	172	201
M14	60,6	88,9	104,1	52,6	77,2	90,4	117	172	201	187	274	321
M16	82,9	121,7	142,4	72,2	106,1	124,1	180	264	309	291	428	501
M18	104	149	174	91,0	129	151	259	369	432	415	592	692
M20	134	190	223	116	166	194	363	517	605	588	838	980
M22	166	237	277	145	207	242	495	704	824	808	1151	1347
M24	192	274	320	168	239	279	625	890	1041	1011	1440	1685
M27	252	359	420	220	314	367	915	1304	1526	1498	2134	2497
M30	307	437	511	268	382	447	1246	1775	2077	2031	2893	3386

Tab. 7; Zulässige Vorspannkraft und Anziehmomente für Regelschrauben aus [2]

8.9 Schweißnahtberechnung

In der Konstruktion ist eine Schweißverbindung vorgesehen. Es werden zwei Halter für die Gasdruckfeder an die Aufnahme für den Liegengrundträger angeschweißt. Durch die auftretenden Belastungen bei einem Unfall muss ein Versagen der Schweißverbindung ausgeschlossen werden und entsprechend ausgelegt werden.

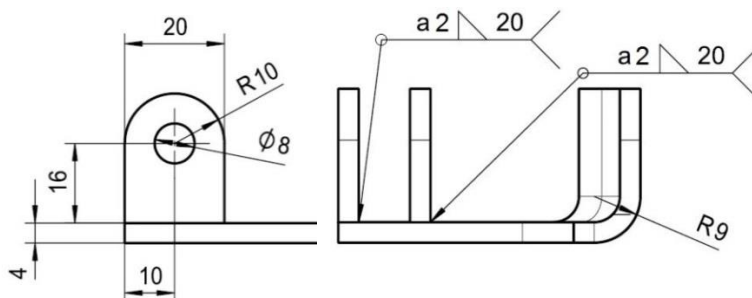


Abb. 70; Schweißbedingung an der Aufnahme vom Viereckenscharnier

Schweißnahtnachweis nach DIN 18800:

Für den Schweißnahtnachweis werden die Formeln **aus [7]** verwendet und eine Wurzelnahthöhe a von 2mm betrachtet.

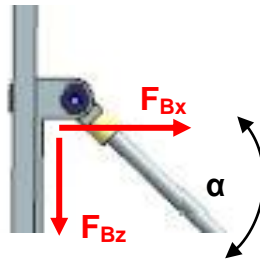


Abb. 71; auftretende Kräfte in der Schweißnaht

$$F_{Bx} = 6208,58N$$

$$F_{Bz} = \sin \alpha * F_B = \sin 43,4^\circ * 8545N = 5871,16N$$

$$\sigma_W \geq \sigma_V \quad \text{mit} \quad \sigma_V = \sqrt{(\sigma_{ZD}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$$

$$\sigma_{ZD} = F_{Bx} / (a * l) = 6.208,58N / (2mm * (2 * 40mm))$$

$$\underline{\sigma_{ZD} = 38,8N/mm^2}$$

$$\tau_{\perp} = F_{\perp} / (a * l)$$

$$\underline{\tau_{\perp} = 0} \quad (\text{da } F_{\perp} = 0)$$

$$\tau_{\parallel} = F_{Bz} / (a * l) = 5871,16N / (2mm * 2 * 40mm)$$

$$\underline{\tau_{\parallel} = 36,69N/mm^2}$$

$$\underline{\sigma_V = 53,4N/mm^2}$$

$$\sigma_W = a_W * R_e / (y_M * \text{Sicherheit})$$

$$\underline{a_W = 0,8}$$

Für nicht durchgehende Nähte für S355, da S315 zwischen den Kennwerten liegt und für $a_W \geq 0,8$ der kleinste Wert betragen kann.

(aus **Tab. 8**)

Sicherheit = 1,5 (für veränderliche Belastung **aus [7]**)

Nahtart	Nahtgüte	Belastung	$a_w - (\sigma_w)$	
			S 235	S 355
durchgeschweißte Nähte	alle Nahtgüten	Druck	1,0 (218)	1,0 (327)
	Nahtgüte nachgewiesen	Zug		
	Nahtgüte nicht nachgewiesen			
nicht durchgehende Nähte	alle Nahtgüten	Druck - Zug	0,95 (207)	0,8 (262)
alle Nahtarten		Schub		

Tab. 8; Schweißbeiwert a_w **aus [7]**

$$R_e = 390-510N/mm^2$$

$$y_M = 1,1 \quad (\text{für abgesicherte Werkstoffwerte **aus [7]**)}$$

$$\sigma_W = (0,8 * 390N/mm^2) / (1,1 * 1,5)$$

$$\underline{\sigma_W = 283,64N/mm^2}$$

$$\underline{189,1N/mm^2 \geq 53,4N/mm^2} \quad (\text{Bedingung erfüllt!})$$

Die auftretenden Spannungen in der Schweißnaht sind kleiner als die maximal zulässigen Spannungen. Somit hält die Schweißnaht den Belastungen stand.

9. Materialeigenschaften

9.1 Trägerplatte

Der Grundträger wird aus einer Pappelsper Holzplatte gefertigt. Die Grundplatte wird durch Fräsen in die benötigte Form zugeschnitten. Für die Steifigkeitserhöhung über die Längsseite müssen Aluminiumprofile verwendet werden.

Maße (LxBxH):	2200x685x12 [mm]
Eigenschaften:	Rohdichte = 0,40-0,50 g/cm ³ mit 12-15% Holzfeuchte
Gewicht trocken:	440 kg/m ³
Druckfestigkeit:	25-40 N/mm ²
Biegefestigkeit:	52-60 N/mm ²
Phase:	Radius 1mm
Versteifungsprofile:	Aluminium EN754-2 AW6060

9.2 Viergelenkscharnier

Das Viergelenkscharnier wird aus zwei Aufnahmen, zwei unterschiedliche Lenker, vier Nietbolzen und vier Lagerschalen gefertigt. Die Lenker aus Stahl werden mit Versteifungen gegen Biegung versehen und an die jeweilige Aufnahme mit den Nietbolzen beweglich befestigt. Durch selbstschmierende Gleitlager der Firma „Federal Mogul Wiesbaden GmbH“ wird eine Gleitreibung sichergestellt.

Aufnahme:	EN 10149-1.0972 S315 MC
	Materialstärke = 4mm
	Zugfestigkeit > 315N/mm ²
Lenker:	EN 10149-1.0972 S315 MC
	Materialstärke = 4mm
	Zugfestigkeit > 315N/mm ²
Nietbolzen:	EN 10149-1.0972 S315 MC
Gleitlager:	Glyco 90

9.3 Gasdruckfeder

Anhand der berechneten Kennwerte wird das blockierbare Gasdruckfedersystem HY4 der Firma SUSPA GmbH gewählt. Da die berechneten Kennwerte für eine Seite gelten, werden zwei Gasdruckfedersysteme benötigt. Die Entriegelung der Gasdruckfedern wird durch einen Taster in der Mitte der Liege, an der Vorderkante, realisiert. Dieser Taster erzeugt über einen Bowdenzug die Auslösekraft, um die Gasdruckfeder zu entriegeln.



Abb. 72; Beispiel Gasdruckfedersystem aus [10]

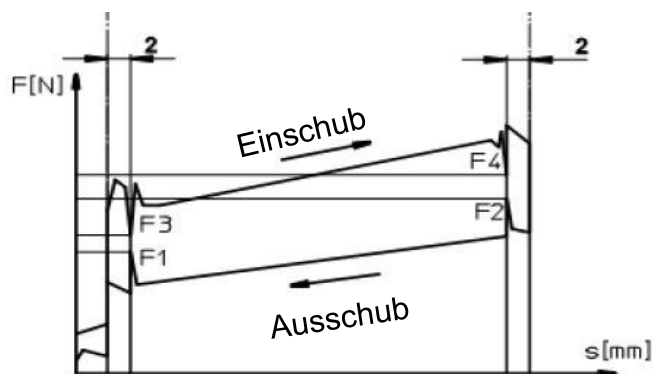


Abb. 73; Kraftverlauf einer Gasdruckfeder aus [8]

Kennwerte HY4	
Ausgefahrene Länge	660mm
Eingefahrene Länge	460mm
Progression	1,6
Ausschubkraft F2 – eingefahrener Zustand	$1,6 \cdot F1 = 960\text{N}$
Ausschubkraft F1 – ausgefahrener Zustand	600N
Einschubkraft F3 – ausgefahrener Zustand	$F4/1,6 = 640\text{N}$
Kraft F4 – einfahrender Zustand	1.025N
Blockierkraft in Zugrichtung	2.900N
Blockierkraft in Druckrichtung	10.000N

Tab. 9; Kennwerte einer Gasdruckfeder HY4 aus [8]

Für den abgebildeten Taster in der **Abb. 72** stehen keine Geometriedaten zur Verfügung. Aufgrund des benötigten Hebelarmes nimmt dieser Taster wahrscheinlich viel Bauraum ein. Aus diesem Grund kann eine flachere Variante (siehe **Abb. 74**) gewählt werden.



Abb. 74; Flache Variante des Entriegelungstasters aus [10]

9.4 Rückhaltesystem

Um eine Fixierung der Bettwäsche zu gewährleisten, ist das Rückhaltesystem mit einem Zusatzgurt und einer Öse zu versehen. Zusätzlich muss ein Halter auf dem Grundträger befestigt werden, um die Bettwäsche vorzuspannen. Dadurch können die Bettwäsche und weitere Gegenstände auf der Liege fixiert werden. Hierdurch wird eine Komfortsteigerung erzielt, da dieser Mechanismus mit einer Hand zu bedienen ist.



Abb. 75; Rückhaltesystem Mercedes-Benz

9.5 Bettwäsche

Die Belüftung der Bettwäsche ist durch einen Abstand zur Rückwand vorzusehen. Durch die Luftzirkulation innerhalb des Fahrerhauses sollte eine ausreichende Belüftung gewährleistet sein. Für die Ermittlung des benötigten Abstandes wird die angebotene Bettwäsche aus dem Zubehör berücksichtigt.

- Einziehdecke: 1350 x 2000 x 30-50 mm Füllgewicht = 800g
- Kisseninlet: 800 x 800 x 130-150 mm Füllgewicht = 700g
- Bettbezug: 1350 x 2000 mm Gewicht = 150g/m²
- Kissenbezug: 800 x 800 x 200 mm Gewicht = 150g/m²
- Spannbettlaken: 750 x 2200 x 110 mm Gewicht = 150g/m²

Die Massen des Bettlakens, der Bettdecke und des Kissens einschließlich der jeweiligen Bezüge wurde mit einer Waage (*RHEWA 82 Comfort; geeicht bis 03.2015*) ermittelt.

	Masse in kg
Bettdecke	2,3
Kissen	0,65
Bettlaken	0,4
Gesamt	3,35

Tab. 10; Masse der Bettwäsche

Aufgrund der Breite der Bettdecke von 1350mm (*siehe Abb. 76*) muss die Decke, vor der Fixierung mit dem Rückhaltesystem, einmal gefaltet werden (*siehe Abb. 77*). Zusätzlich sollte das Kissen in der Mitte der Liege positioniert oder beiseite geräumt werden.

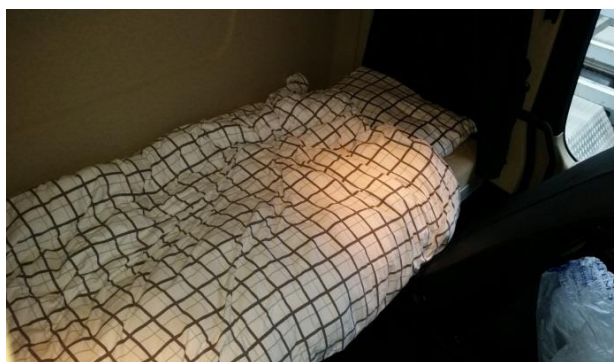


Abb. 76; Bettwäsche Standardbreite



Abb. 77; Bettwäsche einmal gefaltet

Wird das Kopfkissen auf der Bettdecke in der Mitte abgelegt, entsteht eine Höhe von ca. 200mm. Durch die Vorspannung ist es möglich, die Höhe auf ca. 90mm zu senken. Somit sollte ein Abstand zwischen der Matratze in der Senkrechtstellung und der Rückwand von 100mm eingehalten werden.



Abb. 78; Bettwäsche fixiert



Abb. 79; Abstand zur Rückwand

9.6 Matratze

Die derzeitigen Matratzenvarianten werden von den Kunden als komfortabel bewertet. Um Entwicklungskosten zu sparen werden diese Varianten nicht geändert und mit den Maßen und den Materialeigenschaften berücksichtigt.

- schwer entflammbar nach DBL 5307.10
- Emissionsanforderungen für Fahrzeuginnenraum-Materialien nach DBL 8585
- Matratzenmaße (LxBxH): 2200x750x110 [mm] (Radius Kante 10mm)
- Gewicht mit Bezug: Comfort-Matratze = 5,8 kg
Premium-Matratze = 10,6 kg



Abb. 80; *Comfort-Matratze Mercedes-Benz*



Abb. 81; *Premium Comfort-Matratze Mercedes-Benz*

10. Konstruktion

Die Konstruktionen der Bauteile wurden mit Siemens NX9 durchgeführt.

10.1 Strukturbaum in Siemens NX9

Die Konstruktionen müssen nach den Vorgaben von Mercedes-Benz durchgeführt werden. Hierzu muss der Strukturbaum zur Bearbeitung eingehalten werden.

Dieser Strukturbaum sieht vor, dass die Skizzen, Geometrien und die Bearbeitungsschritte in den jeweiligen Ordnern erzeugt werden.

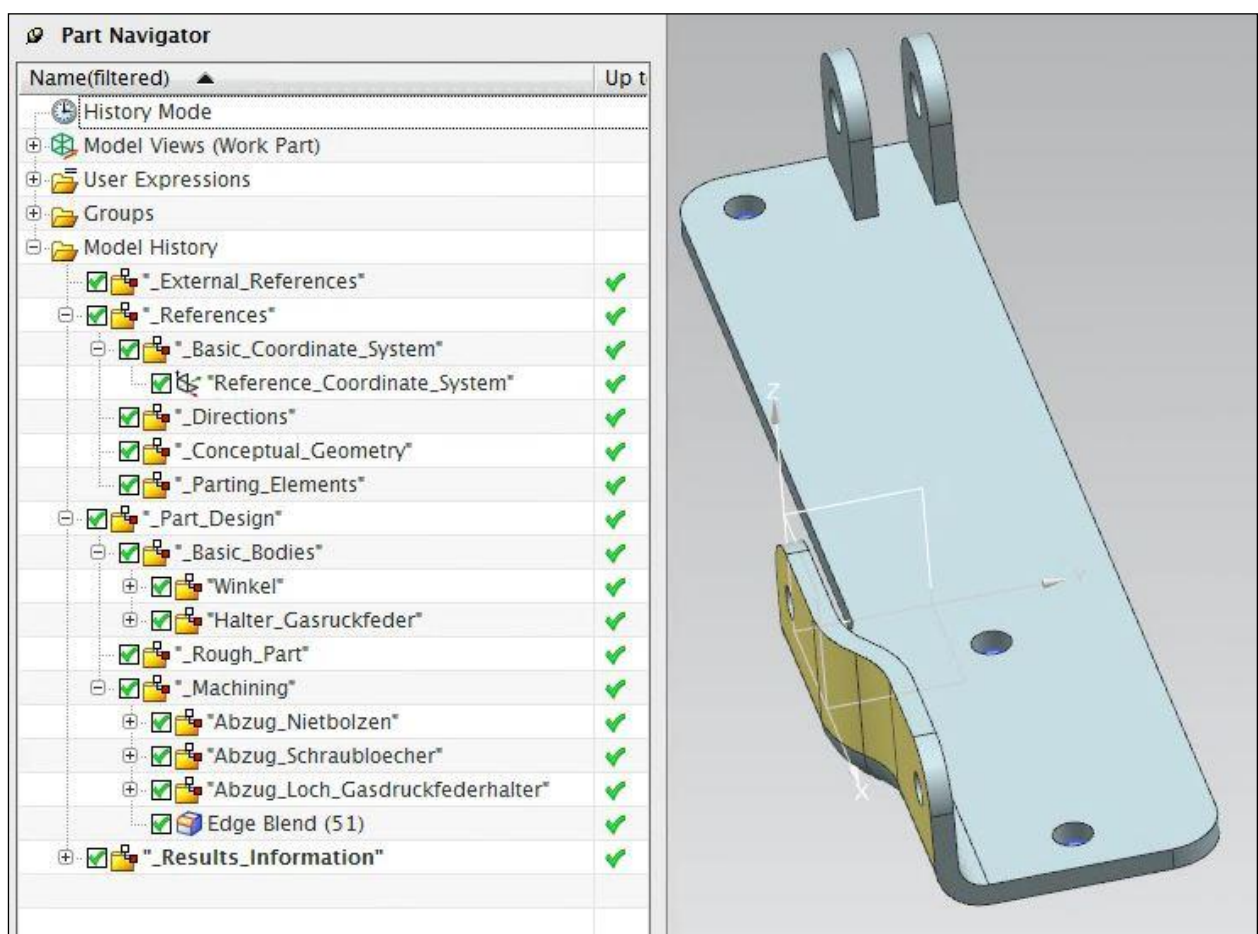


Abb. 82; Strukturbaum am Beispiel der Aufnahme an der Liege

Die Grundgeometrie wird in dem Ordner „Basic_Bodies“ erzeugt. Die weiteren Bearbeitungsschritte, wie das Bohren von Löchern und das Verrunden von Kanten wird im Ordner „Machining“ abgelegt.

10.2 Konstruktion der Einzelteile

In der folgenden Konstruktionsbeschreibung werden die Bearbeitungsschritte für ein Bauteil erläutert.

Die Aufnahme des Viergelenkscharniers auf dem Staukasten-Seitenteil wird aus einem ebenen 4mm starken Blech gestanzt und anschließend mit einer Presse gebogen. Dadurch kann ein Versatz der Flanken zueinander von 8mm erzeugt werden (siehe **Abb. 83**). Anschließend werden die Bohrungen mit einem Durchmesser von 6mm für die Lenkerbefestigungen und 7mm für die Befestigungsschrauben vorgenommen. Diese Aufnahme wird mit drei M6x16 8.8 Sechskantschrauben (siehe **Abb. 89**) auf dem Seitenteil des Staukastens befestigt.

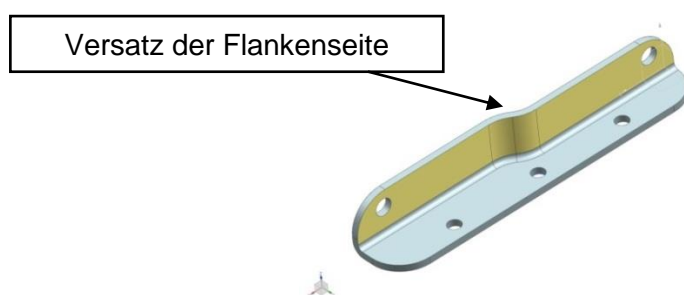


Abb. 83; Aufnahme Viergelenkscharnier auf dem Staukasten-Seitenteil

Die Aufnahme des Viergelenkscharniers auf der Unterseite der Liege wird ebenfalls aus einem ebenen 4mm starken Blech gestanzt und anschließend mit einem Presswerkzeug gebogen, um einen Versatz von 8mm zu erzeugen. Zusätzlich wird der Anbindungspunkt der Gasdruckfeder in die Aufnahme integriert. Dadurch wird eine größere Auflagefläche geschaffen, um die Kräfte bei einem Unfall besser abzuleiten und die Anzahl der Bauteile zu verringern. Dieser Anbindungspunkt wird durch zwei gleich ausgeführte Bauteile gebildet und am Ende der Aufnahme angeschweißt. Anschließend werden die Bohrungen für die Lenker von 6mm und für die Befestigungsschrauben von 7mm vorgenommen. Diese Aufnahme wird am Liegengrundträger mit drei M6x14 8.8 Zylinderschrauben mit Innenvielzahn und Einsteckmuttern befestigt (siehe **Abb. 88** und **Abb. 89**).

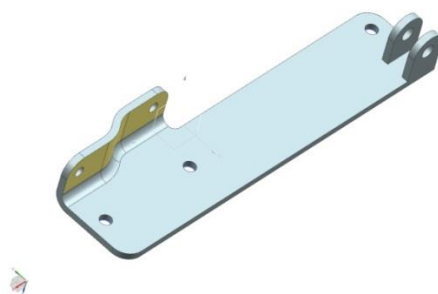


Abb. 84; Aufnahme Viergelenkscharnier auf der Unterseite der Liege

Die beiden Lenker des Viergelenkscharniers werden aus einem ebenen 4mm starken Blech zugeschnitten und mit einer Rundsicke versteift, um ein Knicken zu vermeiden. Der Lenker 1 wird mit einem Winkel von $9,3^\circ$ zugeschnitten, um eine Kollision des Liegengrundträgers mit dem Lenker zu verhindern. Anschließend werden die Bohrungen mit einem Durchmesser von 10mm mit einer Toleranz H7 hinzugefügt, da beide Lenker jeweils mit zwei Nieten und zwei Gleitlagern an den Aufnahmen befestigt (siehe **Abb. 87** und **Abb. 89**) werden und eine Gleitreibung ohne Spiel gewährleistet werden muss.



Abb. 85; Lenker 1 des Viergelenkscharniers



Abb. 86; Lenker 2 des Viergelenkscharniers

Der Lenker wird mit dem Niet und dem Gleitlager an der Aufnahme drehbar befestigt. Daher muss eine Gleitreibung gewährleistet werden. Durch die Materialstärke des Gleitlagers und der benötigten Gleitreibung ohne Spiel müssen Toleranzen eingehalten werden. Somit muss der Befestigungsniet im Bereich des Gleitlagers ein Durchmesser von 8mm mit einer Toleranz von f7 aufweisen. Die Befestigungsnieten und die Gleitlager vom Typ „Glyco90“ sind Zukaufteile und wurden lediglich für die Simulation anhand der Herstellerangaben nachempfunden. Aus diesem Grund wird die Konstruktion nicht weiter erläutert.

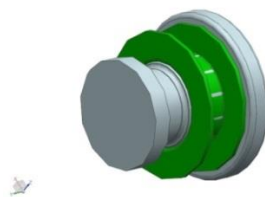


Abb. 87; Befestigungsniet mit Gleitlager (grün) Glyco 90 des Herstellers "Federal-Mogul Wiesbaden GmbH"



Abb. 88; M6x14 8.8 Schraube und Einsteckmutter für den Grundträger zur Befestigung der Aufnahme

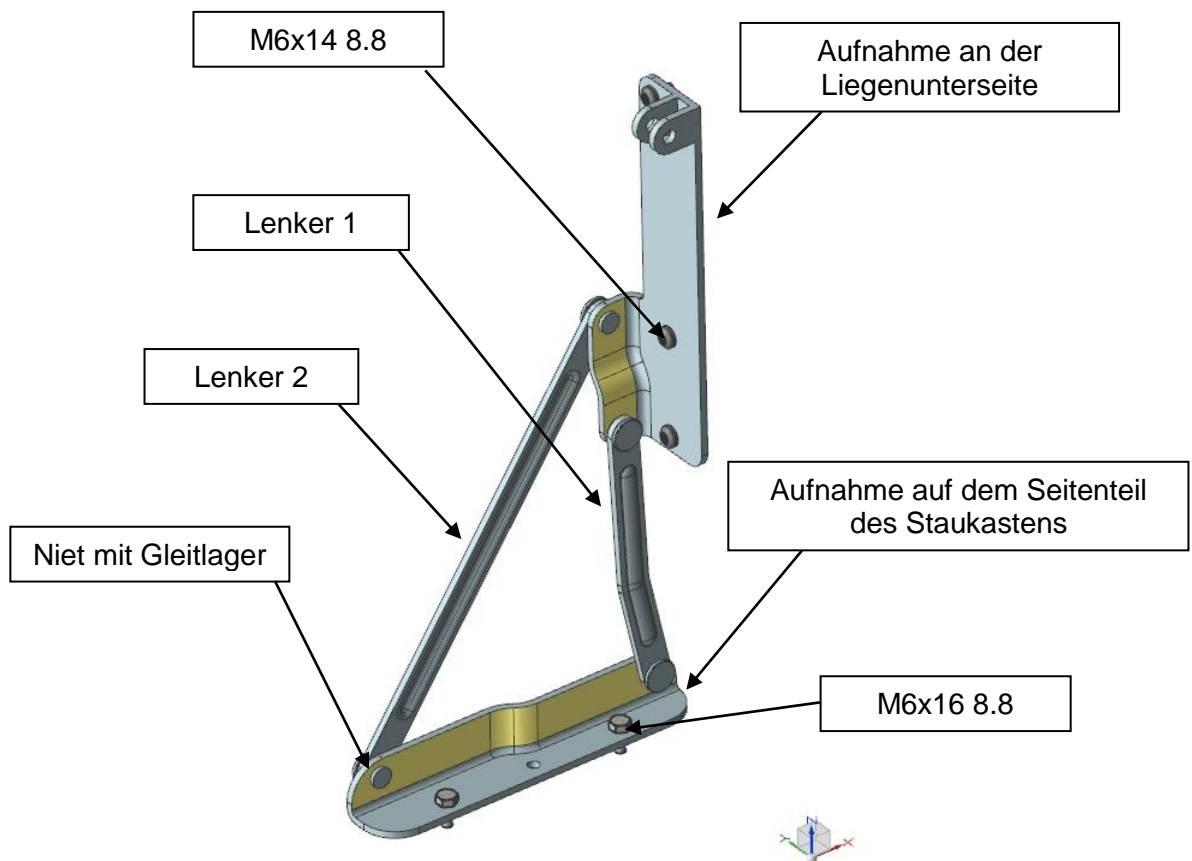


Abb. 89; Zusammenbau des Viergelenkscharniers

Der Grundträger der Liege wird aus einer Pappelsperrholzplatte zugeschnitten und mit den Befestigungsbohrungen mit einem Durchmesser von 9mm versehen. Anschließend werden alle Anbauteile, wie zum Beispiel die Versteifungsprofile, montiert. Die Versteifungsprofile, die Matratze und der Rückenhochsteller werden aus dem bestehenden Konzept übernommen, da die Liege in Bezug auf diese Bauteile von den Kunden als komfortabel bewertet wird. Die Integration des Rückenhochstellers wird nicht berücksichtigt. Diese Funktion ist für dieses Konzept kein Bestandteil und kann durch einfache Bearbeitungsschritte integriert werden.

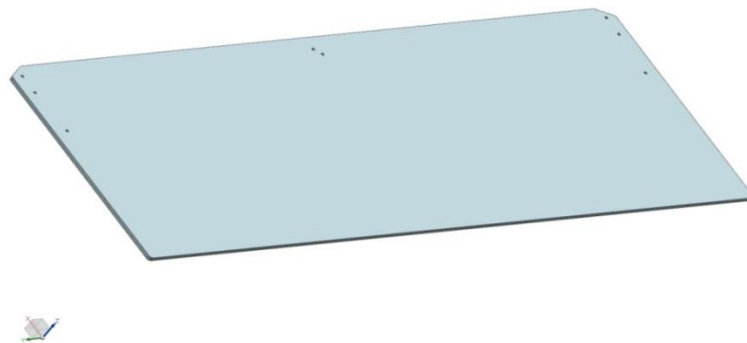


Abb. 90; Grundträger der Liege

Das Rückhaltesystem wird durch einen 380mm langen Gurt erweitert. Dieser Gurt wird an das Rückhaltesystem in der oberen Ecke angenäht. Um eine Arretierung und Vorspannung der Bettwäsche zu gewährleisten, werden eine Öse und ein 100mm langes Klettband integriert (siehe **Abb. 92**). Dieses Klettband wird auf dem Gurt angenäht. Die Öse wird aus einem 4mm starken Rundstahl gebogen. Das Rückhaltesystem wird über die Bettwäsche gelegt, mit der Öse in den „Halter zur Fixierung“ auf der Rückseite der Liege eingehakt und durch den Zug am oberen Ende des Gurtes vorgespannt. Hierdurch wird die Bettwäsche auf der Matratze fixiert und ein Verrutschen verhindert.

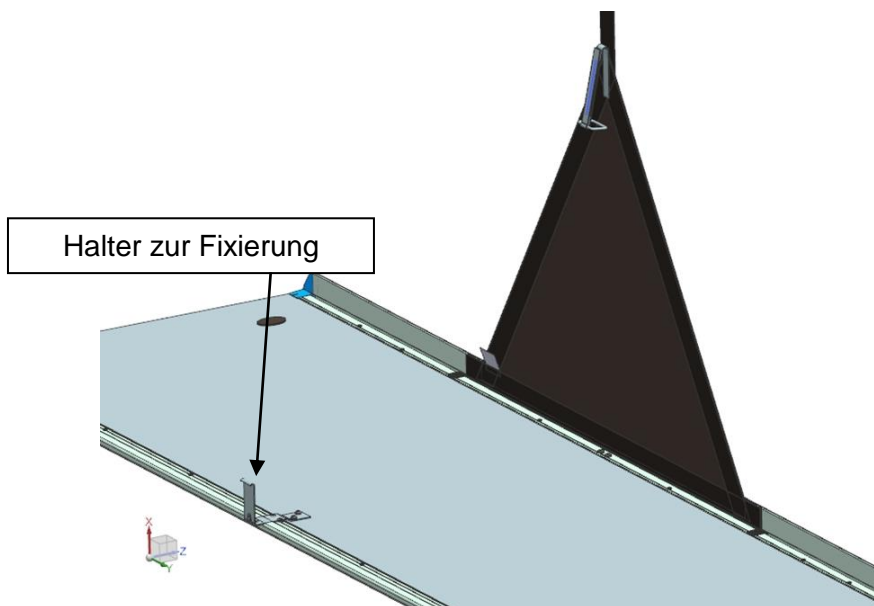


Abb. 91; Rückhaltesystem und Halter zur Fixierung der Bettwäsche

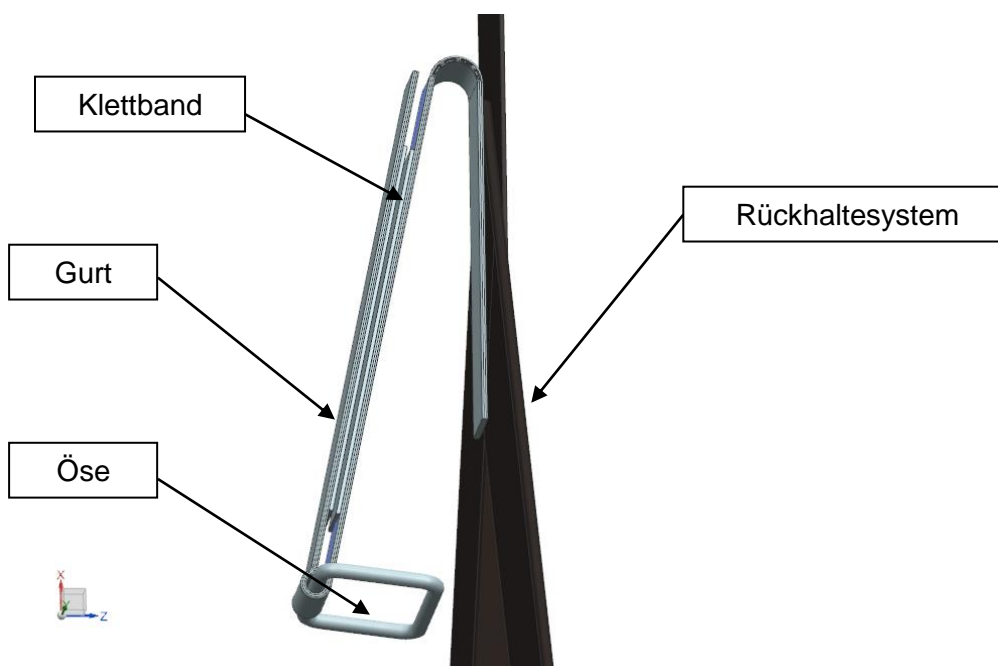


Abb. 92; Gurt mit Öse und Klettband zur Fixierung und Vorspannung der Bettwäsche

Der Halter zur Fixierung der Bettwäsche wird aus einem ebenen 2mm starken Blech gestanzt und anschließend gebogen. Um eine Kollision des Halters mit dem Versteifungsprofil an der Hinterkante der Liege zu vermeiden, wird ein Versatz von 5mm zur Befestigungsflanke eingebracht. Da beim Vorspannen der Bettwäsche sich dieser Halter verbiegen würde, wird zusätzlich eine Rundsicke hinzugefügt, um das Profil zu versteifen. Der Halter wird mit zwei M6 Schrauben auf dem Grundträger der Liege befestigt.

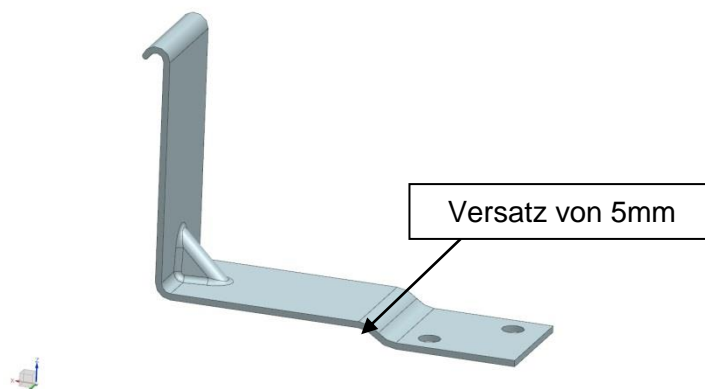


Abb. 93; Halter zur Fixierung der Bettwäsche

Die Liege kann angehoben werden ohne die Bettwäsche vorher zu fixieren und könnte dadurch herunter rutschen. Wird dann die Liege in die waagerechte Position verstellt, kann sich die Wäsche zwischen der Rückwand und der Liege verklemmen. Um diesem Problem vorzubeugen wird eine flexible Abdeckung zwischen der Liege und der Rückwand integriert. Diese Abdeckung wird als 350mm breite Stoffbahn über die gesamte Liegenlänge mit demselben Stoff des Matratzenbezuges vorgesehen. Vor der Montage des Versteifungsprofils auf der Rückseite der Liege wird die Stoffbahn mit Heftklammern auf dem Grundträger befestigt (siehe **Abb. 95**). Anschließend wird das Versteifungsprofil aufgeschoben und angeschraubt. Die Stoffbahn wird an der Rückwand mit Klettband befestigt, damit eine einfache Montage oder ein Ablösen bei einem Austausch der Liege gewährleistet werden kann.

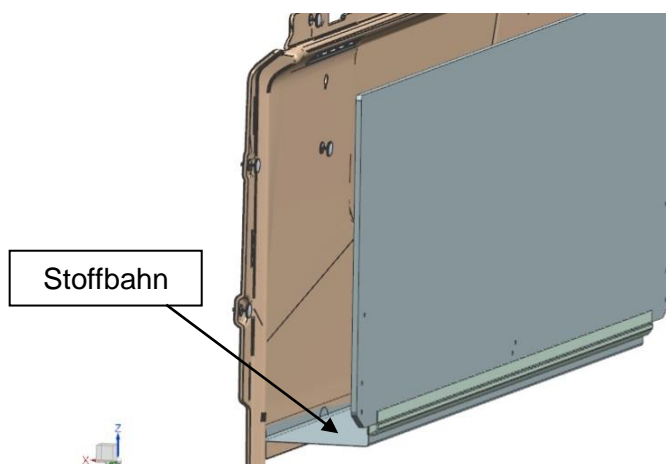


Abb. 94; Stoffbahn zwischen der Liege in der Senkrechtstellung und der Rückwand

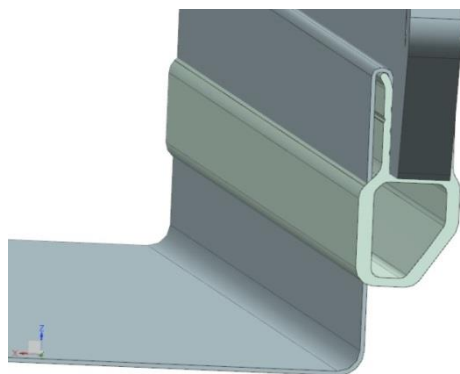


Abb. 95; *Positionierung der Stoffbahn an der Liege unter dem hinteren Versteifungsprofil*

In der **Abb. 95** ist eine Durchdringung der Stoffbahn mit dem Versteifungsprofil zu erkennen. In der Realität tritt keine Durchdringung auf, da sich die Stoffbahn um das Profil legt.

Die blockierbare Gasdruckfeder ist ein Zukaufteil von der Firma SUSPA GmbH. Die Geometriedaten der Gasdruckfeder werden für die Bauraum- und Kollisionsuntersuchung benötigt. Da keine CAD-Daten des benötigten Gasdruckfedersystems zur Verfügung stehen, wurde die Gasdruckfeder anhand der Herstellerangaben nachempfunden. Die Entriegelung der blockierbaren Gasdruckfeder und der Bowdenzug werden ebenfalls von der Firma SUSPA GmbH gestellt. Für den Taster der Entriegelung (*siehe Abb. 72*) stehen keine Geometriedaten zur Verfügung. Daher kann eine Bauraumuntersuchung für dieses Bauteil nicht durchgeführt werden.

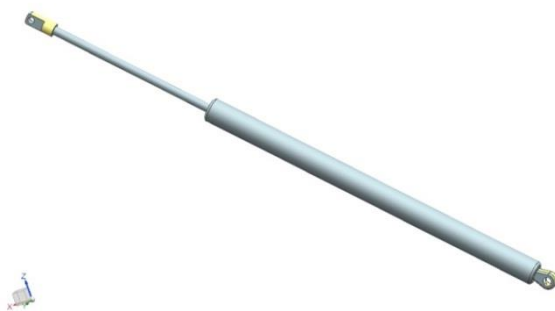


Abb. 96; *Blockierbare Gasdruckfeder HY4 im ausgefahrenen Zustand*

Der Anbindungspunkt der Gasdruckfeder an der B-Säule wurde nicht weiter betrachtet, da die Auslegung des Befestigungspunktes der Abteilung des Rohbaus überlassen wird. In der Entwicklung werden Schnittpunkte unterschiedlicher Baugruppen miteinander abgesprochen und definiert. Die Definition bezieht sich zum Beispiel auf die auftretenden Belastungen und die benötigten Koordinaten des Befestigungspunktes zum Fahrzeugkoordinatensystem. Nach der Absprache mit der Abteilung des Rohbaus wurden die gewählten Koordinaten (*siehe Abb. 55*) als machbar bestätigt. Somit kann die Position der Gasdruckfederanbindung beibehalten werden.

Das Seitenteil des Staukastens muss ebenfalls angepasst werden, da das Viereckscharnier auf dem Seitenteil montiert wird und eine Krafteinleitung gewährleistet werden muss. Die geringe Materialstärke des Seitenteils von 0,8mm beim aktuellen Konzept lässt keine Kraftaufnahme zu. Da das Viereckscharnier konstruktionsbedingt eine Höhe von 36mm aufweist, muss die Auflagefläche des Seitenteils um diesen Betrag in z-Richtung abgesenkt werden (siehe **Abb. 98**). Ansonsten könnte die vorgeschriebene waagerechte Position der Liege nicht eingehalten werden. Durch den benötigten Bauraum und die Bewegungsrichtung der Gasdruckfeder muss zusätzlich eine 32mm breite Öffnung im Seitenteil integriert werden (siehe **Abb. 97**). Das angepasste Seitenteil wird mit Schweißpunkten an denselben Stellen, wie das vorherige Seitenteil, befestigt (siehe **Abb. 104** und **Abb. 105**).

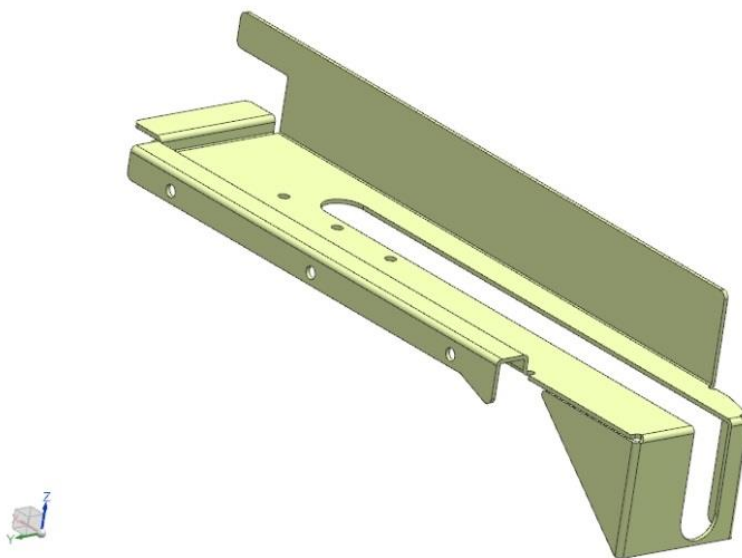


Abb. 97; *Angepasstes Staukasten-Seitenteil*

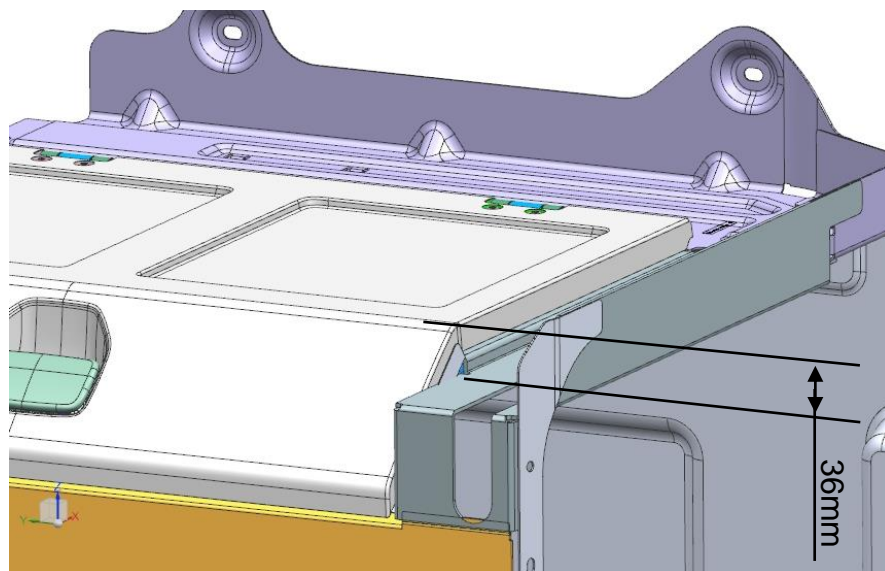


Abb. 98; *Absenkung der Auflagefläche des Seitenteils um 36mm*

Die konstruierten Bauteile werden anschließend in einem Zusammenbau dargestellt.

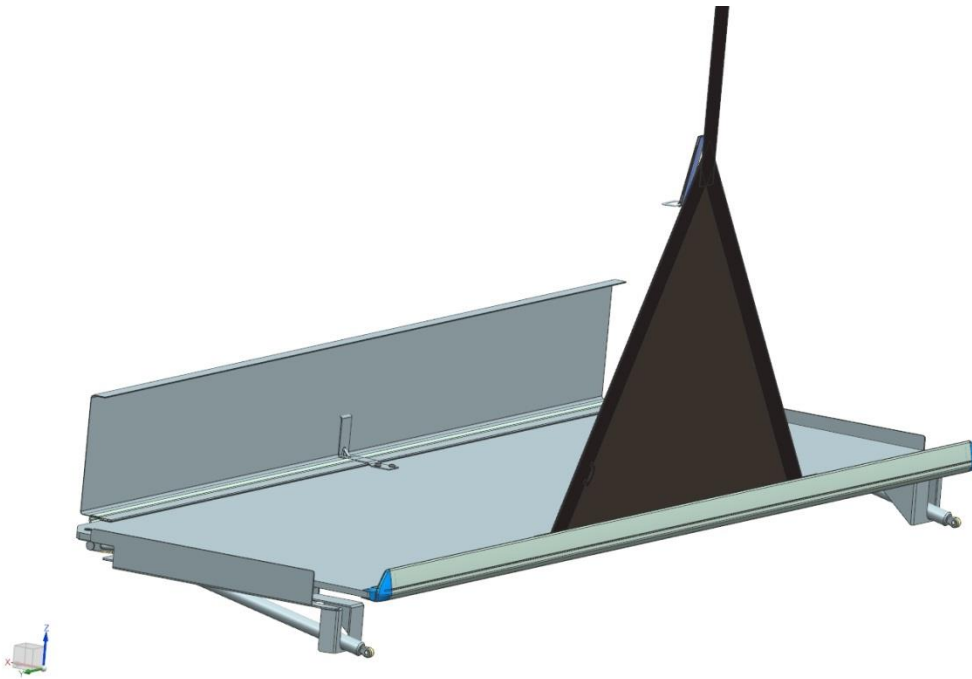


Abb. 99; Zusammenbau der Liegenkonstruktion in der waagerechten Stellung

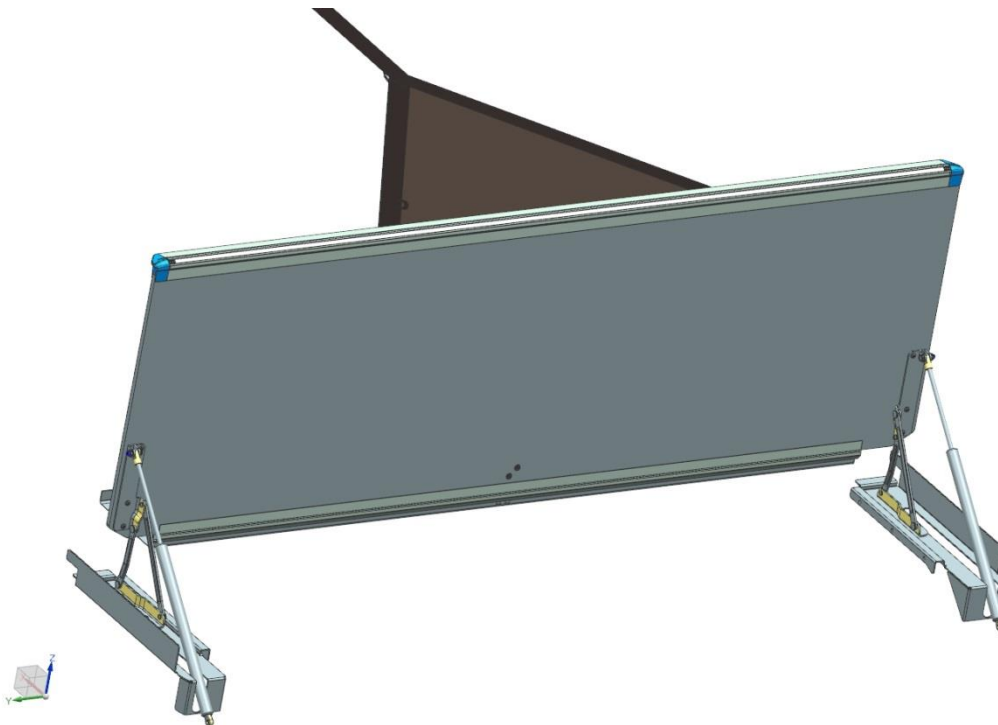


Abb. 100; Zusammenbau des Liegenkonzeptes in der senkrechten Position

10.3 Probleme der Konstruktion

Das aktuelle Konzept von Mercedes-Benz wurde mit dem Konstruktionsprogramm CATIA V5 erstellt.

Aufgrund der Umstellung der Konstruktionssoftware von CATIA V5 auf Siemens NX wurden die bestehenden Daten in einem Siemens NX9 konformen Datentyp umgewandelt, um die Bauteile nicht ein weiteres Mal konstruieren zu müssen. Diese Umwandlung kann jedoch einige Probleme bei der Änderung bestehender Bauteile bewirken.

Das Seitenteil des Staukastens in diesem Konzept muss durch die Befestigung des Viergelenkscharniers geändert werden. Die Befestigungsfläche muss um 36mm abgesenkt werden, damit die vorgegebenen Positionen der Liege eingehalten werden.

Die einfachste Variante ist, dass bestehende Seitenteil in die Ursprungsform zum ebenen Blech zu biegen und die Biegekanten neu zu definieren (*siehe **Abb. 101***). Dadurch könnten die benötigten Positionen zur Befestigung und die abgesenkte Fläche dargestellt werden. Anschließend können die Bohrungen und die Öffnung für die Gasdruckfeder integriert werden.

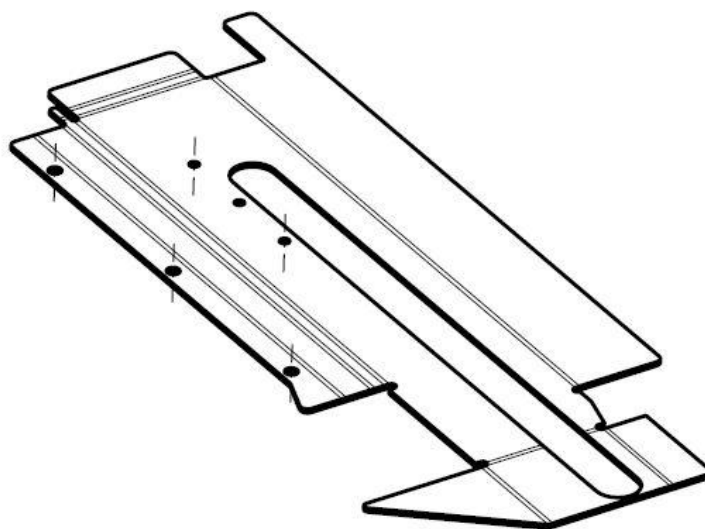


Abb. 101; Bestehendes Seitenteil als ebenes Blech mit Bohrungen und Öffnung für die Gasdruckfeder

Durch die Umwandlung der CATIA-Daten in Siemens NX konforme Daten ist die Bearbeitung in die Ursprungsform zum ebenen Blech möglich. Jedoch können die Biegekanten nicht neu definiert werden. Somit sind ein Nachbau der Blechform und das Festlegen der benötigten Biegekanten erforderlich.

10.4 Advanced Simulation (FEM)

Mit der Simulation der finiten Elemente-Methode in Siemens NX können die Spannungen, Kräfte und Verschiebungen unter den auftretenden Belastungen berechnet und angezeigt werden. Mit dieser Berechnungsmethode kann schnell und kostengünstig das Verhalten der Bauteile bewertet werden. Jedoch stellt diese Unterstützung für die Entwicklung nur einen ersten Anhaltspunkt dar. Um eine genaue Berechnung durchführen zu können, müssen alle Randbedingungen bekannt sein. In der Regel können lediglich vereinfachte Annahmen zu den Lagerbedingungen und Krafteinleitungen getroffen werden.

Das Verhalten der Bauteile des Konzeptes können nicht in einem Crash-Versuch getestet werden. Um eine Aussage treffen zu können, wird das Konzept mit Hilfe der FEM-Berechnung in Siemens NX analysiert.

In der folgenden FEM-Berechnung wird lediglich eine Seite des Zusammenbaus ohne Liegendrundträger betrachtet (*siehe Abb. 102*), um den Rechenaufwand zu minimieren. Die Berechnung in Siemens NX wird mit dem NASTRAN Solver durchgeführt.

Nach den Voreinstellungen im „Advanced Simulation-Mode“, wie zum Beispiel die Materialzuweisung, wurde der Zusammenbau mit CTETRA 10 Elementen mit einer Elementenkantenlänge von 5mm vernetzt.



Abb. 102; Vernetzter Zusammenbau einer Seite

Die Nietverbindungen der Lenker an den Aufnahmen werden durch Schraubverbindungen ohne Anzugskraft ersetzt. Dadurch ist eine Verdrehung der Lenker gewährleistet. Eine Schraubverbindung in der FEM-Berechnung wird durch eine RBE3-Spinne dargestellt. Dieses Element führt zu keiner künstlichen Versteifung des Systems und die Verschiebungen der Elementknoten zueinander werden zugelassen. Aus diesem Grund werden diese Elemente für eine gleichmäßige Krafteinleitung verwendet.

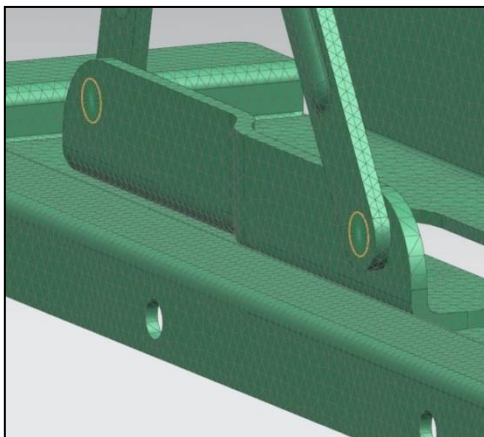


Abb. 103; RBE 3-Elemente (gelb) als Ersatz für die Nietverbindungen

Anschließend werden die Randbedingungen definiert. Das Verhalten der Bauteile dieses Konzeptes wird ohne den Staukasten betrachtet. Aus diesem Grund wird der Staukasten als starr angenommen. Dies ist bereits der erste Fehler der Simulation, da sich der Staukasten bei einem Unfall verformt. Diese Verformung wirkt sich auf das Seitenteil aus, da das Seitenteil auf allen Seiten durch Schweißpunkte auf dem Staukasten befestigt ist (siehe gelb markierte Flächen in **Abb. 104** und **Abb. 105**). Aufgrund der Annahme des starren Staukastens werden keine Verschiebungen der Befestigungsflächen zugelassen.

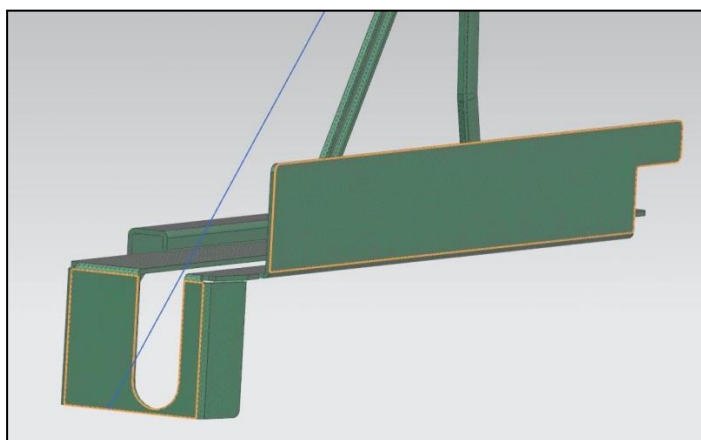


Abb. 104; Befestigungsflächen (gelb umrandet) vorne und an der Seite

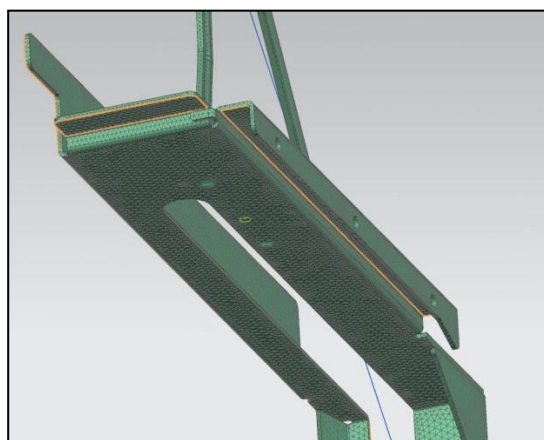


Abb. 105; Befestigungsflächen (gelb umrandet) von unten

Für den Anbindungspunkt (siehe **Abb. 106**) der blockierten Gasdruckfeder werden keine Verschiebungen in x- und z-Richtung zugelassen, da die maximale Blockierkraft der Gasdruckfeder mit 10.000N größer ist als die benötigte Blockierkraft von 8545N.

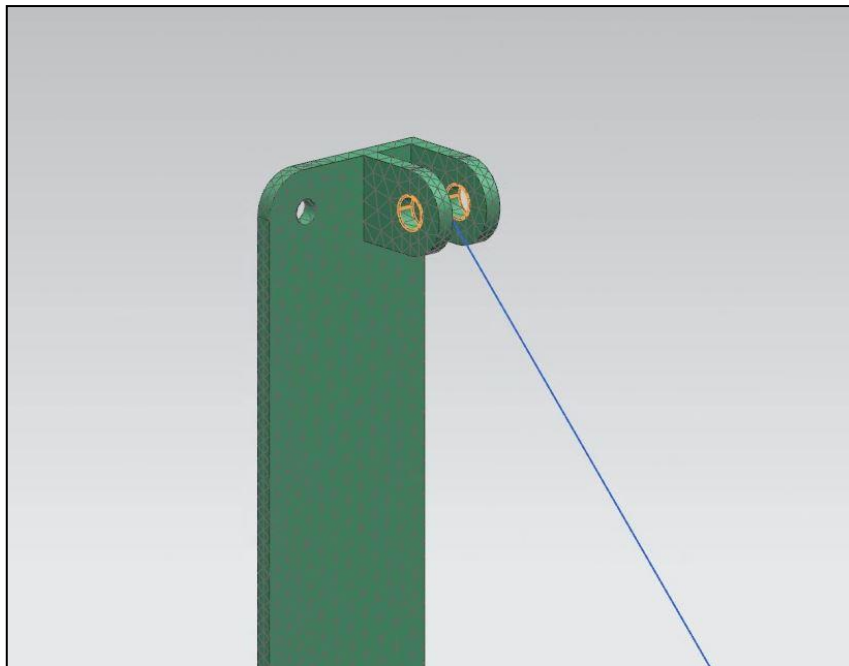


Abb. 106; Befestigungsflächen (gelb) der blockierten Gasdruckfeder

Nach der Definition der Randbedingungen werden die Kräfteinleitungen definiert. Die Kräfte bei einem Unfall für eine Seite betragen etwa 3.983N und werden von der Liege in die Aufnahme am Grundträger in negative x-Richtung eingeleitet (siehe **Abb. 107**).

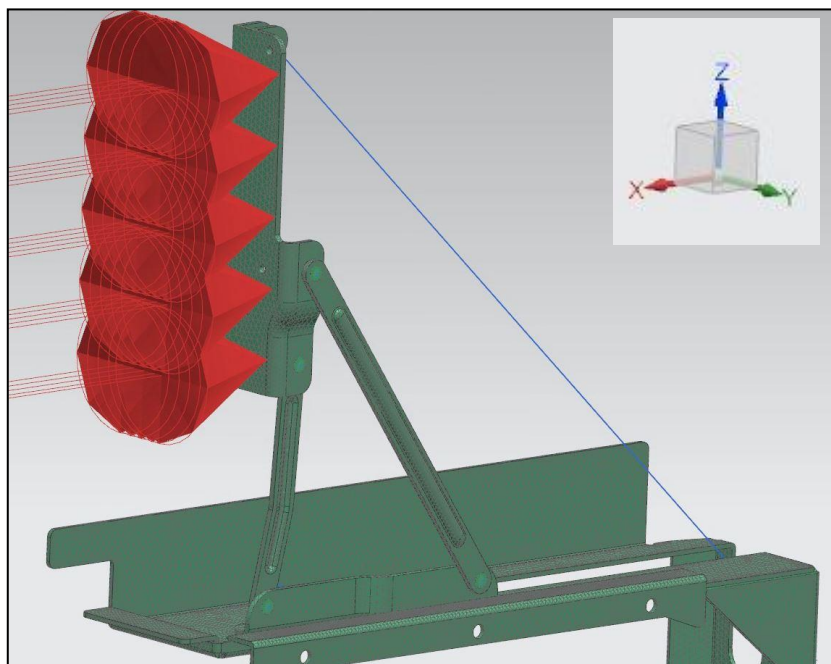


Abb. 107; auftretende Kräfte (rot) bei einem Unfall in negative x-Richtung

Nachdem alle Randbedingungen und Kräfte definiert sind, kann die Berechnung durchgeführt und mehrere Ergebnisse angezeigt werden. Um eine Bewertung der Bauteile durchführen zu können, werden die Verschiebungen und die Spannungen betrachtet.

Anhand der Verschiebungen kann eine Aussage getroffen werden, wie stark sich das System verformt. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Verschiebungen in x-, y- und z-Richtung betrachtet und bewertet.

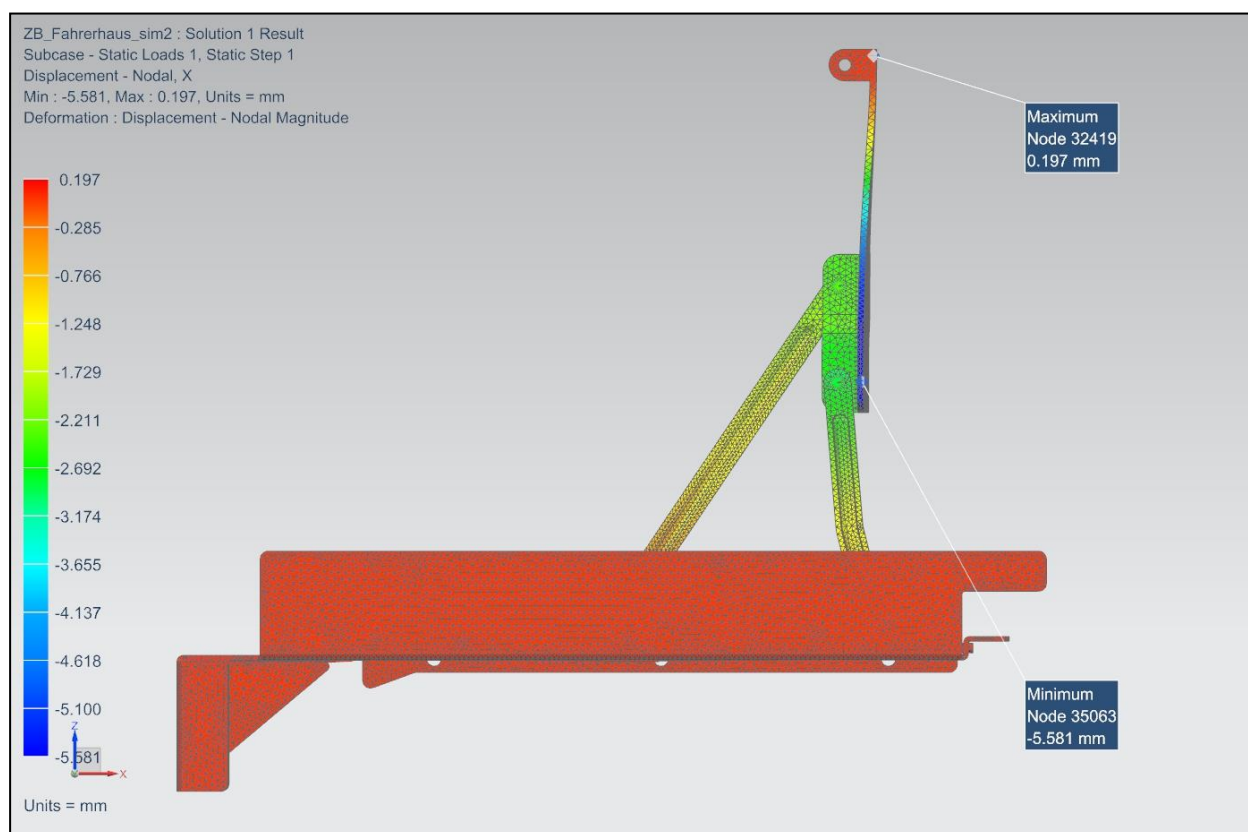


Abb. 108; Verschiebungen in x-Richtung

Die Verschiebungen in x-Richtung sind in der Aufnahme am Liegengrundträger mit 5,581mm in negative x-Richtung am Größten (siehe blau markierter Bereich in **Abb. 108**). Der Anbindungspunkt der Gasdruckfeder bewegt sich um 0,197mm in positive x-Richtung. Aufgrund dieser Verschiebungen ist eine Verdrehung der Aufnahme festzustellen.

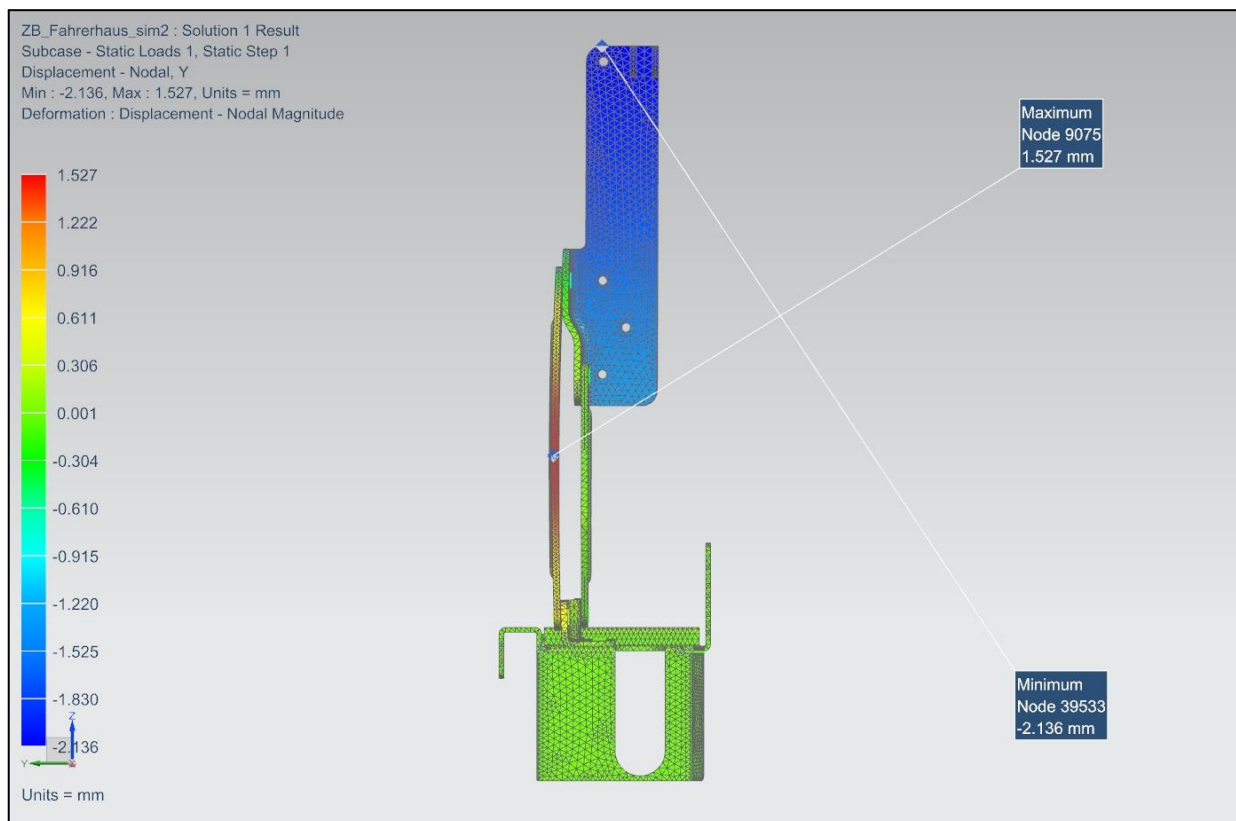


Abb. 109; Verschiebungen in y-Richtung

Die größte Verschiebung von 2,136mm tritt in negative y-Richtung am Anbindungspunkt der Gasdruckfeder auf. Dadurch kann eine Querbelastung zur Ausschubrichtung der Gasdruckfeder auftreten. Diese Belastung ist jedoch bei einer Gasdruckfeder zu vermeiden, da ein Knicken des Zylinders die Gasdruckfeder beschädigt.

Der Lenker 2 biegt sich um 1,527mm in die positive y-Richtung. Jedoch ist ein Knicken oder Versagen des Bauteils nicht festzustellen, da die Biegung im Vergleich zur Bauteillänge von 261mm gering ist.

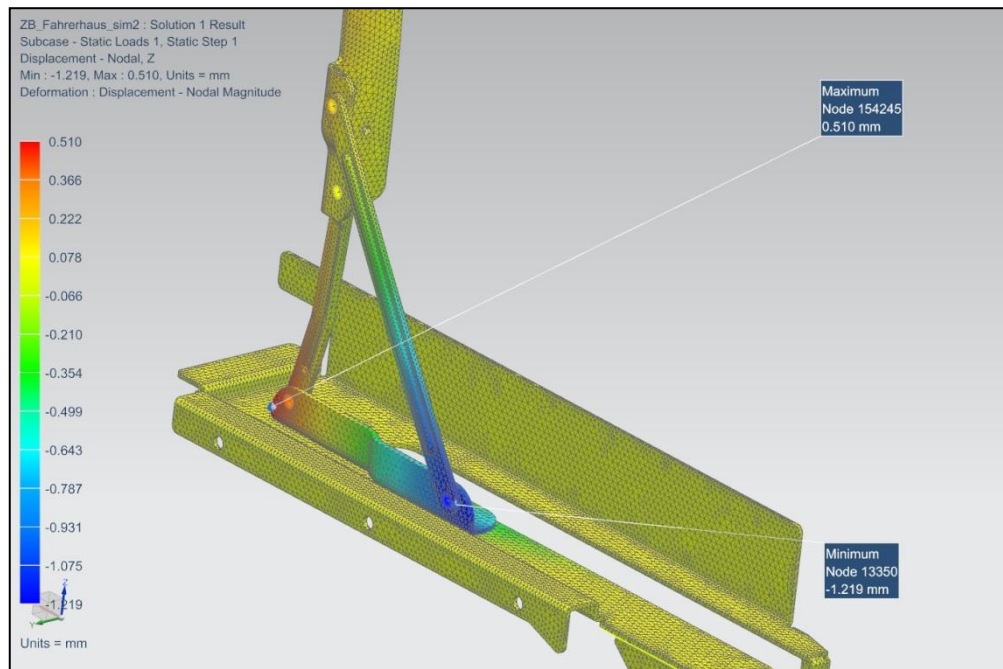


Abb. 110; Verschiebung in z-Richtung

Die Verschiebungen in z-Richtung zeigen ein Absenken der Aufnahme im vorderen Bereich um 1,219mm und ein Anheben der Aufnahme im hinteren Bereich um 0,51mm. Diese Verschiebungen der Aufnahme bewirken eine Verformung des Staukasten-Seitenteils.

Da die Aufnahme an der Liege eine Verschiebung von ca. 0,7mm in positive z-Richtung aufweist und sich der Anbindungspunkt des Lenkers 2 an der unteren Aufnahme absenkt, lässt sich eine Dehnung des Lenkers 2 vermuten.

Zur besseren Visualisierung der Verformungen werden die Verschiebungen in x-, y- und z-Richtung mit 10-facher Vergrößerung dargestellt (siehe **Abb. 111**).

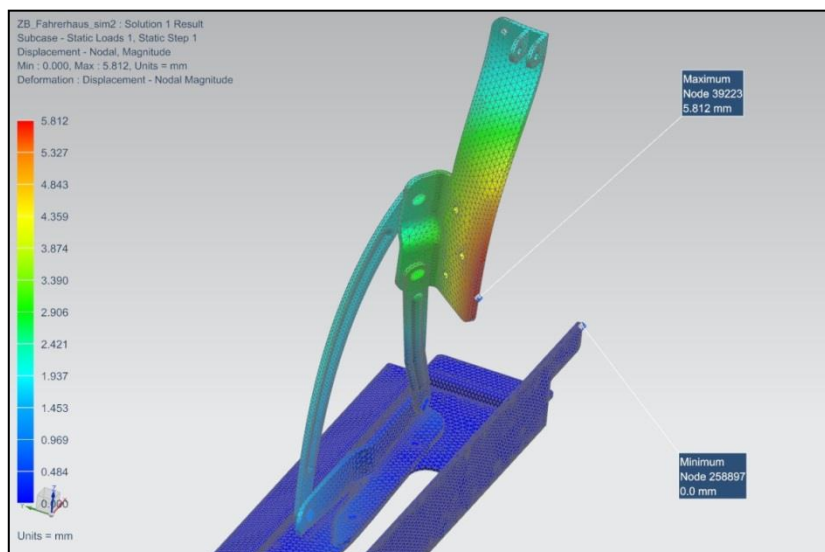


Abb. 111; Verschiebungen mit 10-facher Vergrößerung

Bei der Vergrößerung der Verschiebungen lässt sich eine Verdrillung der oberen Aufnahme und ein Verdrehen beide Lenker erkennen. Der Lenker 2 wird zusätzlich in y-Richtung verbogen.

Um die maximal zulässigen Spannungen des Werkstoffes mit den auftretenden Spannungen vergleichen zu können, werden die Vergleichsspannungen σ_v , auch „Mises-Spannung“ genannt, betrachtet.

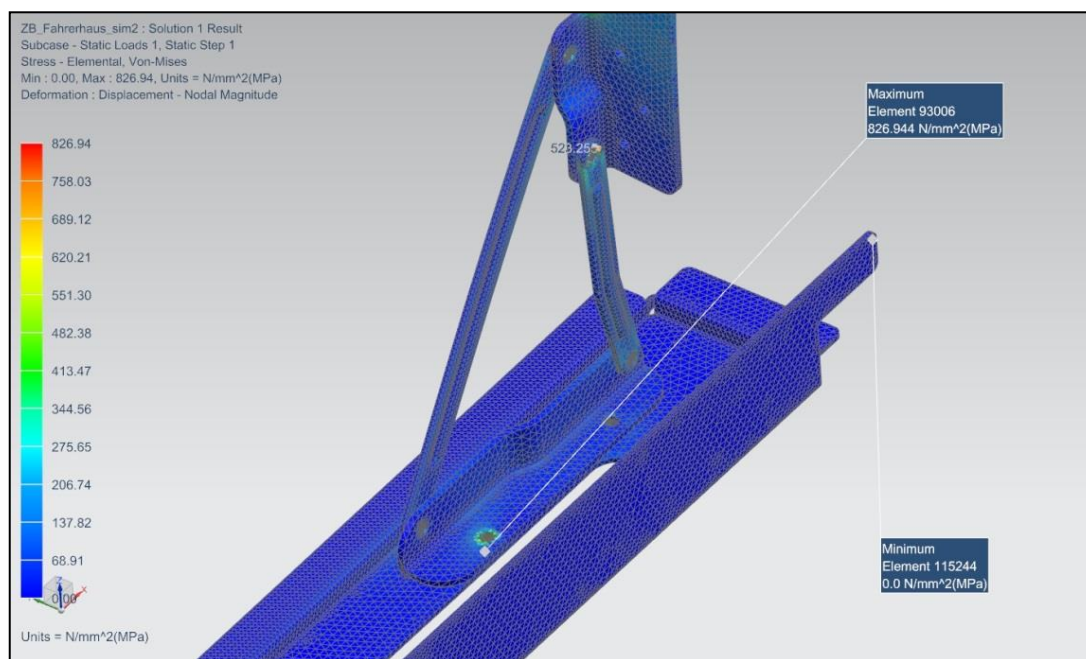


Abb. 112; Vergleichsspannungen in den Nietverbindungen

Bei der farblichen Betrachtung der Spannungen in beiden Lenkern können auftretende Spannungen von max. 150N/mm² festgestellt werden. Dieser Wert ist äquivalent den auftretenden Spannungen aus der Berechnung für Lenker 1 von etwa 144N/mm² und für Lenker 2 von etwa 29N/mm².

Die größten Vergleichsspannungen von 826,94N/mm² entstehen in der vorderen Schraubverbindung der Aufnahme. Die Spannungen in der oberen Nietverbindung des Lenkers 1 betragen 523,25N/mm² (siehe gelbliche Bereiche in **Abb. 112**). Der Werkstoff S315MC hat eine Zugfestigkeit von 390-510N/mm². Anhand dieser Kennwerte kann ein Fließen des Werkstoffes ermittelt werden. Das Material wird den Belastungen nicht standhalten. Die Schraub- und Nietverbindung könnte sich lösen oder sogar ausreißen.

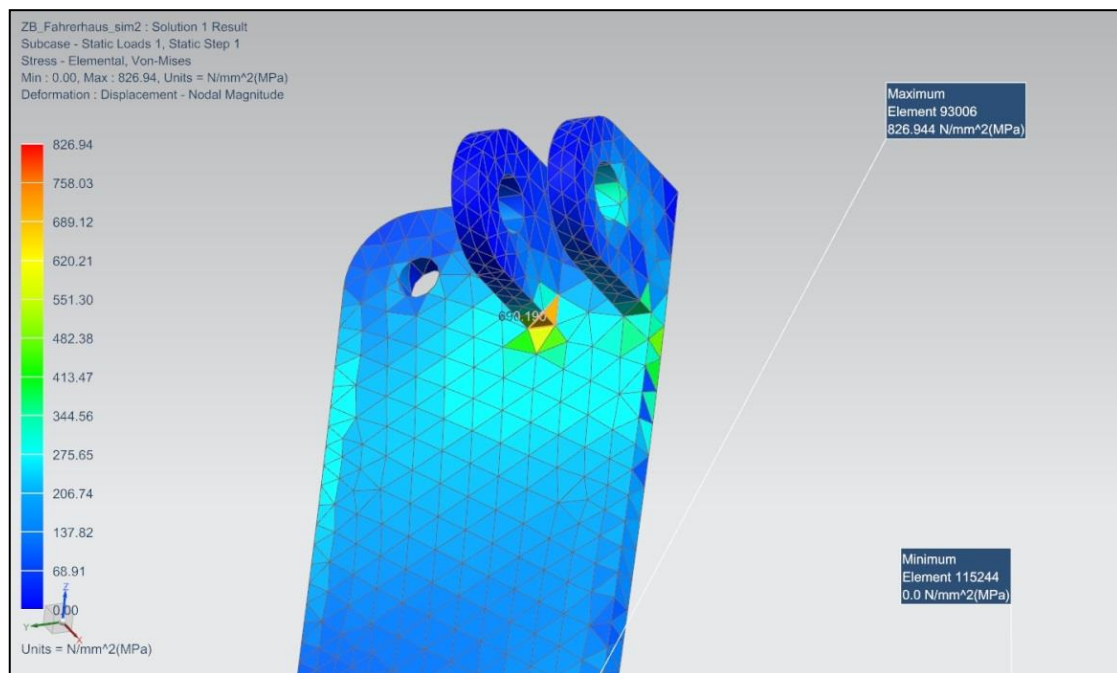


Abb. 113; Vergleichsspannungen in der Aufnahme an der Liege

Durch die Verdrillung der Aufnahme entsteht in der Verbindung des Gasdruckfederhalters mit der Grundplatte der Aufnahme eine Spannung von $690,19\text{N/mm}^2$ (siehe orange markiertes Feld in **Abb. 113**). Dies lässt ein Versagen der Verbindung vermuten, da die auftretenden Spannungen größer als die maximal zulässigen Spannungen von 510N/mm^2 sind. Jedoch wurde die Schweißverbindung nicht modelliert und dadurch können Spannungsspitzen in den Ecken entstehen.

Ergebnis der Simulation:

Anhand dieser Berechnung mit den vereinfachten Annahmen der Randbedingungen wird eine Beschädigung des Gesamtsystems des Konzeptes bei einem Unfall festgestellt. Jedoch kann für den Kunden eine Gefährdung durch das Abreißen aller Bauteile ausgeschlossen werden, da die hintere Schraubverbindung zwischen der unteren Aufnahme und dem Seitenteil standhält. Der linke Gasdruckfederhalter an der oberen Aufnahme wird durch die Belastung abreißen. Jedoch hält der rechte Gasdruckfederhalter den Belastungen stand und gewährleistet, dass die Liege gehalten wird.

Empfehlungen für die Simulation:

Falsche Randbedingungen beeinflussen die Ergebnisse und eine Aussage über das Verhalten des Systems kann nicht genau getroffen werden. Da der Staukasten als starr angenommen wurde, können die Ergebnisse fehlerhaft sein und eine Simulation des Systems mit dem Staukasten ist zu empfehlen.

Zusätzlich muss die Schweißverbindung des Gasdruckfederhalters modelliert werden, damit keine Spannungsspitzen in den Ecken entstehen.

Die Randbedingungen im Anbindungspunkt der Gasdruckfeder müssen genau definiert werden. Bei dieser Simulation wurden keine Verschiebungen für diesen Punkt zugelassen. Jedoch kann sich die blockierte Gasdruckfeder um den Anbindungspunkt an der B-Säule drehen. Daher sind Verschiebungen des Systems in x- und z-Richtung möglich (siehe **Abb. 114**).

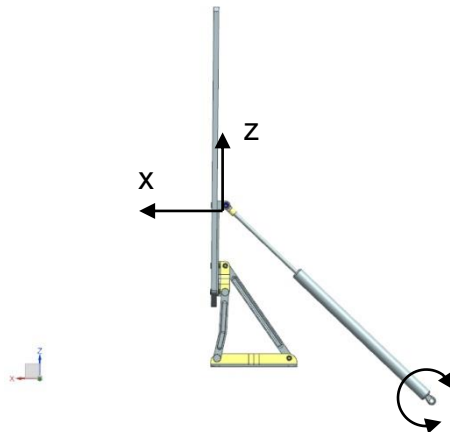


Abb. 114; Bewegung in x- und z-Richtung durch Drehung der Gasdruckfeder

Anhand dieser Ergebnisse sollte eine Optimierung des Staukasten-Seitenteils und der oberen Aufnahme des Viergelenkscharniers an den Stellen stattfinden, bei denen die auftretenden Spannungen größer als die zulässigen Spannungen sind. Eine Optimierung könnte durch eine Vergrößerung der Auflagefläche, die Verwendung von höherfesten Stählen oder durch eine Änderung der Bauteilgeometrie realisiert werden.

11. Prototyp

Ein Prototyp ist ein vereinfachtes funktionsfähiges Modell einer Konzeptentwicklung. Um die Funktion dieses Konzeptes zu testen, wurde ein Funktionsprototyp hergestellt (*siehe **Abb. 115***).



Abb. 115; Prototyp des Konzeptes

Bei diesem Prototyp wurden einige Bauteile stark vereinfacht idealisiert, da lediglich die Funktion und die Machbarkeit zu bewerten ist.

Die einzelnen Bauteile des Konzeptes wurden anhand der technischen Zeichnungen erstellt und zusammengefügt. Dabei wurden die Lenker, die obere und untere Aufnahme des Viergelenkscharniers und das Seitenteil des Staukastens nach den Anforderungen der Zeichnungen gefertigt. Die Gelenke des Viergelenkscharniers als Nietverbindungen wurden durch Schraubverbindungen vereinfacht dargestellt (*siehe **Abb. 116***).

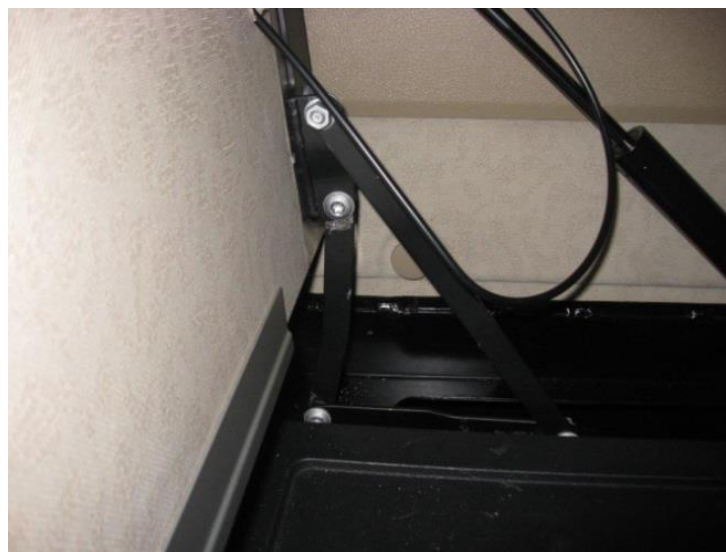


Abb. 116; Prototyp des Viergelenkscharniers

Die Anbindung der Gasdruckfeder an der B-Säule wurde vom Prototypenbau eigenständig gefertigt (*siehe Abb. 117*), da die Konstruktion dieses Anbindungspunktes der Abteilung des Rohbaus obliegt.



Abb. 117; Prototyp des Anbindungspunktes an der B-Säule

Das Fixieren der Bettwäsche mit dem Rückhaltesystem durch die Erweiterungen konnte nicht geprüft werden, da es nicht möglich war den Gurt mit der Öse innerhalb der Fertigungszeit herzustellen und zu befestigen.

Bei der Funktionsprüfung des Prototyps konnte die Machbarkeit des Konzeptes festgestellt werden. Die Funktion des Viergelenkscharniers den Anforderungen des Konzeptes entspricht. Es werden die vorgeschriebenen Positionen der Liege in der waagerechten Position, sowie in der senkrechten Position mit einem Abstand zur Rückwand eingehalten. Die blockierbaren Gasdruckfedern ermöglichen eine selbsttätige Öffnung durch die Entriegelung mit dem Taster im mittleren Bereich der Liege. Zusätzlich kann die Liege in jedem beliebigen Öffnungswinkel gehalten werden (*siehe Abb. 118*). Somit können während des Anhebens andere Gegenstände, wie eine Tasche, auf der Liege verbleiben.



Abb. 118; Beliebiger Öffnungswinkel der Liege

In der waagerechten Stellung der Liege ist die Gasdruckfeder im eingefahrenen Zustand und ragt in den Raum des Staukastens hinein. Da auf beiden Fahrerhausseiten eine Öffnungsklappe den Zugang zu den Staufächern von außen gewährleistet, sollte die Gasdruckfeder die Zugänglichkeit nicht behindern. Bei der Betrachtung des Prototyps wird dieser Zugang durch die Gasdruckfeder etwas verkleinert (*siehe Abb. 119*). Der Stauraum wird jedoch nicht beeinträchtigt. Es ist zu empfehlen die Gasdruckfeder mit einer Abdeckung vor Schädigungen zu schützen. Zusätzlich könnte sich der Kunde die Finger zwischen der Gasdruckfeder und dem Staukasten-Seitenteil einklemmen, wenn eine weitere Person die Liege anhebt.

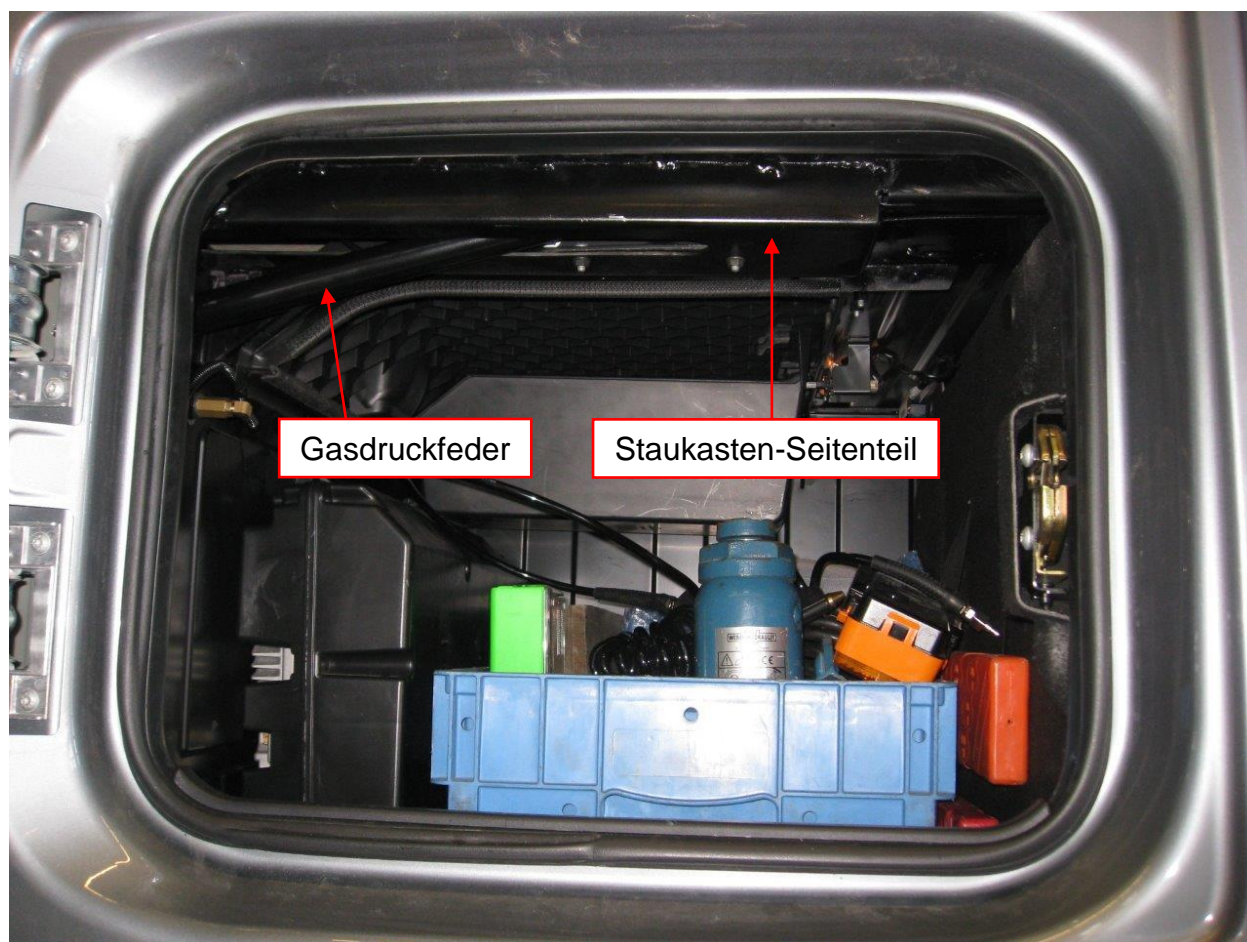


Abb. 119; *Staukasten von außen bei waagerechter Position der Liege*

Mit der Funktionsprüfung eines Prototyps können Schwachstellen einer Entwicklung erkannt werden. Bei der Prüfung dieses Konzeptes konnten zwei Probleme festgestellt werden.

Zum einen ist die benötigte Betätigungskraft, um die Liege zu schließen, zu hoch. Grund hierfür ist die Ausschubkraft der Gasdruckfedern, da diese Kraft vermutlich zu hoch dimensioniert ist und einen Einfluss auf die Schließkraft nimmt. Zusätzlich wurde die Funktionsprüfung ohne eine Matratze und ohne die Bettwäsche durchgeführt. Dadurch ist das Gewicht der Liege um ca.

14kg geringer, als das Gewicht zur Berechnung der Ausschubkraft. Aus diesem Grund ist eine Funktionsprüfung mit einer Matratze und der Bettwäsche durchzuführen.

Zum anderen dreht sich das Viergelenkscharnier beim Anheben der Liege in die falsche Richtung. Der Drehpunkt des Gelenkes in der horizontalen Position der Liege befindet sich auf den Mittelachsen der Lenker (siehe rot markierter Drehpunkt und lila markierte Lenkerachse in **Abb. 120**). Beim Anheben senkt sich der Drehpunkt unter die Lenkerachse ab (siehe grün markierte Absenkrichtung in **Abb. 120**) und das Scharnier dreht sich in die falsche Richtung.

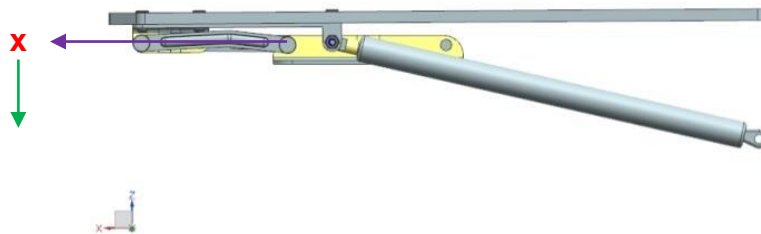


Abb. 120; Absenkung (grün) des (roten) Drehpunktes beim Anheben der Liege unter die (lila) Lenkerachse

Dieses Problem der Absenkung des Drehpunktes kann durch höhere Auflagerpunkte der Liege (siehe **Abb. 121**) oder durch einen Anschlagpunkt im Viergelenkscharnier behoben werden. Dadurch kann die Absenkung des Drehpunktes verhindert werden und das Gelenk kann sich nur in benötigte Richtung bewegen.

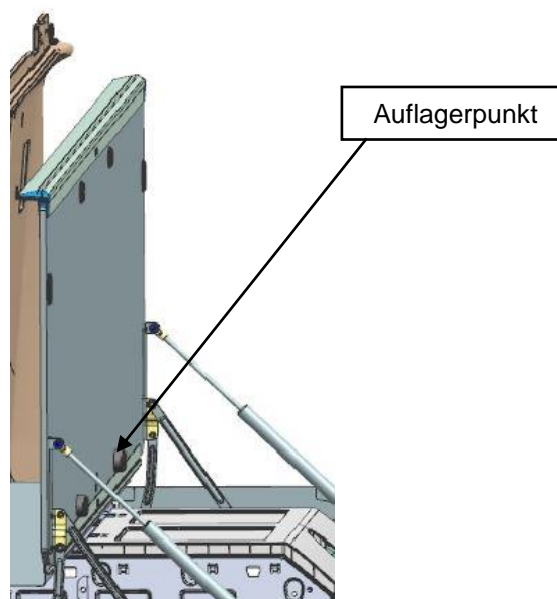


Abb. 121; Auflagerpunkte an der Liege

12. Kostenschätzung

Die Kosten für ein Konzept stellen ein wichtiges Bewertungskriterium dar. Anhand eines Vergleiches der Kosten zum Komfortanstieg wird ein neues Konzept bewertet, ob es wirtschaftlich sinnvoll ist. Aus diesem Grund sollte versucht werden, die Kosten bei gleichzeitigem Komfortanstieg zu senken.

Eine Kosteneinschätzung für dieses Konzept lässt sich nur schwer erstellen, da die Einzelkosten der Bauteile und der Funktionen nicht bekannt sind. Die Abteilung der Vorkostenplanung stellt eine Kostenabschätzung für ein Konzept auf. Aufgrund der benötigten Zeit einer Analyse für ein Konzept ist eine Kostenaufstellung nicht möglich. Aus diesem Grund werden die Einzelbauteile der Funktionen des bestehenden Konzeptes mit diesem Konzept verglichen.

Der Aufbau der Liege mit einer Grundplatte aus Sperrholz, den Versteifungsprofilen auf der Vorder- und Rückseite, dem Rückhaltesystem und den Matratzenvarianten wurde aus dem bestehenden Konzept übernommen. Aus diesem Grund werden die Kosten für diese Bauteile bestehen bleiben.

Die Klappfunktion der Liege mit dem Drehscharnier an der Seitenwand (*siehe Abb. 5*) wurde durch ein Viergelenkscharnier ersetzt, um einen Abstand zur Rückwand zu realisieren. Die Kosten der Herstellung eines Viergelenkscharniers können im Vergleich zum Drehscharnier höher sein, da sich die Anzahl der Bauteile deutlich erhöht. Zusätzlich muss das Staukasten-Seitenteil mit einer höheren Materialstärke ausgeführt werden. Jedoch kann der Anbindungspunkt des bestehenden Scharniers an der Seitenwand entfallen. Somit kann die Seitenwand konstruktionsbedingt einfacher ausgeführt werden, da keine Belastungen durch die Liege auftreten.

Zurzeit können die Deckel der Staukästen um 90° geöffnet werden. Durch den Abstand der Liege zur Rückwand können die Deckel der Staukästen nicht um 90° geöffnet werden. Aus diesem Grund müssen die Staukästen bzw. die Deckel geändert und dem Konzept angepasst werden.

Die Liege wird in der senkrechten Position von den blockierbaren Gasdruckfedern im normalen Gebrauch, sowie bei einem Unfall gehalten. Da mit diesem Konzept ein Komfortanstieg mit Gasdruckfedern erzielt werden soll, können durch die Funktionsintegration mit blockierbaren Gasdruckfedern die Verriegelungen an der Rückwand (*siehe Abb. 2*) entfallen. Hierdurch besteht ebenfalls die Möglichkeit, die Karosserierückwand konstruktionsbedingt einfacher zu gestalten, da keine Belastungen durch die Liege auftreten.

Die blockierbaren Gasdruckfedern müssen die Kräfte bei einem Unfall in die Karosserie einleiten können. Hierfür wird ein Anbindungspunkt an der B-Säule vorgesehen. Da die B-Säule bereits eine steife Struktur aufweist, um die allgemein auftretenden Kräfte während der Fahrt oder bei einem Unfall zu übertragen, sollte ein Anbindungspunkt realisiert werden können. Nach der Rücksprache mit der Abteilung des Rohbaus, ist ein Anbindungspunkt im Bereich der B-Säule generell möglich.

Die Bettwäsche in der Senkrechtstellung sollte auf der Liege fixiert werden, damit eine Be- und Entlüftung der Wäsche gewährleistet werden kann. Die Fixierung der Bettwäsche wird in diesem Konzept mit einer Funktionserweiterung des Rückhaltesystems und einem Halter auf dem Liegengrundträger realisiert. Hierdurch sollten die Kosten für das Rückhaltesystem geringfügig steigen.

Die Kosten für das blockierbare Gasdruckfedersystem konnten ermittelt werden, da dieses System für die Herstellung eines Prototyps benötigt wurde. In der Regel variieren die Kosten eines Systems mit der Stückzahl. Um einen realen Preis für ein System zu erhalten, wurde eine Stückzahl von 60.000 pro Jahr angegeben. Das Angebot der Firma SUSPA GmbH beträgt bei dieser Stückzahl ca. 44€ pro Gesamtsystem. Das Gesamtsystem beinhaltet zwei blockierbare Gasdruckfedern, zwei Bowdenzüge und eine Taster zu Entriegelung der Gasdruckfedern.

Im Vergleich aller Funktionen, sowie den zusätzlichen und entfallenden Bauteilen lässt sich eine geringe Kostensteigerung vermuten. Jedoch ist ein hoher Komfortanstieg für den Kunden zu erreichen. Eine präzise Kostenermittlung müsste durchgeführt werden, um eine aussagekräftige Bewertung zu erhalten.

13. Anwendung auf andere Fahrzeugkonzepte

Jeder Fahrzeughersteller bietet unterschiedliche Fahrzeugvarianten an, um den Bedürfnissen der Kunden gerecht zu werden. Diese Fahrzeugvarianten in Bezug auf das Fahrerhaus eines Nutzfahrzeuges unterscheiden sich in den Fahrerhausabmaßen und den Ausstattungsmöglichkeiten.

Die Bauteilvarianten sind von den Fahrerhausbreiten, den Fahrerhaushöhen und den Ausstattungsvarianten abhängig. Die Fahrerhausbreiten variieren zwischen einem 2500mm oder einem 2300mm breitem Fahrerhaus. Somit hat zum Beispiel ein Mercedes-Benz Actros Gigaspace ein 2500mm breites Fahrerhaus mit einem ebenen Boden und eine 2200mm lange Liege. Ein Mercedes-Benz Actros Compactspace hat ein 2300mm breites Fahrerhaus und aufgrund des Motortunnels, keinen ebenen Boden. Dadurch müssen die Staukästen dem Boden angepasst werden und demzufolge entstehen mehrere Bauteilvarianten. Zusätzlich kann bei dem Mercedes-Benz Actros Compactspace wegen der Fahrerhausbreite lediglich eine 2000mm lange Liege verbaut werden. Dies sind nur einige Beispiele für die unterschiedlichen Bauteilvariationen.

Zu den Bauteilvarianten kommen unterschiedliche Ausstattungsmöglichkeiten dazu. Um den Kunden einen hohen Komfort bieten zu können, bietet Mercedes-Benz eine Solostar-Innenausstattung für das 2500mm breite Fahrerhaus an. Hier ist der Beifahrersitz in eine Sitzecke geändert und näher an die Rückwand platziert worden (siehe **Abb. 122**). Dadurch musste der Staukasten auf der Beifahrerseite dem Sitz weichen. Mit dieser Ausstattungsvariante wird ein hohes Maß an Komfort geboten, da dem Kunden durch die gemütliche Sitzposition und dem Tisch auf der Liegenunterseite ein wohnliches Gefühl vermittelt werden soll.



Abb. 122; Solostar-Konzept aus [9]

Zur Bewertung dieses Konzeptes wird die Anwendbarkeit auf die unterschiedlichen Fahrerhaus- und Ausstattungsvarianten ermittelt.

Zunächst wird dieses entwickelte Konzept zur Komfortsteigerung mit Gasdruckfedern in Bezug auf die Fahrerhausbreiten und –höhen betrachtet. Das Staukasten-Seitenteil ist bei allen Staukastenvarianten gleich. Somit kann das Viergelenkscharnier auf diesem Seitenteil befestigt werden. Der Befestigungspunkt der Gasdruckfedersysteme an der B-Säule ist bei allen Fahrerhausbreiten und –höhen möglich. Die Liege ändert sich durch die unterschiedlichen Breiten des Fahrerhauses lediglich in der Länge. Dadurch ändert sich das Gewicht der Liege und die Gasdruckfedern benötigen weniger Ausschubkraft, um die Liege anzuheben, als die berechnete Ausschubkraft dieses Konzeptes. Die Ausschubkraft einer Gasdruckfeder wird vom Hersteller den Anforderungen angepasst und eine geringere Ausschubkraft kann realisiert werden. Somit kann dieses Konzept, unter Berücksichtigung von zwei Varianten der Gasdruckfedersysteme mit unterschiedlichen Ausschubkräften, bei allen Fahrerhausbreiten und –höhen verwendet werden.

Anschließend wird die Anwendbarkeit dieses Konzeptes auf die Ausstattungsvariante „Solostar“ bewertet. Bei der Betrachtung der Fahrerseite eines Solostar-Fahrerhauses kann festgestellt werden, dass der Aufbau der Innenausstattung mit einer Standard-Ausstattung gleich ist. Dadurch könnte dieses Konzept auf der Fahrerseite angewendet werden. Da diese Solostar-Ausstattung für das 2500mm breite Fahrerhaus angeboten wird und eine Liegenlänge von 2000mm beinhaltet, kann die Gasdruckfeder auf der Beifahrerseite nicht an der B-Säule befestigt werden. Zusätzlich fehlt der Staukasten auf der Beifahrerseite. Somit kann das Viergelenkscharnier nicht an der benötigten Stelle positioniert werden.

Für das Solostar-Fahrerhaus ist dieses Konzept nur durch einige konstruktive Änderungen möglich. Generell müsste die Sitzecke in negative x-Richtung verschoben werden, da ein Abstand zur Rückwand benötigt wird (siehe **Abb. 123**).

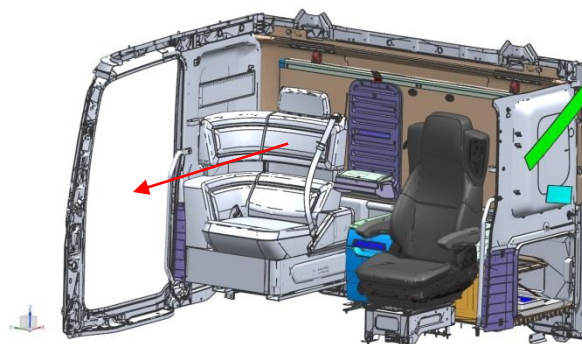


Abb. 123; Verschiebung (rot) der Sitzecke in negative x-Richtung

Zusätzlich sollte das Viergelenkscharnier konstruktionsbedingt geändert werden, damit sich die unteren Anbindungspunkte der Lenker hinter der Liege in der Senkrechtstellung befinden (*siehe Abb. 54*) und somit die Rückenlehne des Sitzes nicht beeinflussen. Ein Halter an der Rückwand zur Befestigung des Viergelenkscharniers ist auszulegen (*siehe Drehscharnier des Solostar-Konzeptes in Abb. 124*).

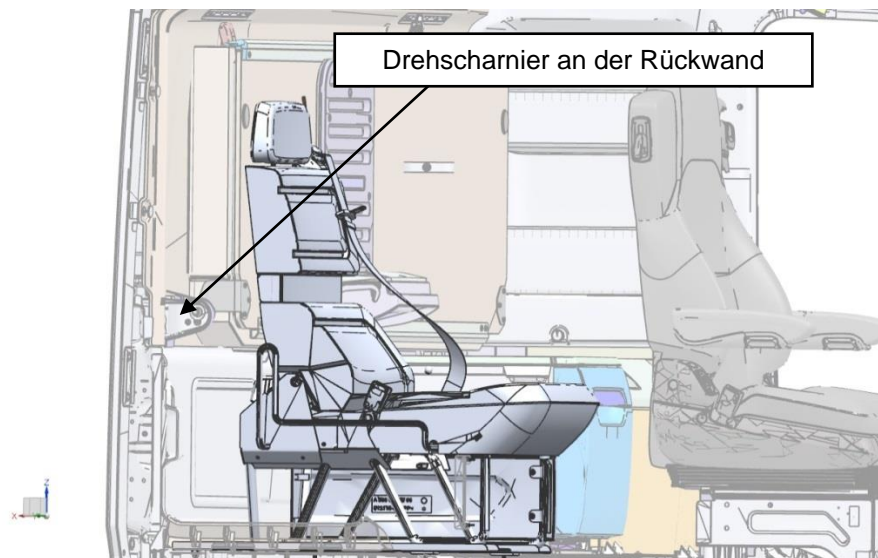


Abb. 124; Drehscharnier an der Rückwand des Solostar-Konzeptes

Die seitliche Lehne der Sitzecke muss geändert werden, da ein Freiraum für die Gasdruckfeder benötigt wird. Es wäre zu prüfen, ob eine Befestigung der seitlichen Lehne der Sitzecke an der Rückenlehne des Sitzes möglich ist. Somit würde die Seitenlehne beim Verstellen der Rückenlehne dieselbe Bewegung durchführen (*siehe rot markierte Seitenlehne in Abb. 125 nach der Verstellung der Rückenlehne in die Horizontale*).

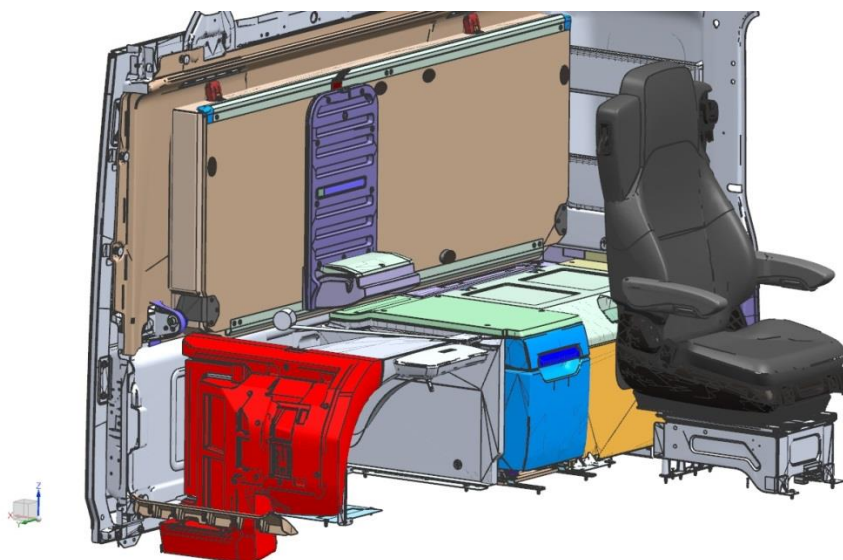


Abb. 125; Position der Seitenlehne (rot) bei einer Befestigung an der horizontal verstellten Rückenlehne des Sitzes

Da sich die Seitenlehne mit der Rückenlehne absenkt könnte die 2200mm lange Liege verbaut und die Anbindungspunkte der Gasdruckfedern an der Liege und der B-Säule beibehalten werden. Dadurch kann ein Freiraum für die Gasdruckfeder hinter der Seitenlehne der Sitzecke geschaffen werden (siehe **Abb. 126**).

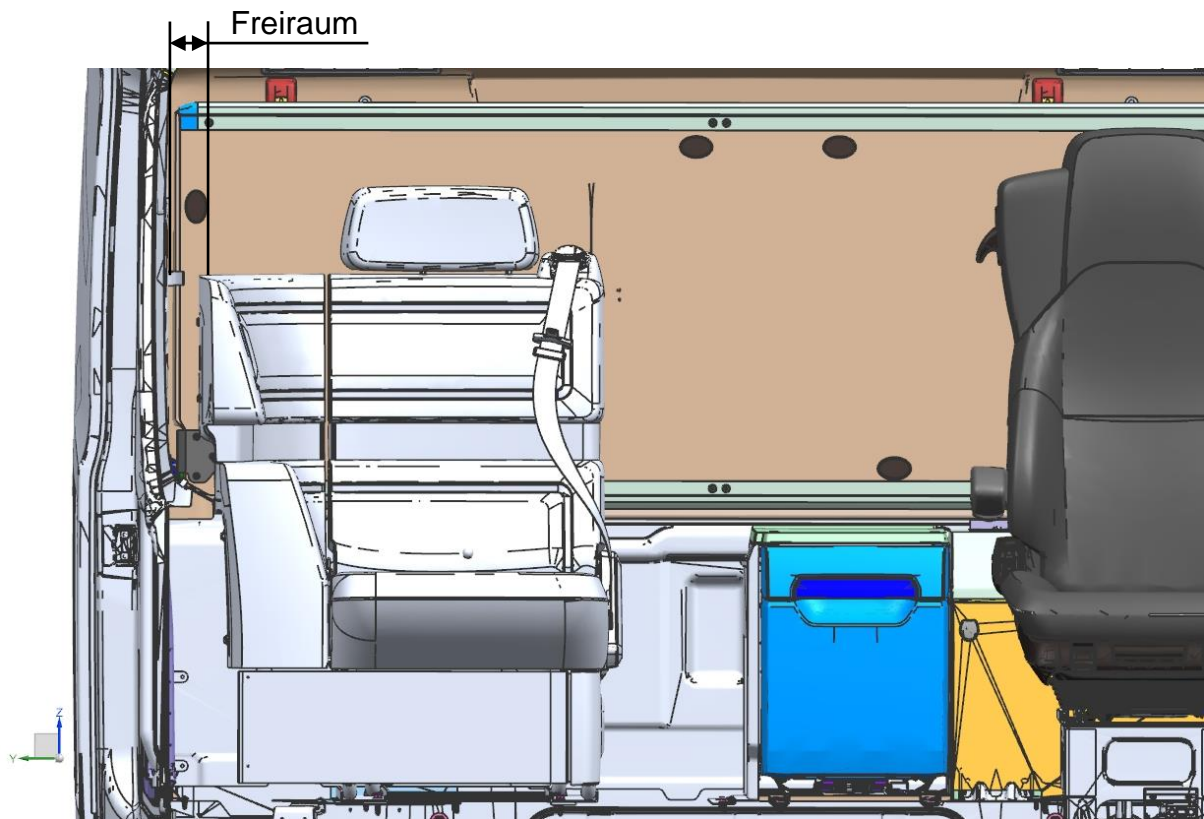


Abb. 126; Freiraum für die Gasdruckfeder zwischen Seitenlehne der Sitzecke und Karosserieseitenwand mit der 2200mm langen Liege

Mit den Anpassungen könnte dieses Konzept auf die Solostar-Variante angewendet und ein Komfortanstieg für den Kunden erzielt werden. Die Machbarkeit dieser Änderungen müsste jedoch geprüft werden.

14. Fazit

Durch die fixierte Bettwäsche, die selbsttätig anhebende Liege und die beliebig wählbaren Stellwinkel steigt der Komfort für den Kunden im Bezug zum bestehenden Konzept stark an. Die Bettwäsche ist mit einer Hand zu fixieren und zum Anheben der Liege ist lediglich der Taster zu betätigen. Hierdurch wird kein größerer Kraftaufwand benötigt.

Die Schließkraft, um die Liege zu verstellen, ist in dieser Auslegung zu hoch. Aus diesem Grund ist eine erforderliche Ausschubkraft der Gasdruckfeder im Systemversuch zu ermitteln. Es besteht die Möglichkeit die Anbindungspunkte der Gasdruckfedern in z-Richtung zu verschieben. Dadurch verändern sich die Winkel und diese beeinflussen die Ausschubkräfte. Die Prüfung der Gasdruckfederprototypen in Bezug auf die Einhaltung der geforderten Kraftverläufe ist zu empfehlen.

Die Sicherheit der Blockierkraft der Gasdruckfedern zur benötigten Blockierkraft beträgt 1,17. Es ist eine Sicherheit von 1,5 zu empfehlen. Dies könnte durch die Wahl eines anderen Gasdruckfedersystems mit höherer Blockierkraft oder durch die Verschiebung der Anbindungspunkte der Gasdruckfedern in z-Richtung erreicht werden. Die Verschiebung verändert die Winkel der Gasdruckfedern und beeinflusst wiederum die Blockierkraft.

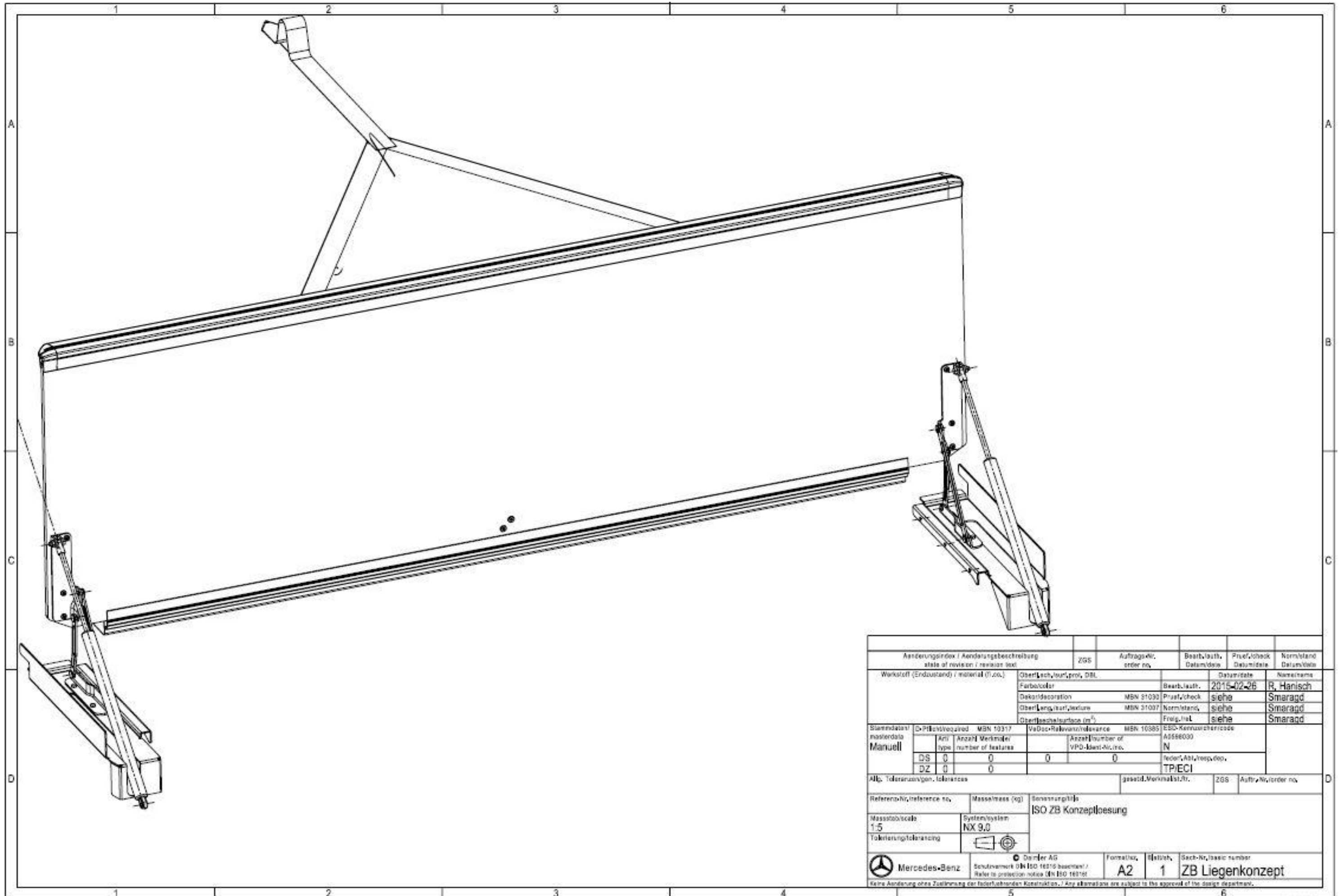
Dieses Konzept kann auf alle Fahrerhausvarianten mit Staukästen angewendet werden. Durch einige Änderungen des Solostar-Konzeptes kann ebenfalls diese Komfortsteigerung erzielt werden. Die Kosten werden vermutlich leicht steigen. Jedoch ist der Komfortanstieg im Vergleich zum aktuellen Konzept immens. Eine Änderung der bestehenden Fahrerhäuser zur Umsetzung dieses Konzeptes ist unwirtschaftlich. Allerdings kann für eine neue Fahrzeugentwicklung diese Komfortsteigerung für den Kunden berücksichtigt werden.

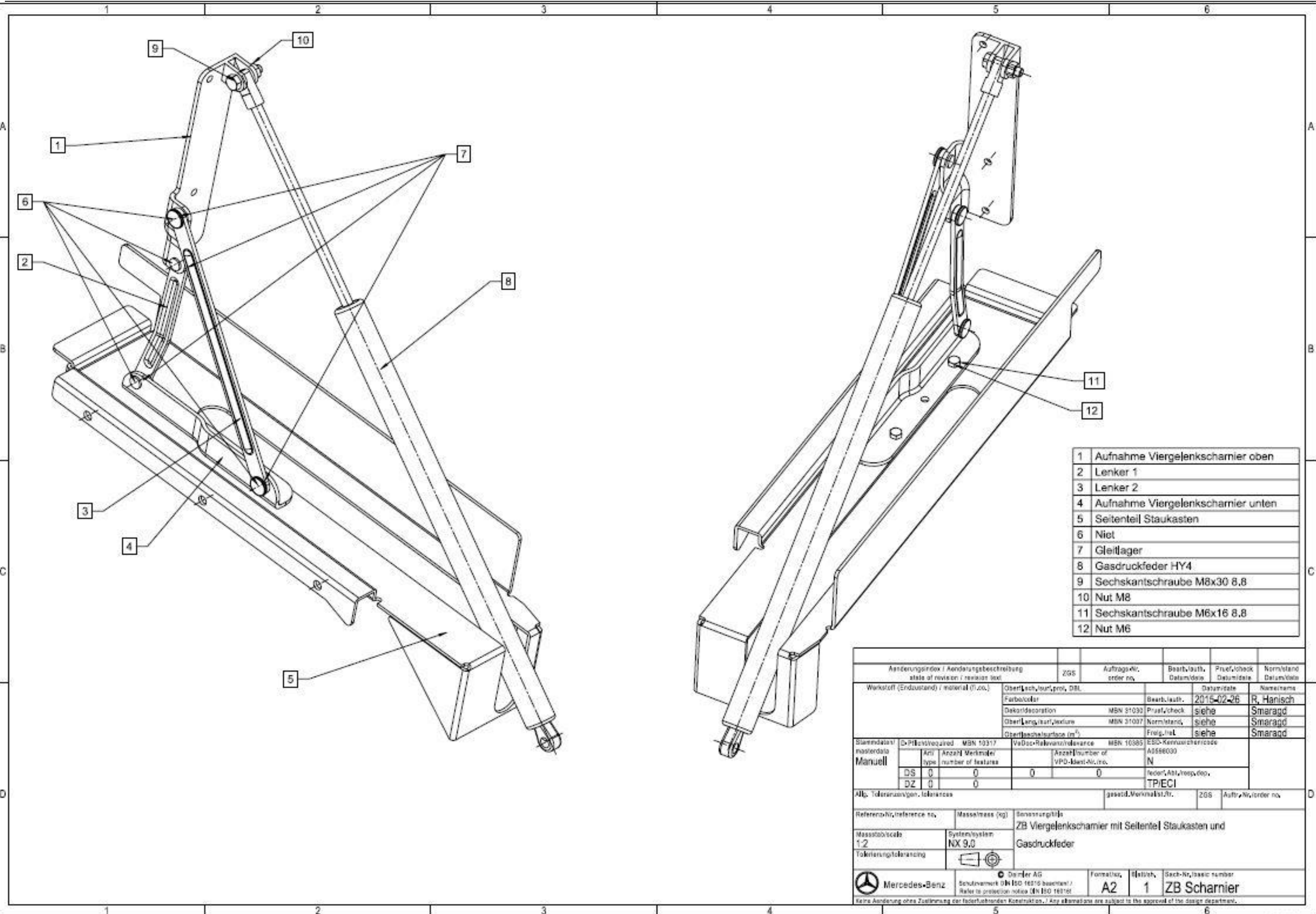
Mercedes-Benz hat mit dem Solostar-Konzept bereits eine Vorreiterrolle eingenommen, da kein Wettbewerber auf dem europäischen Markt solch eine Ausstattung in diesem Umfang anbietet. Mit diesem Konzept würde Mercedes-Benz ebenfalls eine Vorrangstellung in Bezug auf eine Fixierung der Bettwäsche mit einer senkrechten Liegenstellung und einer selbsttätig anhebenden Liege besitzen.

15. Literaturverzeichnis

- [1] **Fischer, Ulrich, et al., et al.** *Tabellenbuch Metall*. s.l. : EUROPA Lehrmittel, 2008. 44. Auflage.
- [2] **Reif, Konrad und Dietsche, Karl-Heinz.** *Kraftfahrttechnisches Taschenbuch*. s.l. : Vieweg+Teubner, 2011. 27. Auflage.
- [3] **Scania.** Scania Deutschland. [Online] Scania. [Zitat vom: 10. März 2015.] <http://www.scania.de/%28S%283ujtmm45gljtdm55xudthoqq%29%29/site/search.aspx?actionID=search&q=Tags:Baureihe%20G>.
- [4] *US Army Report TR-89-D-22-B: Aircraft Crash Survival Design Guide*. 1989. Volume II Aircraft Design Crash Impact Conditions and Human Tolerance.
- [5] Spektrum. [Online] [Zitat vom: 20. 01 2015.] <http://www.spektrum.de/quiz/wie-viele-liter-schweiss-verdunstet-unser-koerper-jeden-tag/594509>.
- [6] *Schraubenberechnung nach Vorlesung "Maschinenbau" der HAW Hamburg*. **Jeske, Prof. Dr.-Ing. Michael.** Hamburg : s.n., Sommersemester 2012.
- [7] **Schweizer, Anton.** schweizer-fn.de. [Online] [Zitat vom: 20. Januar 2015.] http://www.schweizer-fn.de/berechnung/maschelm/schraube/sv_standartwerte.php.
- [8] **SUSPA GmbH.** Angebot Gasdruckfedersystem. 2015.
- [9] **Mercedes-Benz.** [Online] [Zitat vom: 08. März 2015.] http://new-actros.trucks-mercedes-benz.com/de_CH/Komfort/details.html.
- [10] **SUSPA GmbH.** [Online] [Zitat vom: 21. Januar 2015.] <http://www.suspa.com/de>.
- [11] **Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften.** *BGR 136 - Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen*. Aktualisierte Fassung 1999.
- [12] **Berufsgenossenschaft Verkehr.** *BGV D29 - Fahrzeuge*. Aktualisierte Fassung 2000.

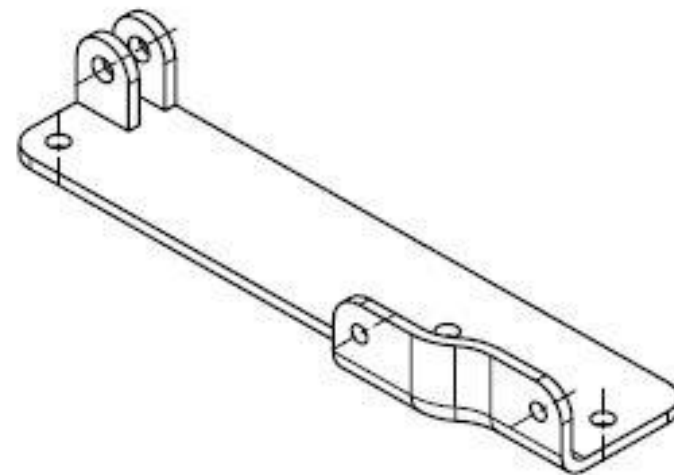
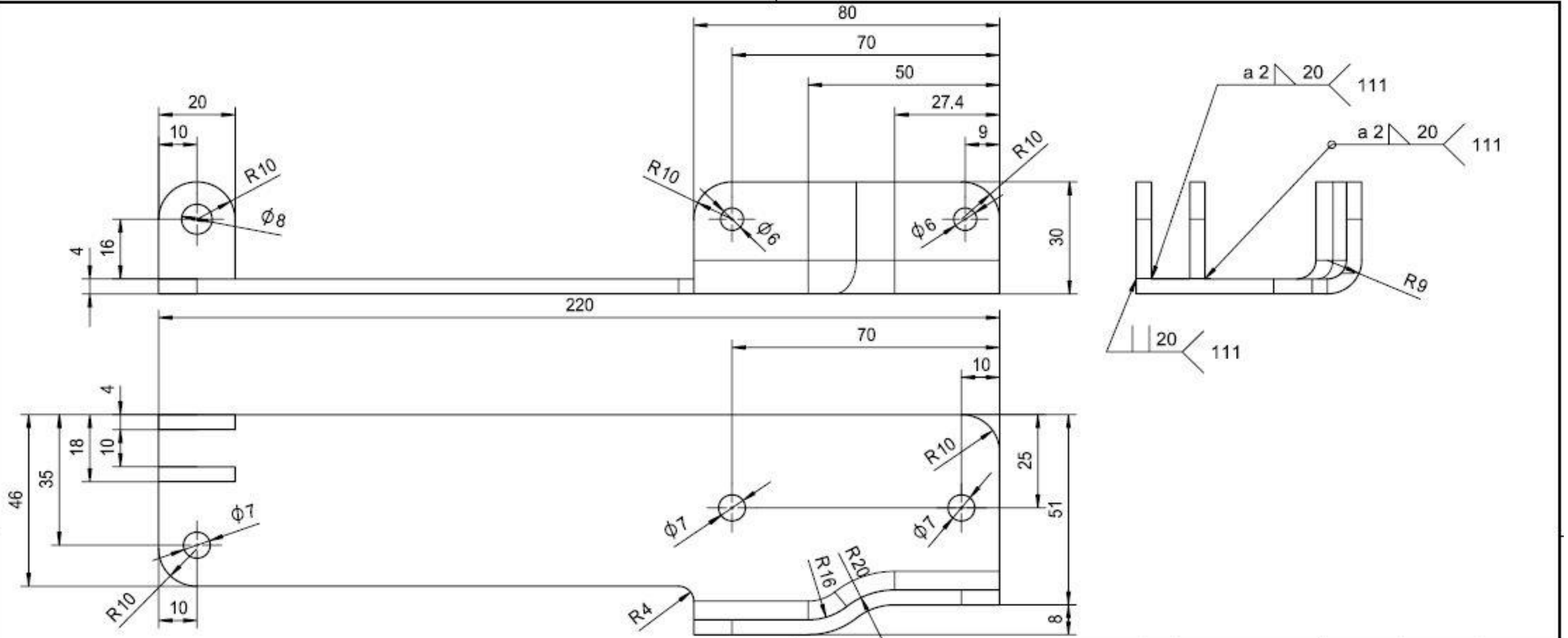
16. Anlagen



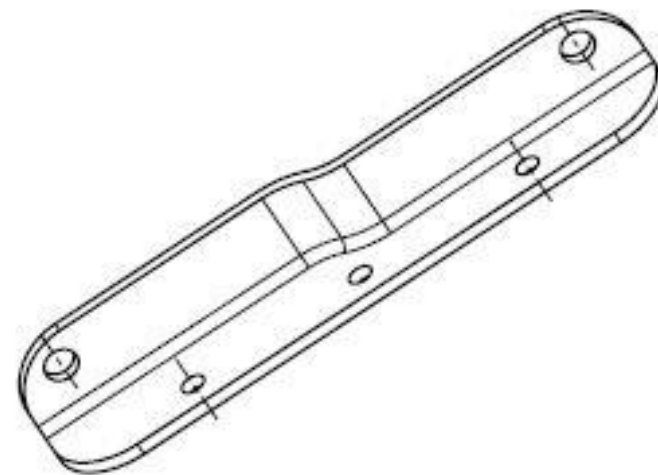
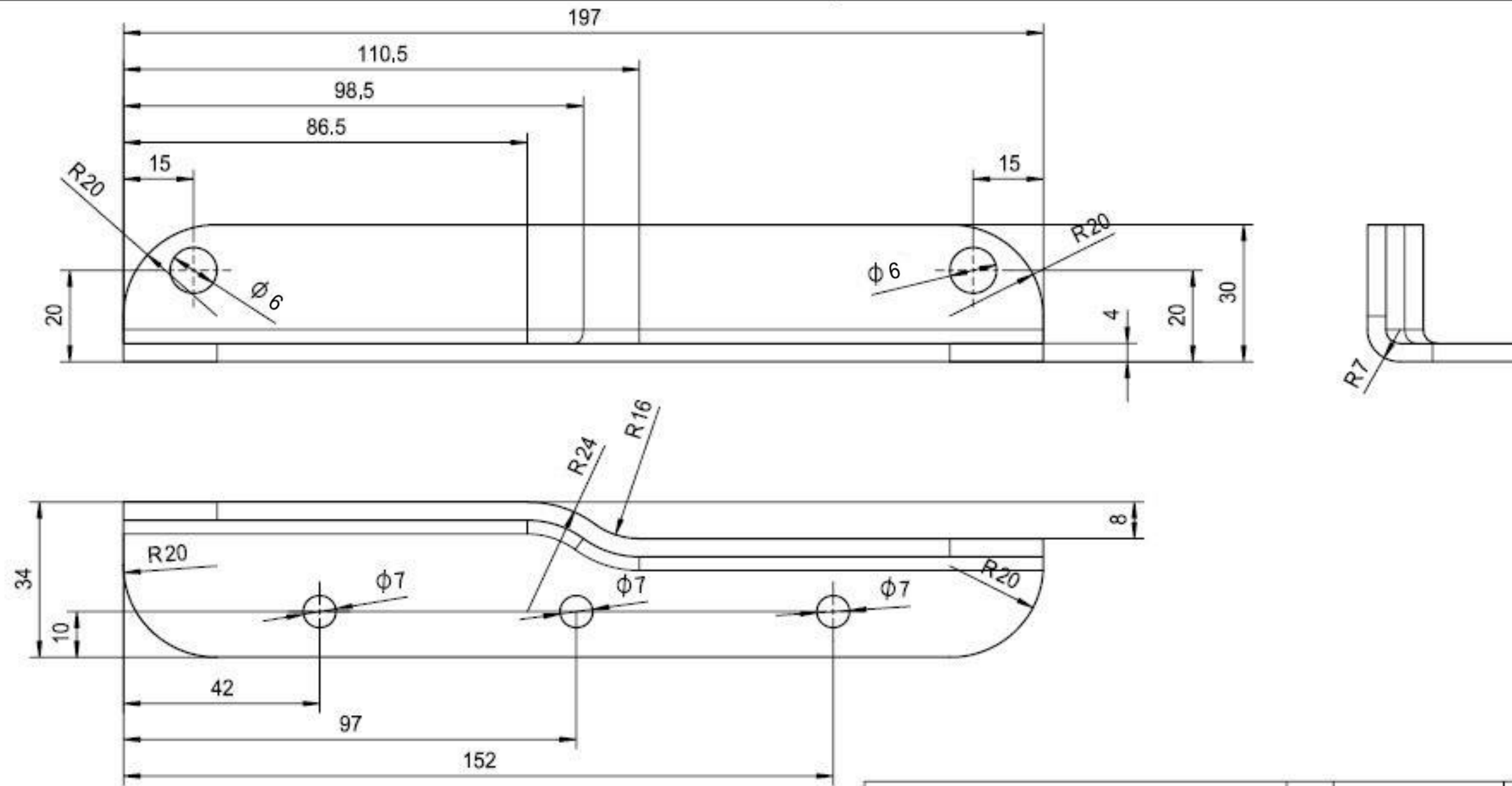


1	Aufnahme Viergelenkscharnier oben
2	Lenker 1
3	Lenker 2
4	Aufnahme Viergelenkscharnier unten
5	Seitenteil Staukasten
6	Niet
7	Gleitlager
8	Gasdruckfeder HY4
9	Sechskantschraube M8x30 8.8
10	Nut M8
11	Sechskantschraube M6x16 8.8
12	Nut M6

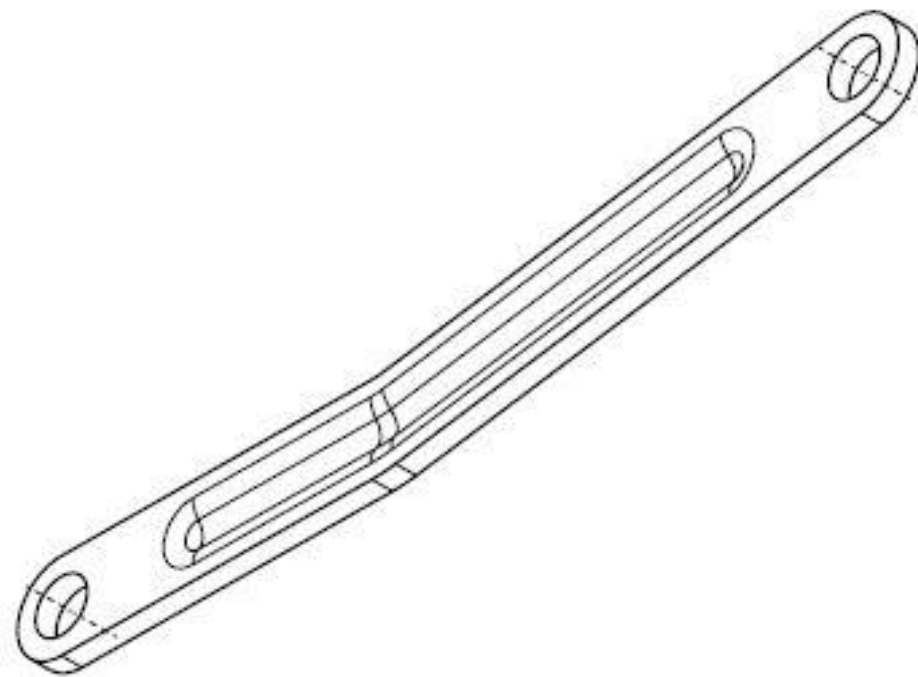
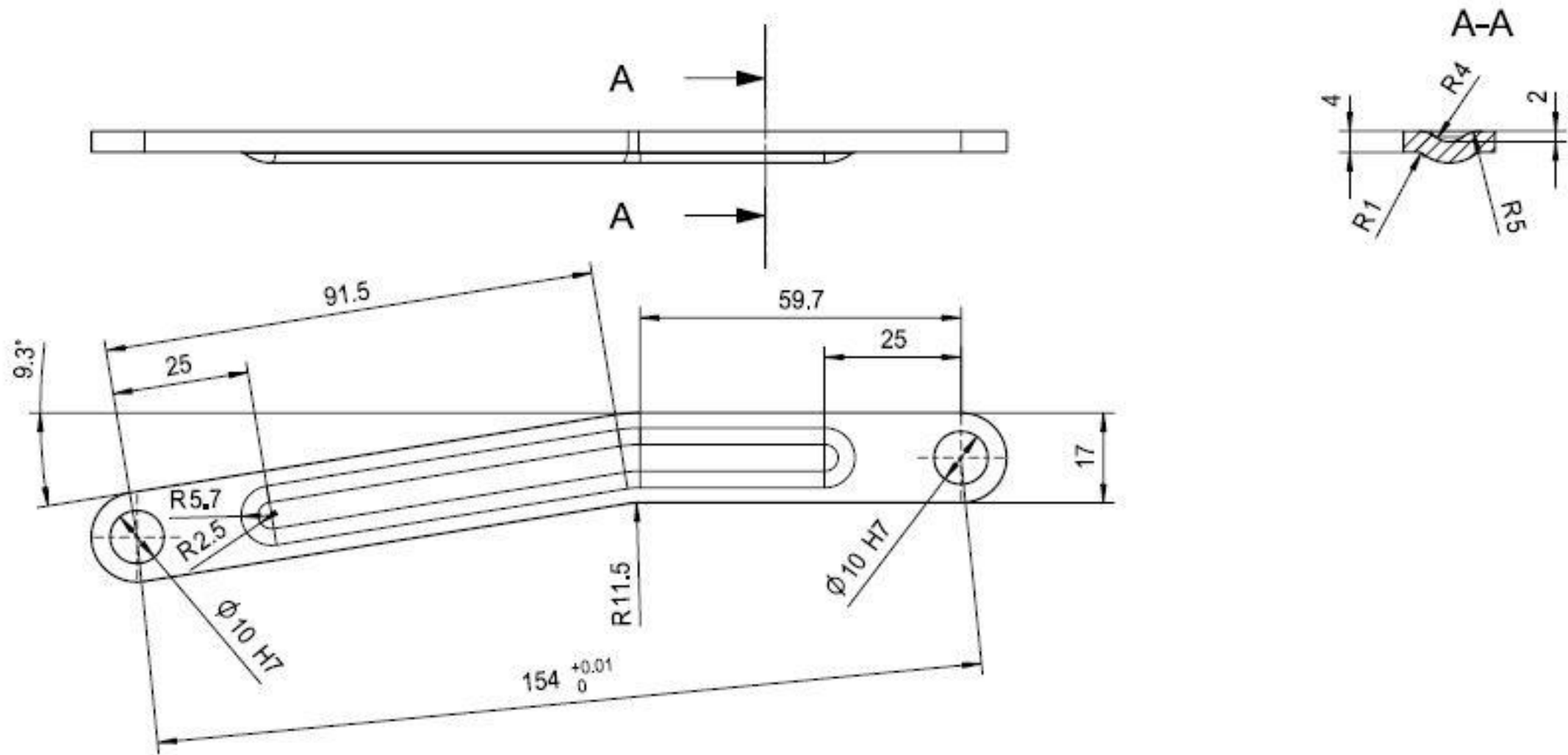
Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm./stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fin. co.)		Oberfl./sch./surf./prot. DBL		Datum/date		Nam./name
		Farbe/color		Bearb./auth.	2015-02-26	R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 21030		Prüf./check	siehe	Smaragd
		Oberfl./eng./surf./texture MBN 21007		Norm./stand	siehe	Smaragd
		Oberfl./nachfl./surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ master data	D-Prüf./required MBN 10317	VaDoc-Referenz/reference MBN 10385	ESD-Kennzeichen/code A556030			
Manuell	Art/ type	Anzahl/ number of features	Anzahl/ number of VPD-Ident-Nr./no.	N		
	DS	0	0	0		
	DZ	0	0	TPECI		
Allg. Toleranz/typ. tolerances		gesamt./overall	ZGS	Auftr./order no.		
Referenz-Nr./reference no.	Mass/mass (g)	Sensierung/titl. ZB Viergelenkscharnier mit Seitenteil Staukasten und Gasdruckfeder				
Massstab/scale	System/system	NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzmerkmal DIN ISO 16216 beachten! / Refer to protection notice (DIN ISO 16216)		Formfaktor, A2	Stück-Nr./basic number 1	ZB Scharnier
Keine Änderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



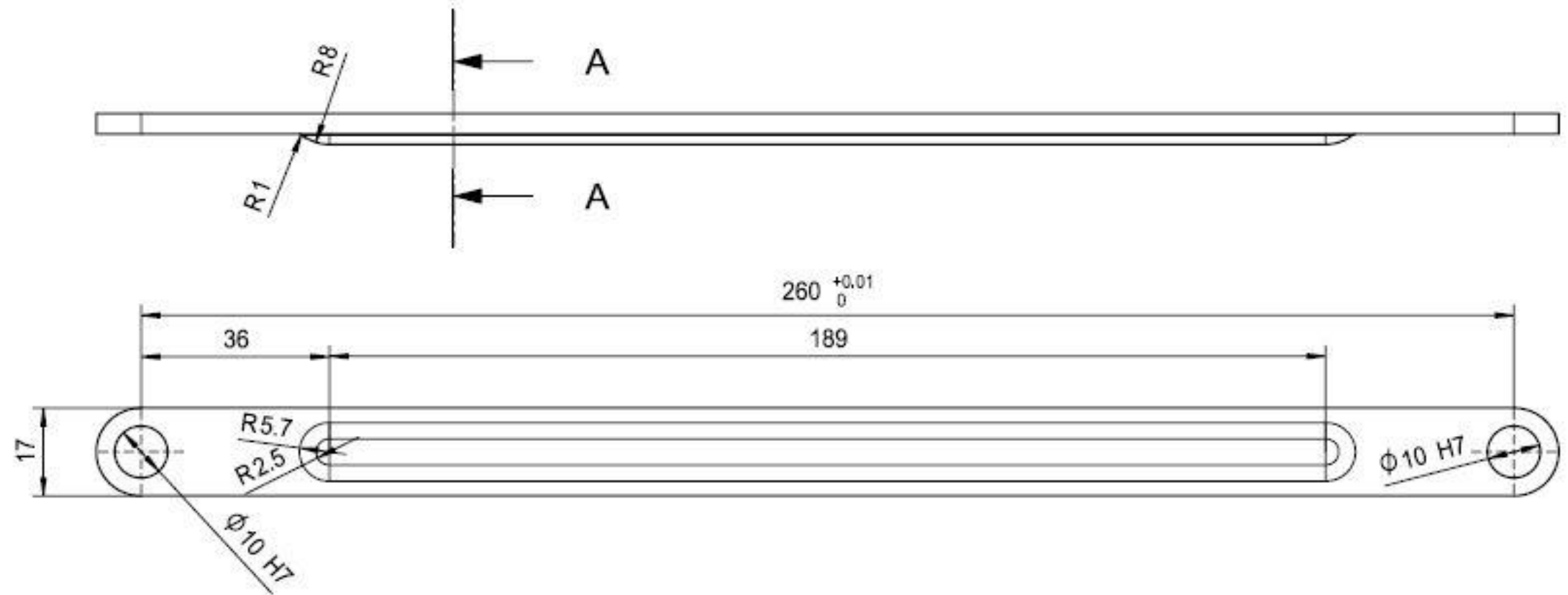
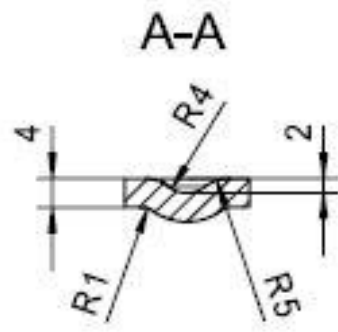
Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl./sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Bearb./auth.	Datum/date 2015-02-26	Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl./ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand,	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata	D-Pflicht/required Manuell	MBN 10317 Anzahl/ Merkmale/ number of features	VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385 Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	ESD-Kennzeichen/code A0598030 N		
DS	0	0	0	federf./Abt./resp.dep. TP/ECI		
DZ	0	0	0			
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel				gesetzl. Merkmal/st. fr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,419	Benennung/title Aufnahme Viergelenkscharnier oben			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
		Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Aufnahme oben
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.						



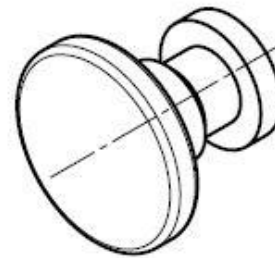
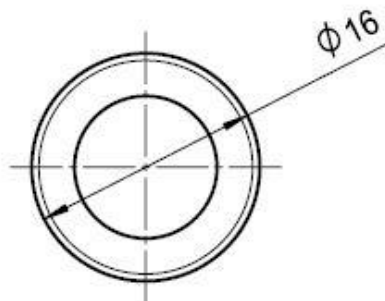
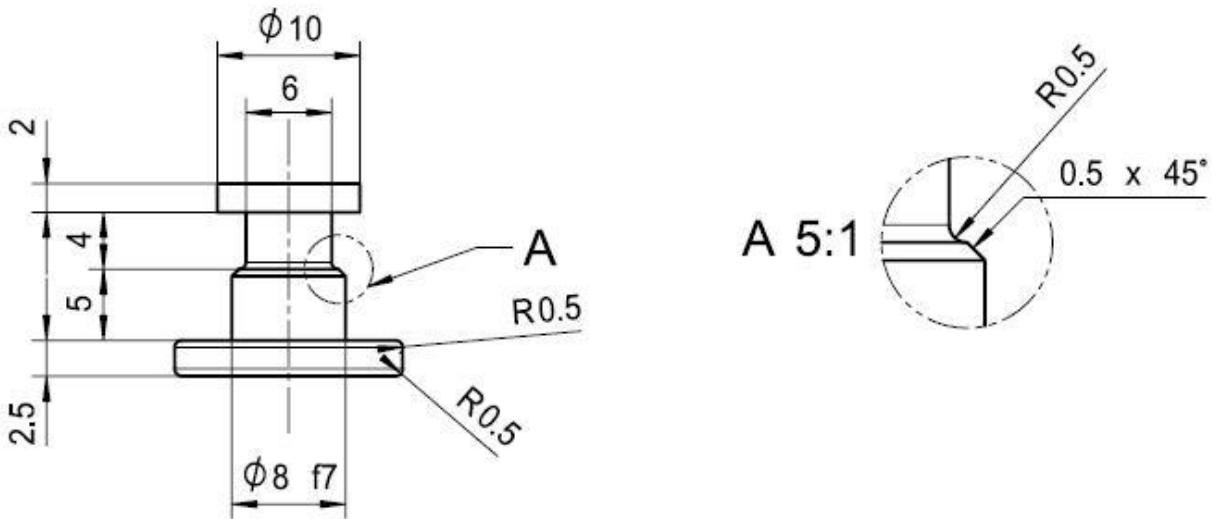
Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl./sch./surf. prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Datum/date 2015-02-26		Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check siehe		Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand. siehe		Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel. siehe		Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0588030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features		Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N	
	DS	0	0	0	federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
	DZ	0	0			
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel			gesetzl. Merkmal/st. fr.		ZGS	Auftr.-Nr./order no.
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,322	Benennung/title Aufnahme Viergelenkscharnier unten			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 15016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 15016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Aufnahme unten
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl./sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Bearb./auth. 2015-02-26	Datum/date Name/name R. Hanisch	
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check siehe	Smaragd	
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand. siehe	Smaragd	
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel. siehe	Smaragd	
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0588030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features	Anzahl/number of VPD-Iden-Nr./no.		N	
	DS 0	0	0		federf./Abt./resp.dep. TP/ECI	
DZ 0		0	0			
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel				gesetzl.Merkmal/str.		ZGS
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,09	Benennung/title Lenker 1 Viergelenkschamier			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Lenker 1
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.						



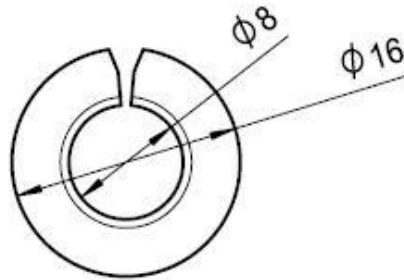
Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl.sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Bearb./auth.	Datum/date 2015-02-26	Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features	Anzahl/number of VPD-Identi-Nr./no.		federf.Abt./resp.dep.	
	DS 0	0	0		TP/ECI	
DZ 0		0				
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel				gesetzl.Merkmal/st.fr.		ZGS
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,146	Benennung/title Lenker 2 Viegelenkscharnier			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Lenker 2
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



Achtung: Zukaufteil
 Diese Maße dienen lediglich zur Visualisierung der Bauteilabmaße

Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl.sch./surf.prot. DBL		Datum/date		Name/name
		Farbe/color		Bearb./auth.	2015-02-26	R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Prüf./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberfläche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features		Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N	
	DS 0	0	0	0	federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel		gesetzl.Merkmal/st.ftr.		ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,008	Benennung/title Befestigungsniet für Lenker			
Masstab/scale 2:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A4	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Niet

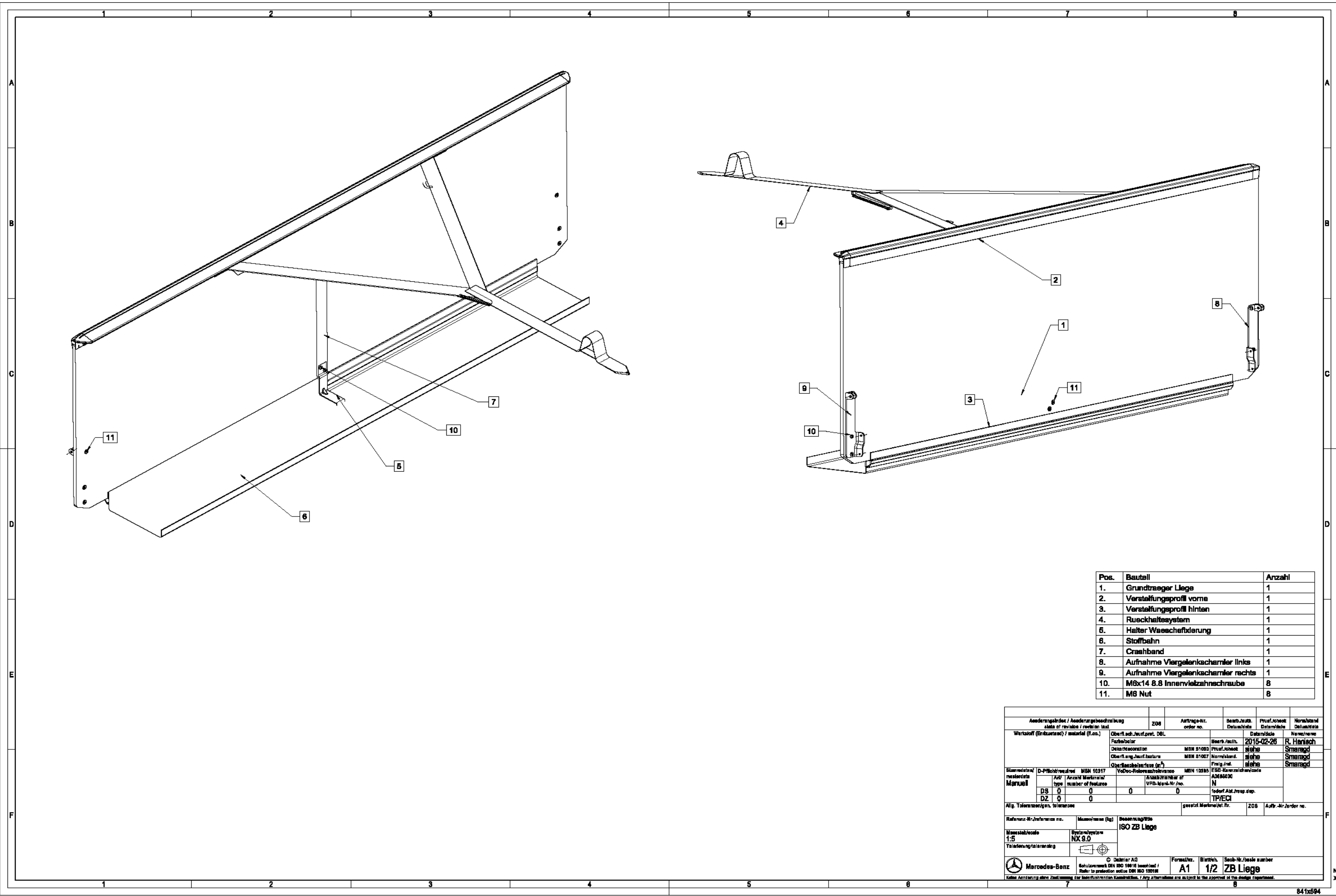
Keine Änderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.



Achtung: Zukaufteil

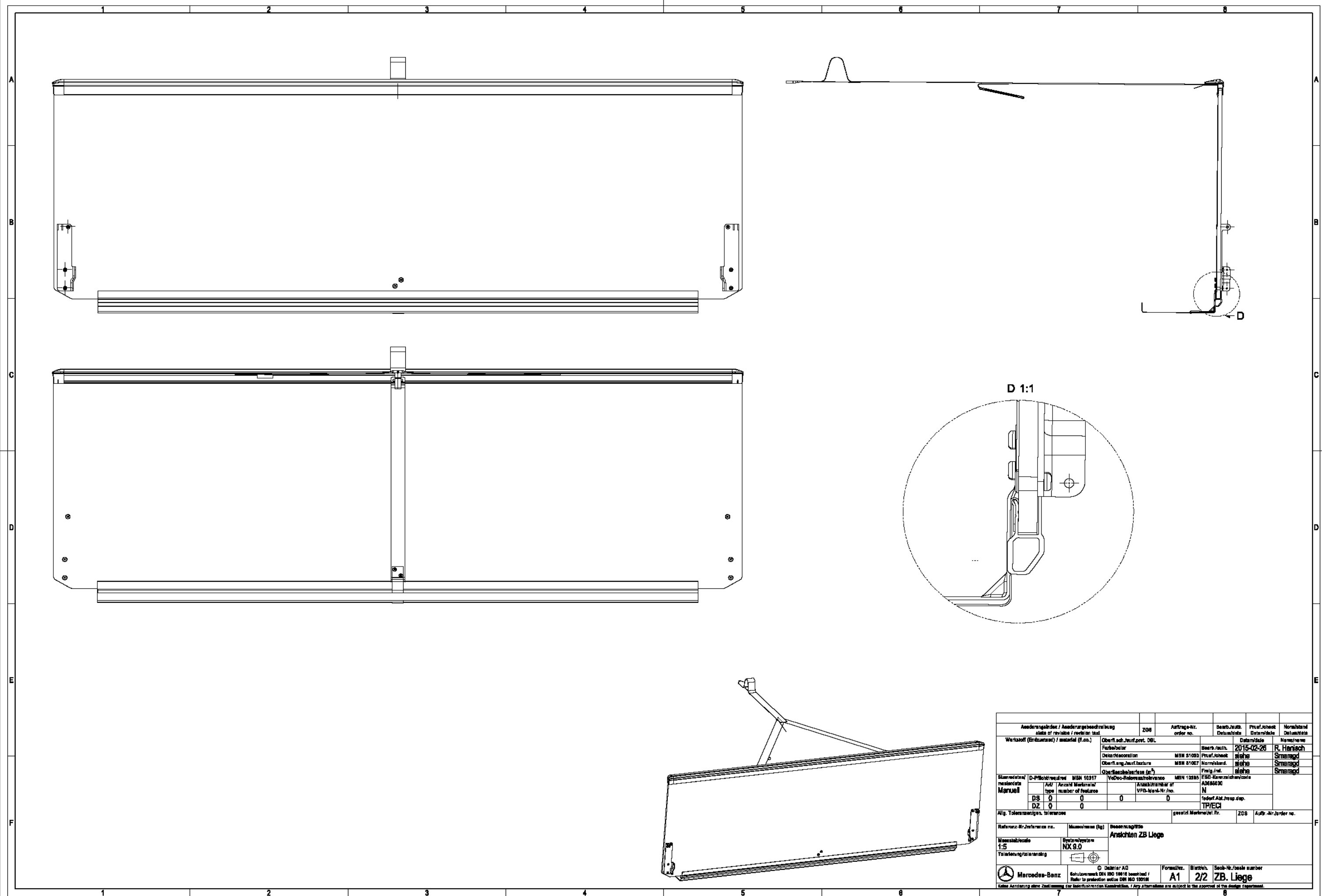
Das Gleitlager wurde den Herstellerangaben nachempfunden und dient lediglich zur Visualisierung der Bauteilabmaße

Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) CuSn6		Oberfl.sch./surf.prot. DBL		Datum/date		Name/name
		Farbe/color		Bearb./auth.	2015-02-26	R.Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Prüf./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberfläche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features		Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N	
	DS	0	0	0	federf.Abt./resp.dep.	
	DZ	0	0		TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel			gesetzl.Merkmal/st.ftr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg)	Benennung/title Glyco 90 Gleitlager			
		-	Hersteller: Federal-Mogul Wiesbaden GmbH			
Massstab/scale 2:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A4	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Gleitlager

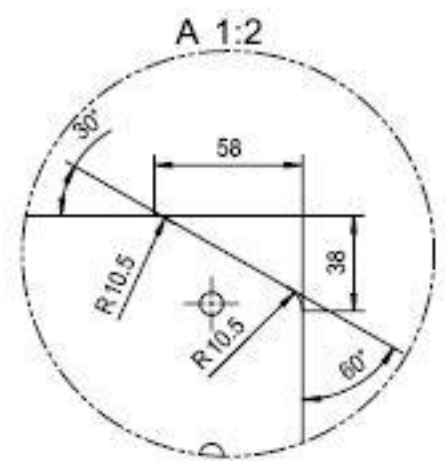
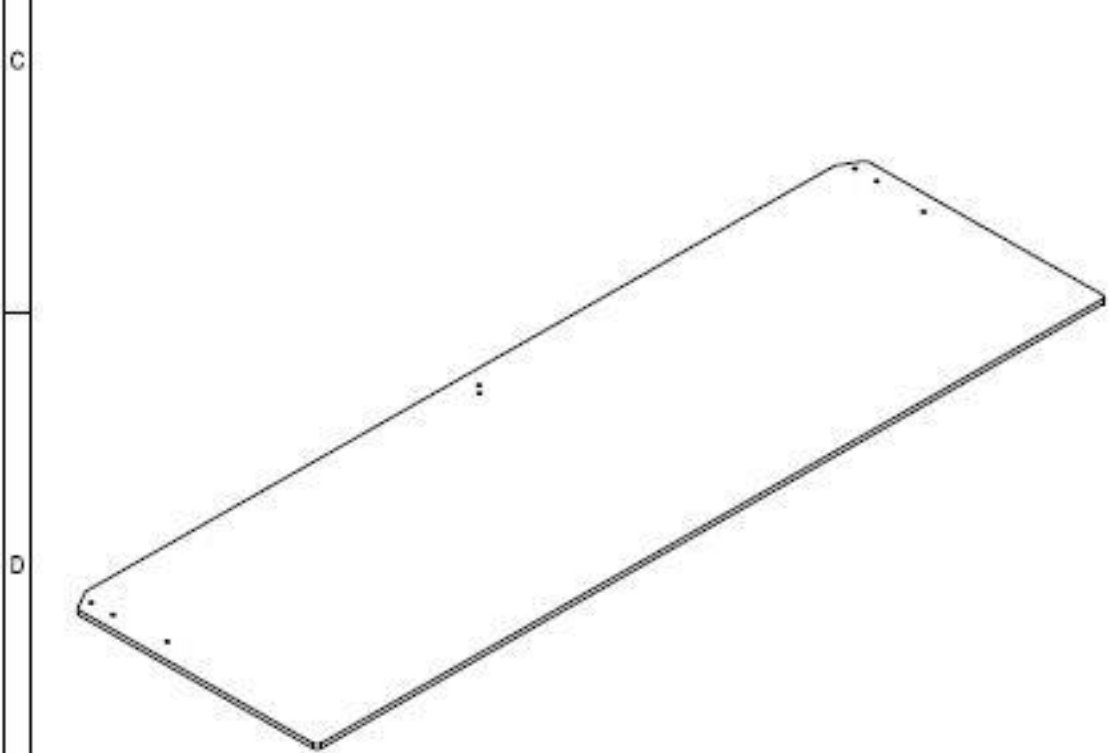
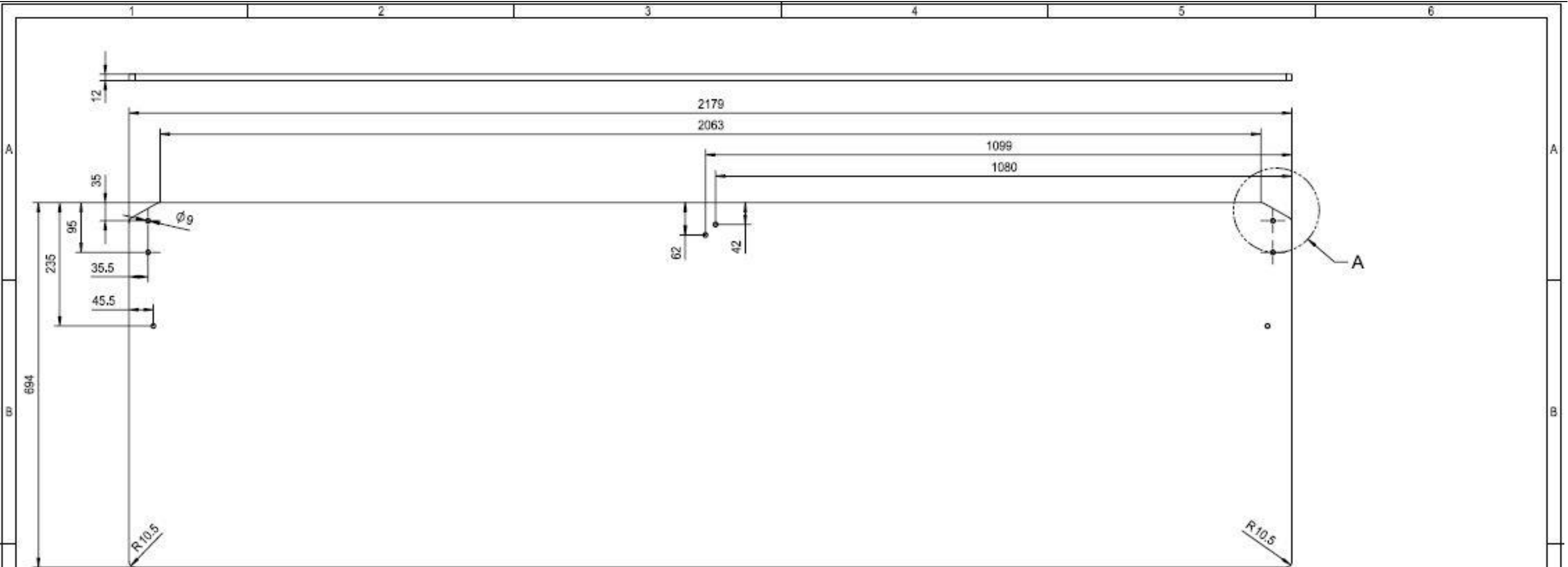


Pos.	Bauteil	Anzahl
1.	Grundträger Liege	1
2.	Verstellprofil vorne	1
3.	Verstellprofil hinten	1
4.	Rueckhaltsystem	1
6.	Halter Waaschbefixierung	1
8.	Stoffbahn	1
7.	Crashband	1
8.	Aufnahme Viergelenkcharnier links	1
9.	Aufnahme Viergelenkcharnier rechts	1
10.	M6x14 8.8 Innervelzschraube	8
11.	M6 Nut	8

Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		Z08	Artztage-Nr. order no.	Beaufh./Beauf. Datum/Date	Prüf./check Datum/Date	Notstand/ Delist/Date
Werkstoff (Endzustand) / material (fin.)		Oberfl./ach./surf./prev. DBL		Datei/Date		Name/nr.
		Farbe/color		Beaufh./Beauf.		R. Harisch
		Datei/reasonation		Prüf./check		Smiragd
		Oberfl./ang./surf./actura		MBN 21003		Smiragd
		Oberfl./ach./actura (n°)		MBN 21007		Smiragd
		Vordoc-Relevanz/relevance		Freig./rel.		Smiragd
Blattmaterial/ material		D-Prüf./req./req.	MBN 10317	Vordoc-Relevanz/relevance	MBN 10305	ESD-Kennzeichen/code
Material		Art/ type	Anzahl/ number of features	Art/ type	Vordoc-Relevanz/relevance	A068030
		DS	0	DZ	0	10000/Art./req./req.
		DS	0	DZ	0	TPEEG
Allg. Toleranzregeln, tolerances		generell/Marken/et. Nr.		Z08	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Massen/mass (kg)	Bezeichnung/Title			
			ISO ZB Liege			
Maßstab/scale		System/system				
1:5		NX 3.0				
Tolerierung/tolerancing						
		© Daimler AG		Formal/ver.	Blatt/nr.	Seit-/base number
		Referenz/standard DIN 90100 beachtet / Refer to production notice DIN ISO 13016		A1	1/2	ZB Liege
Keine Änderung ohne Zustimmung der Leiter/without Consent/No. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						

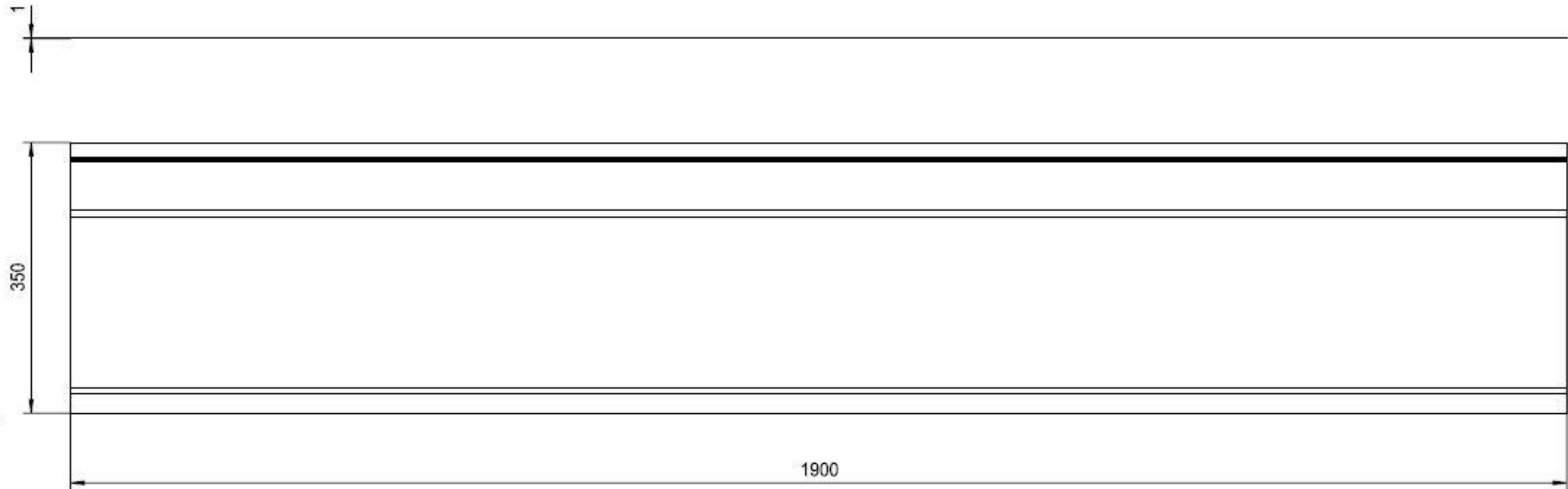


Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		Z08	Anfrage-Nr. order no.	Bearb./auth. Detachable	Prüf./check Date/Date	Normstand Datum/Date
Werkstoff (Einteiligkeit) / material (P.c.c.)		Oberfläch./surf. prev. DBL				
Farbe/color				Bearb./auth.	2015-02-26	R. Harbeck
Beschreibung			MBN 51000	Prüf./check	siehe	Smiragd
Oberfläch./surf. texture			MBN 51007	Normstand	siehe	Smiragd
Oberflächenbeschaffenheit (m ²)				Freig./rel.	siehe	Smiragd
Material / material		D-Pflicht/req. rel. MBN 10317	VoDoo-Referenzreferenz	MBN 10285	ESD-Kennzeichenscode	
Manuell		Art/ Anzahl/ material/ type/ number of features	Anzahl/ material/ of VFD-Nr./-Nr./no.	ADM00000	N	
DS		0	0	0	0	
DZ		0	0	0	0	
Allg. Toleranzregeln, Toleranzen		gesetzl. Maßstab/Int. fr.		Z08	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg)		Bezeichnung/Title		
1:5		NX 9.0		Ansichten ZB Liege		
Toleranz/allowance						
		© Daimler AG Schutzrecht/DIN ISO 15000 beachtet / Refer to protection notice DIN ISO 15000		Form/ver.	Blatt/Nr.	Seit-Nr./sheet no.
				A1	2/2	ZB_Liege
Keine Änderung ohne Zustimmung der Verantwortlichen Kombination. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



Druchmesser für alle Bohrungen 9 mm
Für die Positionierung aller Bohrungen - Symmetrie beachten

Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm./stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (f.co.)		Oberfl./surf./prot. DBL		Datum/date		Namenname
Pappelholz		Farbe/color		Bearb./auth. 2015-02-26		R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Prüf./check siehe		Smaragd
		Oberfl./surf./texture MBN 31037		Norm./stand siehe		Smaragd
		Oberfl./surf./surface (m ²)		Freig./rel. siehe		Smaragd
Stammdata/ masterdata	D-Pflicht/required MBN 10317	VaDoc-Referenz/reference MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0556030		
Manuell	Art/ type	Anzahl/number of features	Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N		
	DS	0	0	recor./tbl./resp./dep.		
	DZ	0	0	TP/ECI		
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel				gesetzl./Verkaufst./tr.		ZGS
Referenz/nr./reference no.		Mass/mass (kg)	Benennung/title Trägerplatte Liege			
Massstab/scale 1:5		System/system NX 9.0				
Toleranz/tolerance						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzmarke/DN ISO 16216 beachten! Refer to protection notice/DN ISO 16216!		Format/nr.	Blatt/nr.	Sach-Nr./basic number
				A2	1	Grundplatte_Liege
Keine Änderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						

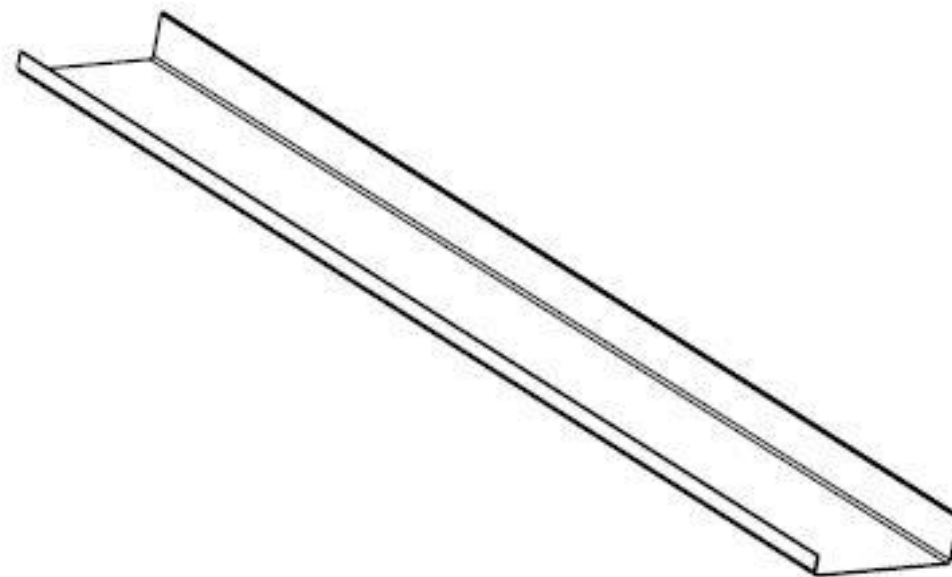
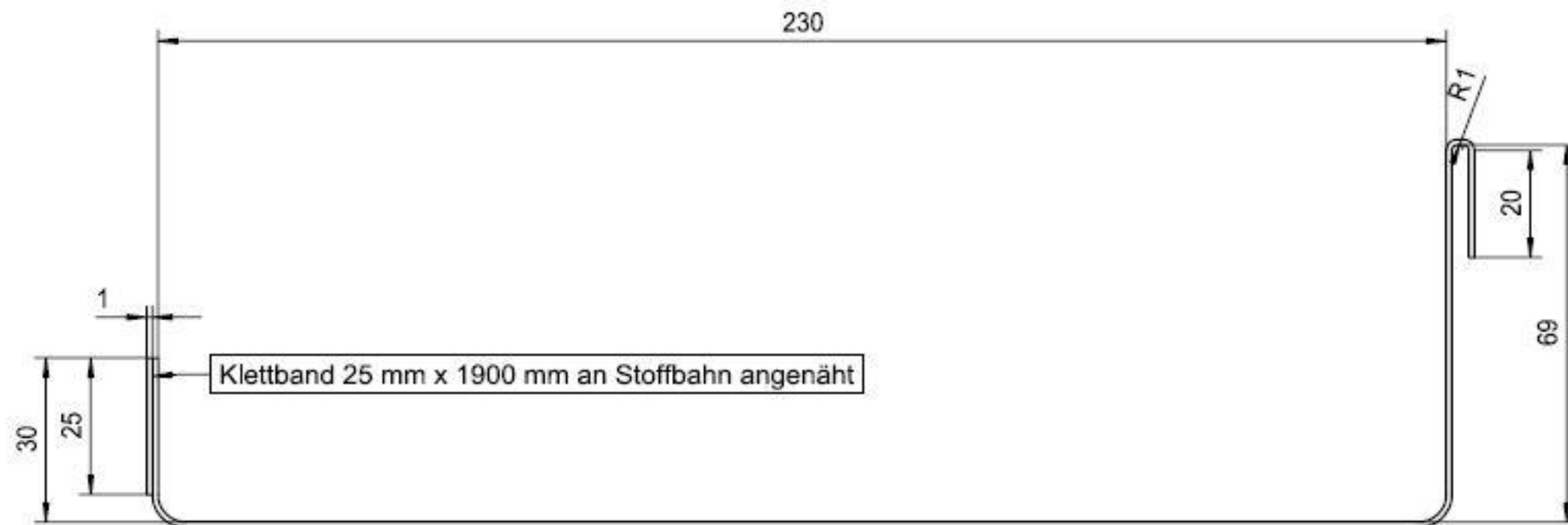


1900

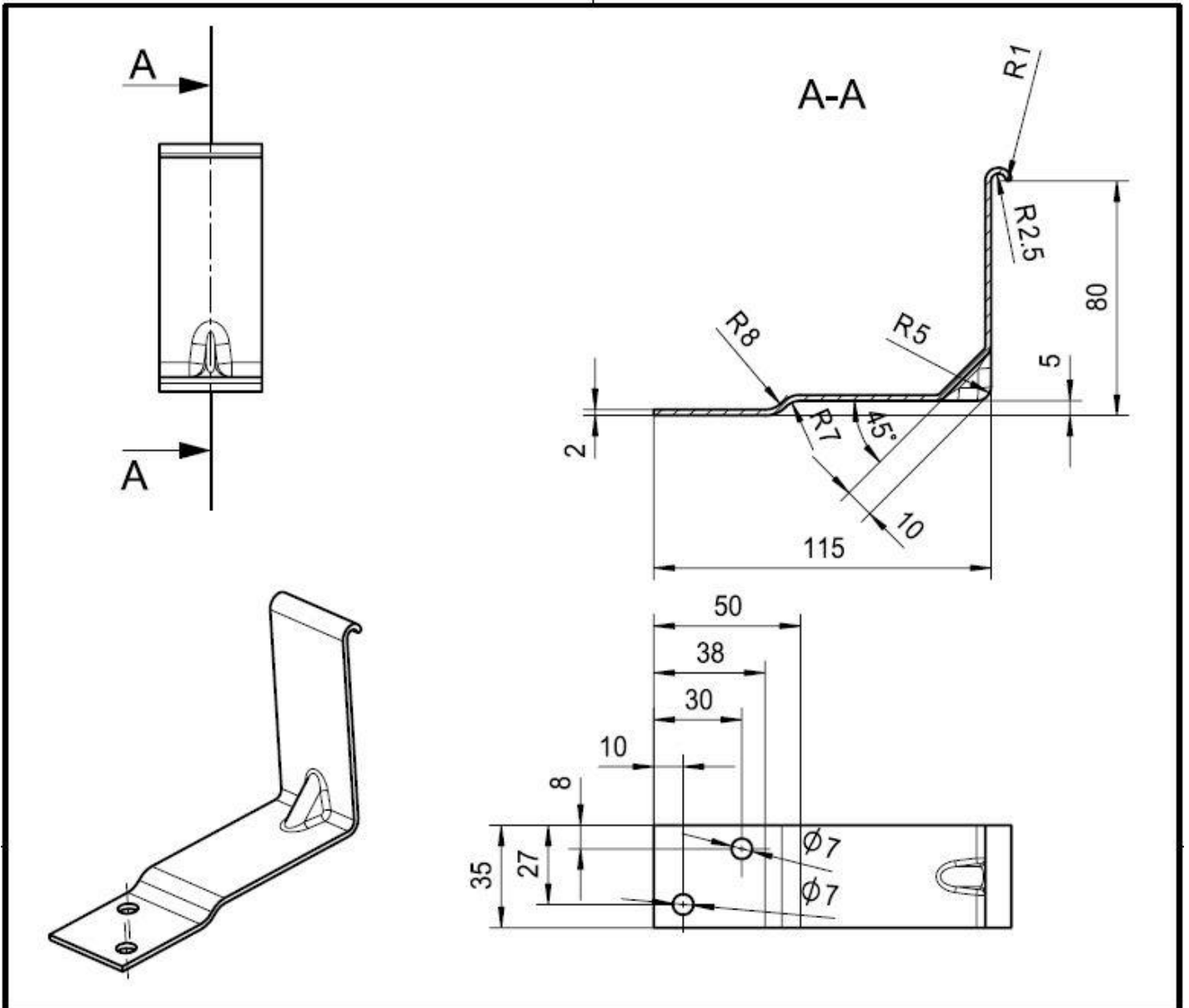
350

1900

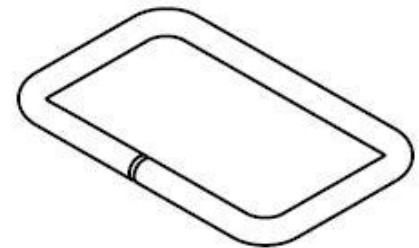
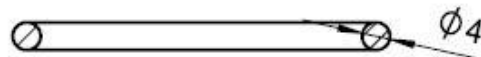
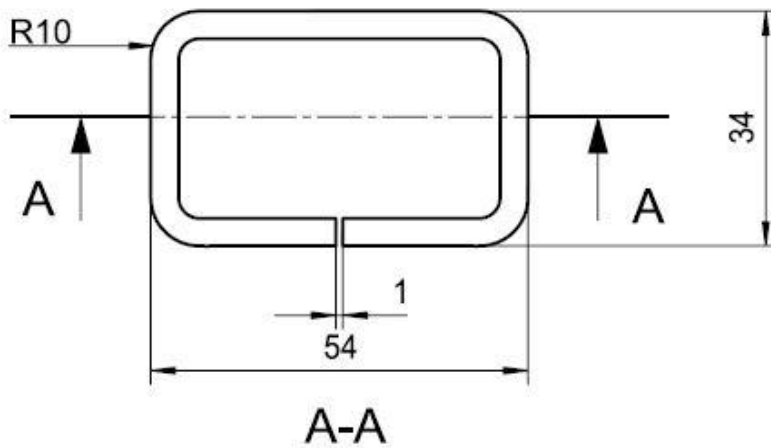
Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.)		Oberfl./sch./surf.prot. DBL		Datum/date		Name/name
-		Farbe/color wie Matratze		Bearb./auth.	2015-02-26	R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl./ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code	
	Art/ type	Anzahl number of features	Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.		A0588030	
	DS	0	0		federf./Abt./resp.dep.	
	DZ	0	0		TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances			gesetzl.Merkmal/st.fr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
-						
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg)	Benennung/title			
-		-	Zuschnitt Stoffbahn			
Massstab/scale		System/system				
1:5		NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz.	Blatt/sh.	Sach-Nr./basic number
				A3	1/2	Stoffbahn
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.						



Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.)		Oberfl./sch./surf./prot. DBL		Datum/date		Name/name
		Farbe/color		Bearb./auth.	2015-02-26	R. Hanisch
		Dekor/decoration		Prüf./check	siehe	Smaragd
		Oberfl./ang./surf./texture		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberfläche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required	MBN 10317	VeDoc-Relevanz/relevance	MBN 10385	ESD-Kennzeichen/code	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features	Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	A0588030		
	DS	0	0	0	N	
	DZ	0			federf./Abt./resp./dep. TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances			gesetzl. Merkmal/st. fr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg)	Benennung/tille			
			Einbauposition Stoffbahn zur Abdeckung			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 2/2	Sach-Nr./basic number Stoffbahn
Keine Änderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						

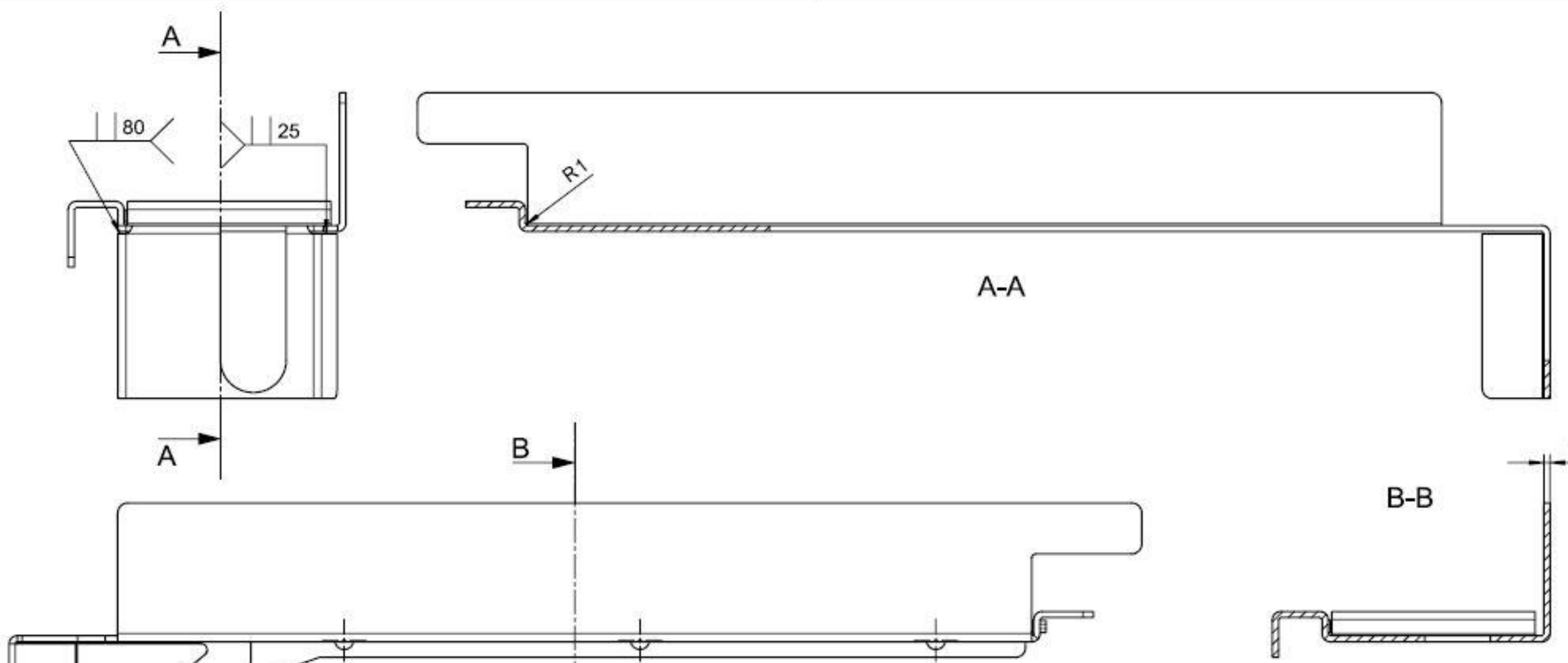


Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl.sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Bearb./auth.	Datum/date 2015-02-26	Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features		Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N	
	DS 0	0	0	0	federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel			gesetzl.Merkmal/st.ftr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,156	Benennung/title Halter Waeschefixierung			
Massstab/scale 1:2		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
Mercedes-Benz		© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A4	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Halter Waeschefixierung
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.						



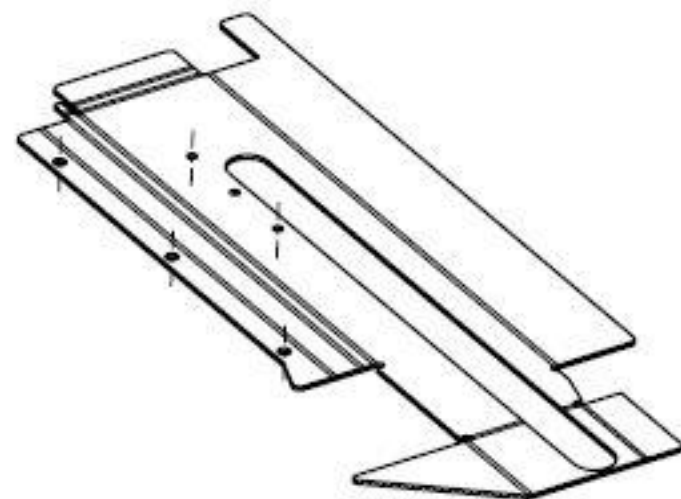
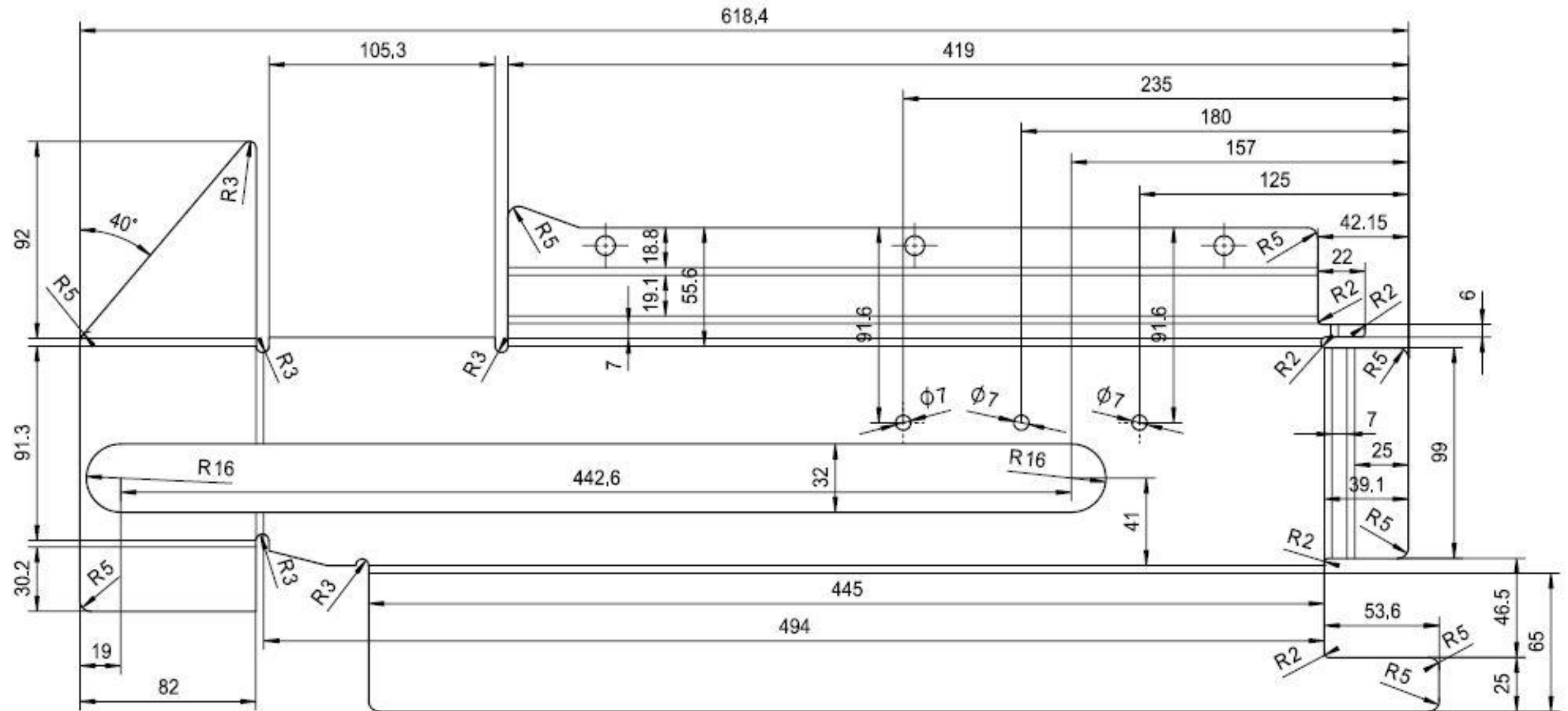
Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10088 nicht rostend X6Cr17		Oberfl.sch./surf.prot. DBL	Farbe/color chrom	Bearb./auth.	Datum/date 2015-02-26	Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration	MBN 31030	Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture	MBN 31007	Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features		Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.	N	
	DS	0	0	0	federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
	DZ	0	0			
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel			gesetzl.Merkmal/st.fr.	ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 0,015	Benennung/title Oese zur Arretierung des Rueckhaltesystems			
Massstab/scale 1:1		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing						
	Mercedes-Benz	© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A4	Blatt/sh. 1	Sach-Nr./basic number Oese

Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alternations are subject to the approval of the design department.



Alle Biegeradien innen 1 mm

Änderungsindex / Änderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Prüf./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl.sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Datum/date 2015-02-26		Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Prüf./check siehe		Norm/stand Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand. siehe		Norm/stand Smaragd
		Oberfläche/surface (m ²)		Freig./rel. siehe		Norm/stand Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features	Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.		N	
	DS 0	0	0		federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
	DZ 0	0	0			
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel			gesetzl. Merkmale/st./fr.		ZGS	Auftr.-Nr./order no.
Referenz-Nr./reference no.		Masse/mass (kg) 2,545	Benennung/title Seitenteil Staukasten			
Massstab/scale 1:2		System/system NX 9.0				
Tolerierung/tolerancing		⊕				
Mercedes-Benz		Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 16016 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 16016!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 1/2	Sach-Nr./basic number Seitenteil
Keine Änderung ohne Zustimmung der federführenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



Aenderungsindex / Aenderungsbeschreibung state of revision / revision text		ZGS	Auftrags-Nr. order no.	Bearb./auth. Datum/date	Pruef./check Datum/date	Norm/stand Datum/date
Werkstoff (Endzustand) / material (fi.co.) DIN EN 10149-1.0972 S315MC		Oberfl.sch./surf.prot. DBL Farbe/color schwarz lackiert		Bearb./auth.	Datum/date 2015-02-09	Name/name R. Hanisch
		Dekor/decoration MBN 31030		Pruef./check	siehe	Smaragd
		Oberfl.ang./surf.texture MBN 31007		Norm/stand.	siehe	Smaragd
		Oberflaeche/surface (m ²)		Freig./rel.	siehe	Smaragd
Stammdaten/ masterdata Manuell	D-Pflicht/required MBN 10317		VeDoc-Relevanz/relevance MBN 10385		ESD-Kennzeichen/code A0598030	
	Art/ type	Anzahl Merkmale/ number of features	Anzahl/number of VPD-Ident-Nr./no.		N	
	DS	0	0		federf.Abt./resp.dep. TP/ECI	
Allg. Toleranzen/gen. tolerances DIN ISO 2768-1 mittel		gesetzl.Merkmal/si.fr.		ZGS	Auftr.-Nr./order no.	
Referenz-Nr./reference no.	2,545	Benennung/title Seitenteil vor Biegung				
Massstab/scale 1:2	System/system NX 9.0					
Tolerierung/tolerancing						
	Mercedes-Benz	© Daimler AG Schutzvermerk DIN ISO 15015 beachten! / Refer to protection notice DIN ISO 15015!		Format/sz. A3	Blatt/sh. 2/2	Sach-Nr./basic number Seitenteil
Keine Aenderung ohne Zustimmung der federfuehrenden Konstruktion. / Any alterations are subject to the approval of the design department.						



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Hanisch

Vorname: Robert

dass ich die vorliegende Bachelorarbeit bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

Erarbeitung eines Konzeptes und Konstruktion der Komponente „Liege“ im Nutzfahrzeug unter Berücksichtigung der Anforderungen an Bauraum, Funktionalität, Bedienkomfort, Kosten und Sicherheitsvorgaben.

ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Hamburg

Ort

12.03.2015

Datum

Unterschrift im Original