

Abschlusspräsentation im Modul BMVH

Pedelec-Lastentrike aus Sperrholz - auch für den Personentransport

Ablauf

- **Projektmanagement**
- 3D Modell
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Projektmanagement – Rahmenbedingungen



- Weiterentwicklung des TH-Lastenrads als Trike mit E-Antrieb
- barrierefreier Personentransport soll ermöglicht werden
- Projektdauer 7 Wochen
- Vorgehen nach dem Simultaneous Engineering
- Ergebnis als Open-Source Lösung
- Budget von 1000€ für Zukaufteile

Projektmanagement – Anforderungen

- Trike mit 2 Rädern vorne und einem Rad hinten
- Nutzung durch Angehörige der TH OWL
- Bedienungsanleitung inkl. Montage- und Instandhaltungsanleitung
- hinterer Teil weitgehend gleich zum bestehenden Modell
- Systemgewicht von max. 250 kg
- Unterstützung durch E-Antrieb, Zulassung als Pedelec
- vom Fahrer steuerbare Stütze unter der Kiste
- Befestigungspunkte für Sicherung der Ladung / Personentransport

Ablauf

- Projektmanagement
- **3D-Modell**
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- **Inklusion & Ergonomie**
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Inklusion & Ergonomie



Inklusion & Ergonomie

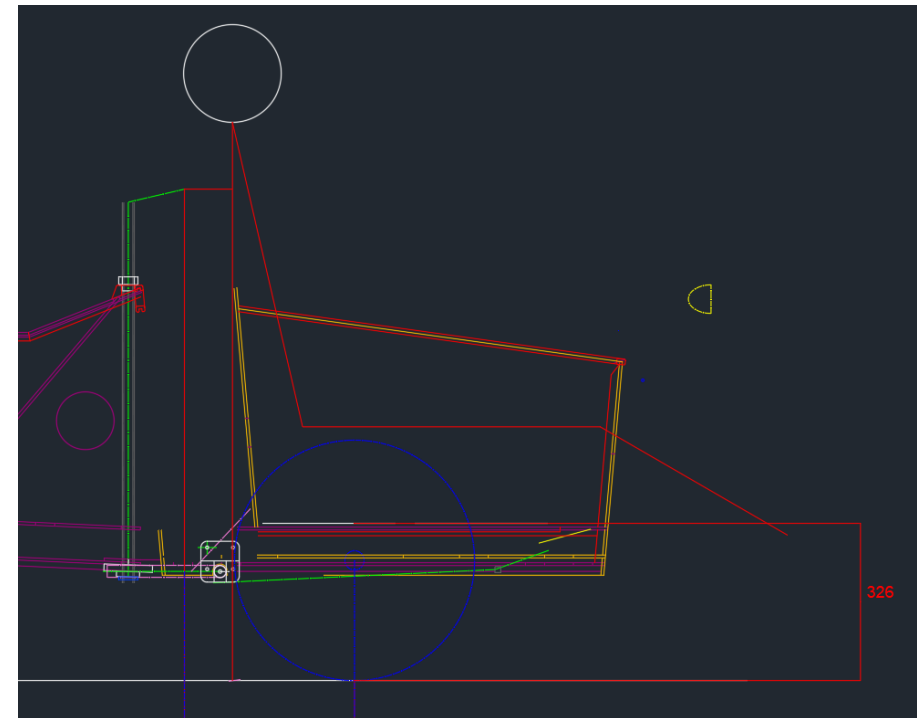
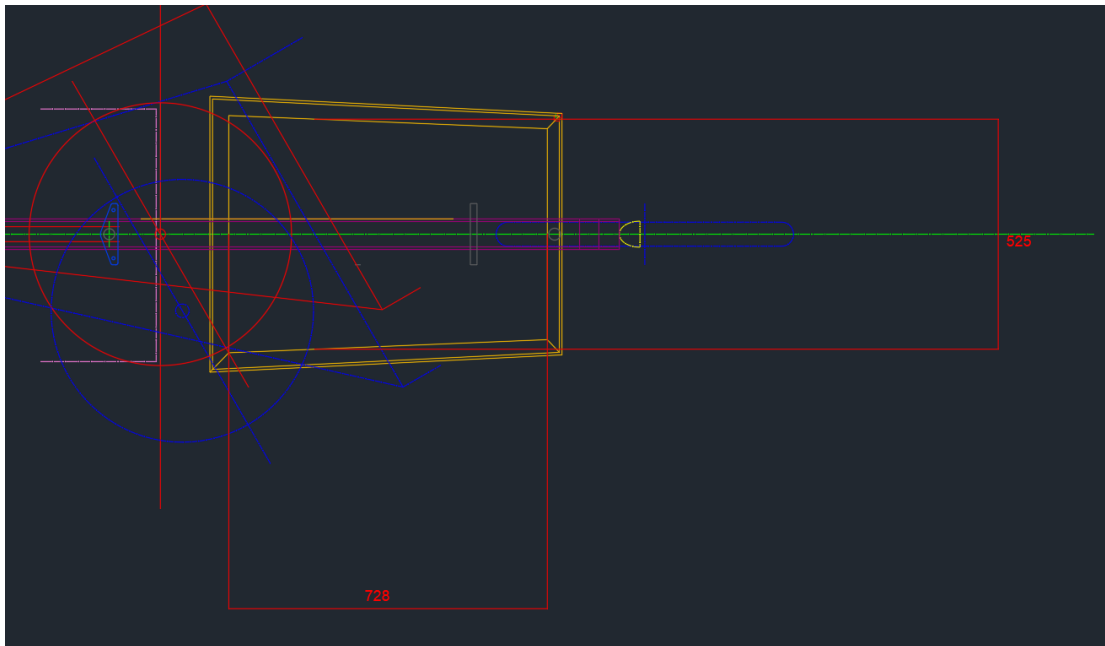
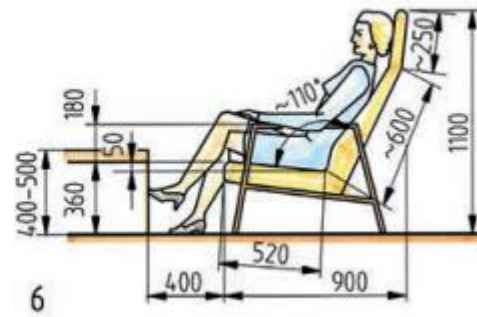
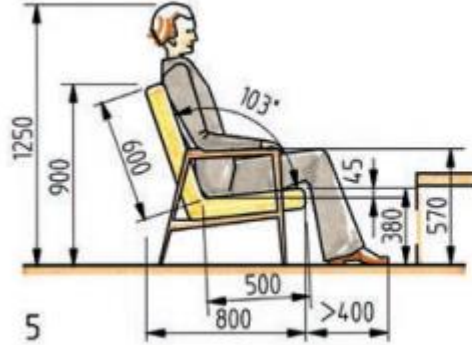


Tabelle 26 — Kniehöhe



säß-Beinlänge



TECHNISCHE HOCHSCHULE
OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Alter

Altersgruppen

Männer

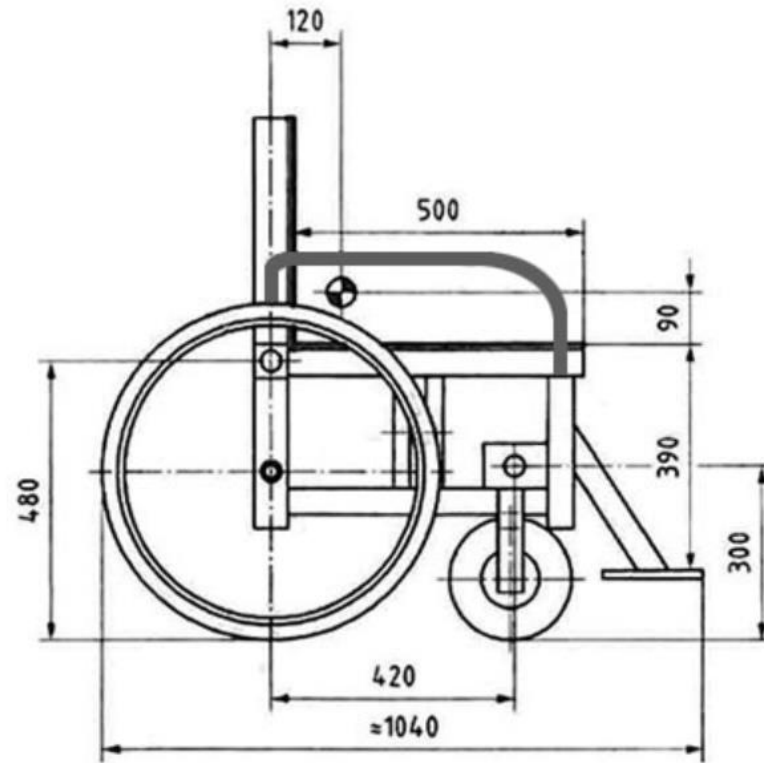
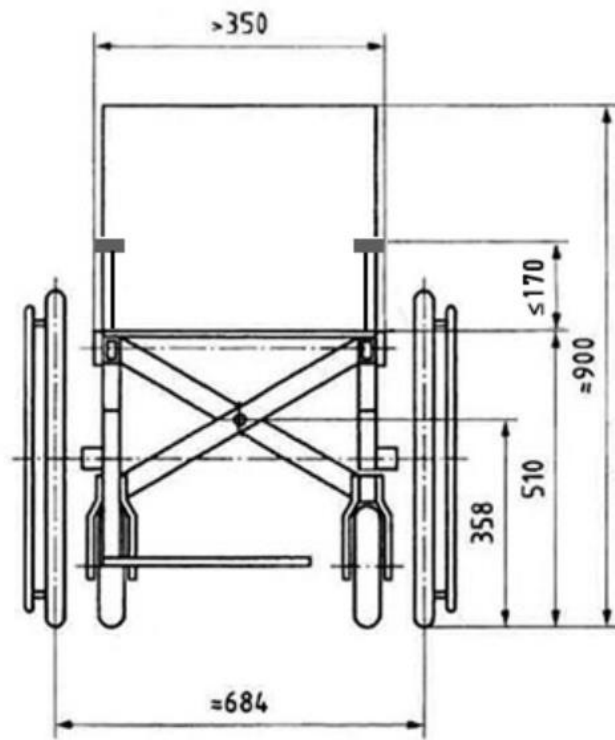
Perzentil

50

545

Frauen

Jahre	Männer			Frauen		
	5	50	95	5	50	95
18-65	495	535	585	460	500	550
18-25	510	550	600	470	510	545
26-40	500	540	590	460	500	540
41-60	490	530	580	455	495	535
61-65	485	520	570	450	490	535





Handlungsempfehlungen

1. Innenmaße der Transportkiste

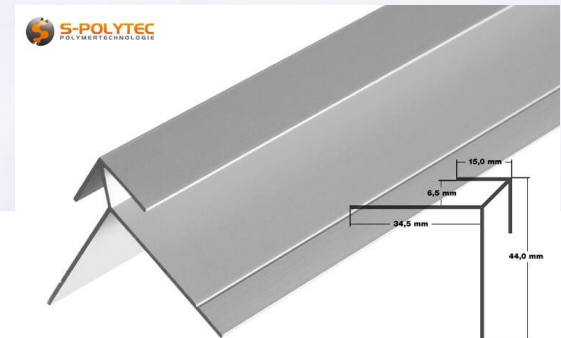
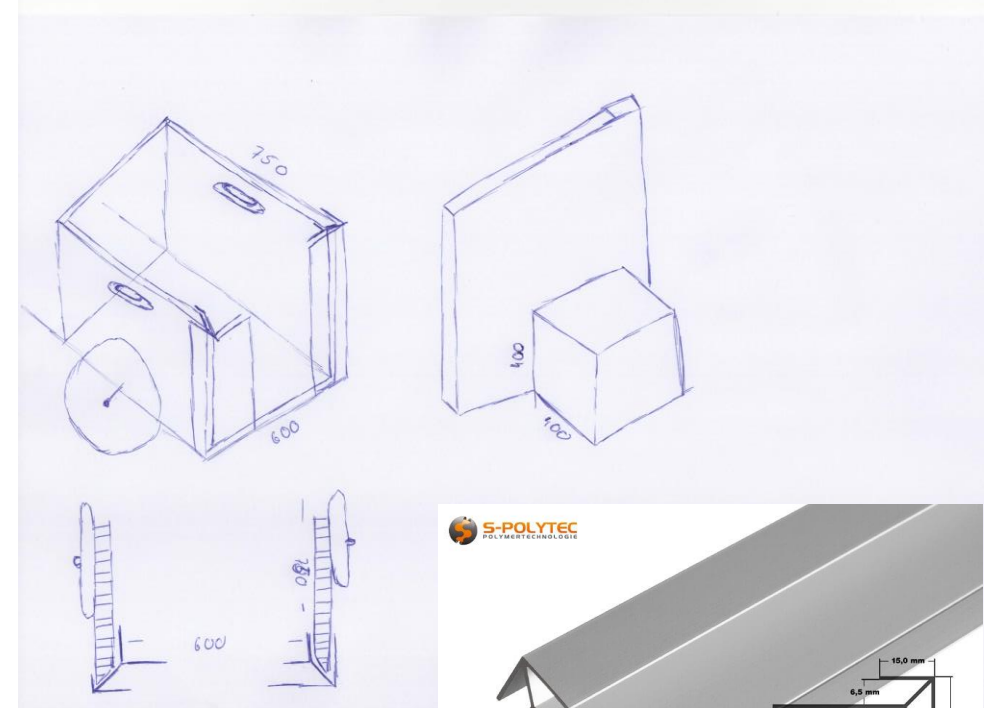
1. 600 mm x 750 (zzgl. 250 mm Erker)

2. Transfer des Sozius

1. Abnehmbare/Einschiebbare Front der Kiste
2. Rutschbrett
3. Hebeteknik

3. Komfort des Sozius

1. Auskragung in der Front für Beinverlängerung
2. Griffmulden in der Seite zum Festhalten während der Fahrt
3. Einleg-Sitzpolster



Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- Inklusion & Ergonomie
- **Lenkung**
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Lenkung

- 1) Voraussetzungen aus der DIN
- 2) Gesamtdarstellung
- 3) Lenkarm
- 4) Gelenkkopf
- 5) Lenkstange
- 6) Flanschlager
- 7) Welle
- 8) Abweiser

Jan Borillo Werner – 15450096

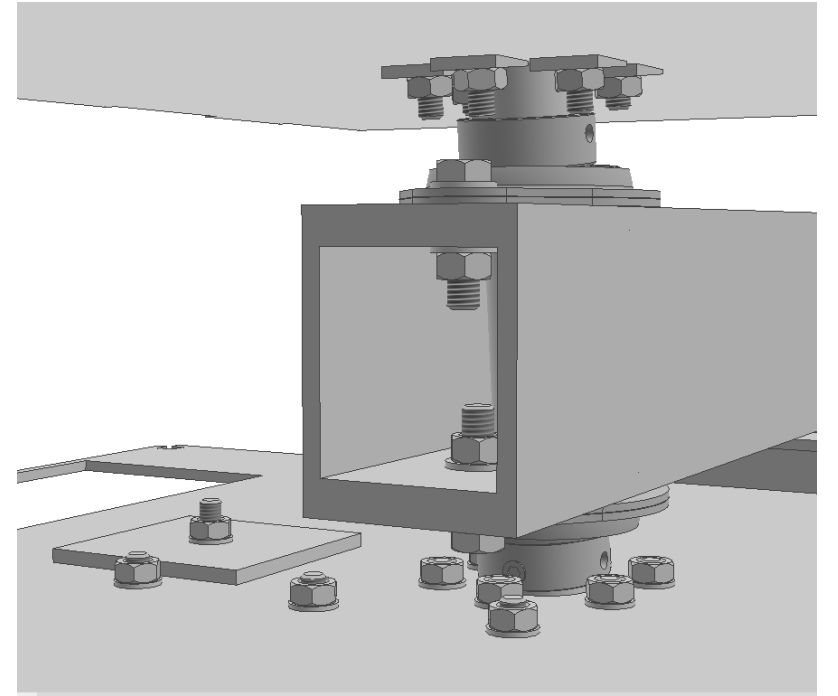
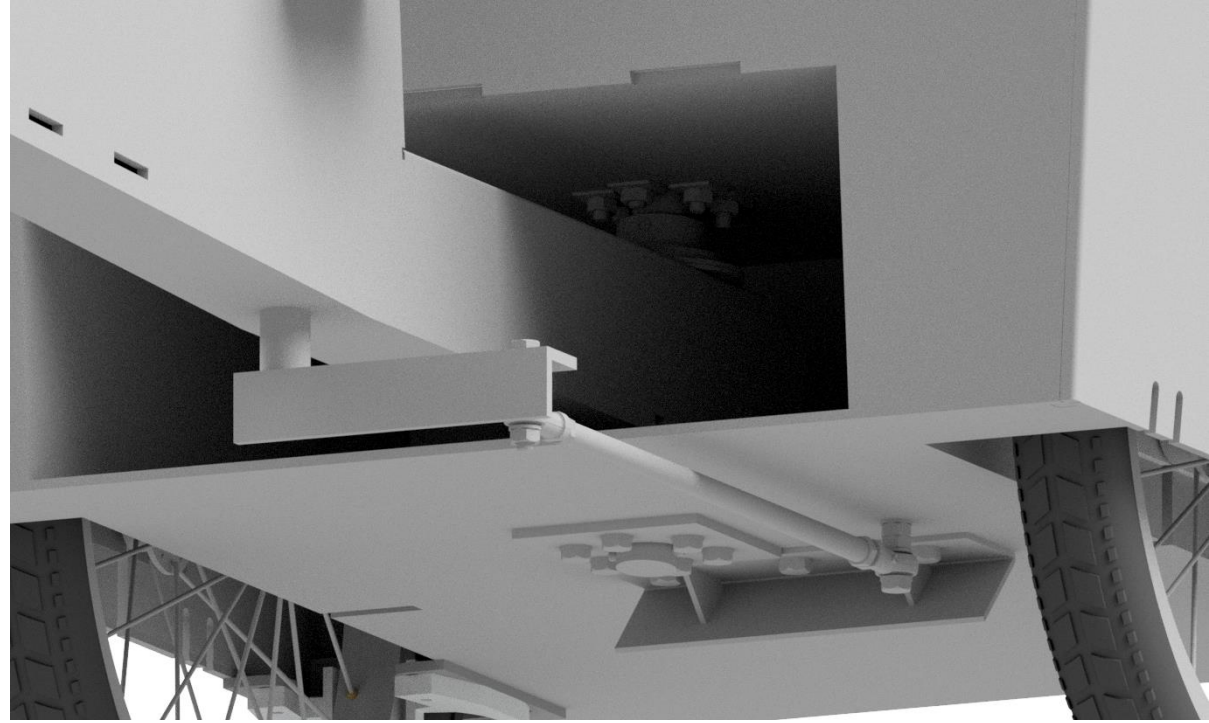
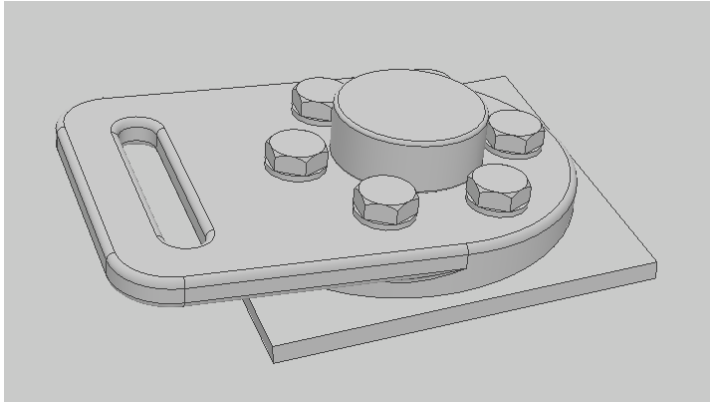
Toni Patzke – 15446061

1) Voraussetzungen aus der DIN 79010

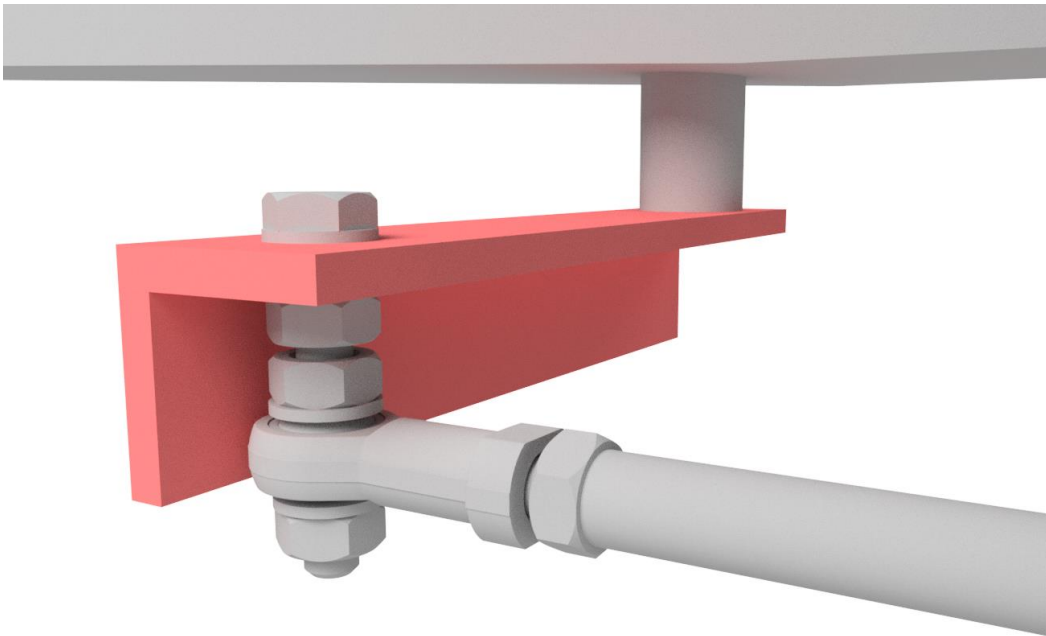
1. Lenkermaße: Der Lenker muss einen **Gesamtbreite zwischen 350 mm und 1000 mm** haben.
2. Lenkergriffe: Lenkergriffe müssen einer **Abzugskraft von 70 N** standhalten.
3. Lenkwinkel: Die Lenkung muss aus der Mittellage nach jeder Seite um **mindestens 30° frei beweglich** sein. Dabei darf in der Lenkung über den gesamten Lenkweg **kein freies Spiel** festgestellt werden.
4. Belastung: **Mindestens 25% des Gesamtgewichtes** von Fahrrad, Fahrer und maximaler Zuladung **müssen die gelenkte Achse belasten**.
5. Lenkkraft: Ein **Drehmoment von 80 Nm** ist bei der Drehung **senkrecht zur Achse des Lenker-Schaftes** aufzubringen.



2) Gesamtdarstellung



3) Lenkarm



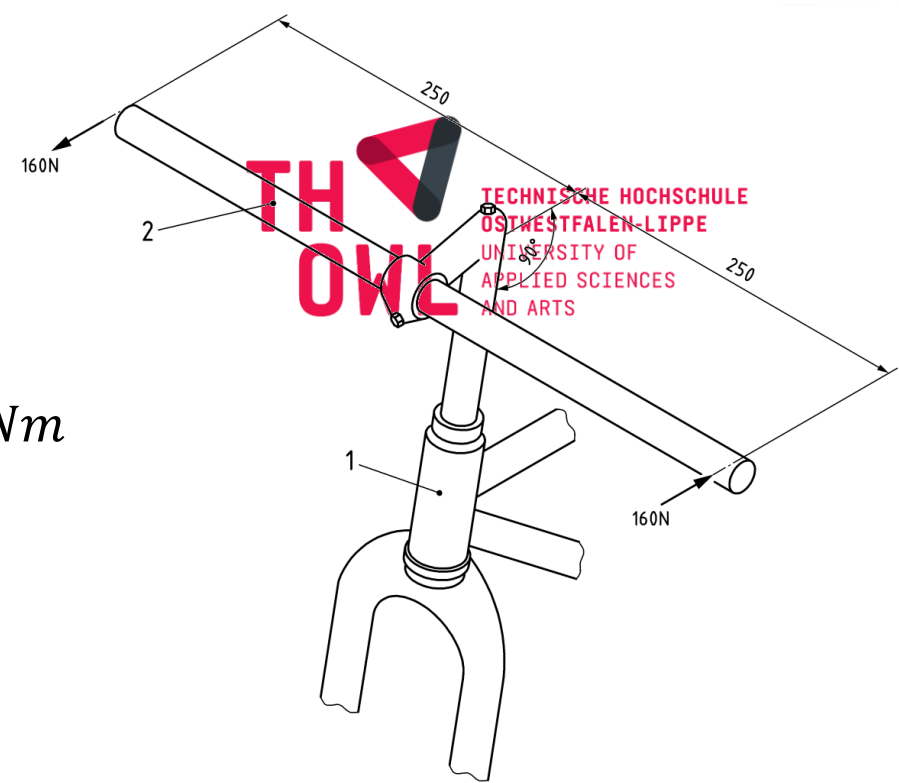
Kraft aus Lenkkräften:

$$160 \text{ N} \cdot 0,25 \text{ m} = 40 \text{ Nm}$$

$$40 \text{ Nm} \cdot 2 = 80 \text{ Nm}$$

$$F = \frac{M_B}{0,13 \text{ m}} = \frac{80 \text{ Nm}}{0,13 \text{ m}}$$

$$F = 615,38 \text{ N}$$



SCHWEISSNAHT 2 ≤ α ≤ 0,7 SCHWEISSEN ≈ 80% WENIGER FESTIGKEIT!

80 Nm $W_{\text{torsion}} = 1024 \text{ mm}^3$

$G_t = \frac{M_b}{W_t} = \frac{80000}{1024} = 78,125 //$


$\rightarrow \varnothing 25$
 $\varnothing 25 + 2$

BET WANDSTÄRKE 5 mm $e = 10,6 \text{ mm}$ $I_y = 36350$ $M_b = 80 \text{ Nm}$

$G_b = \frac{80000}{36350} \cdot 10,6 = 23,32 //$

5) Lenkstange

LENKSTANGE



AUßEN $\varnothing 12$
INNEN $\varnothing 8$

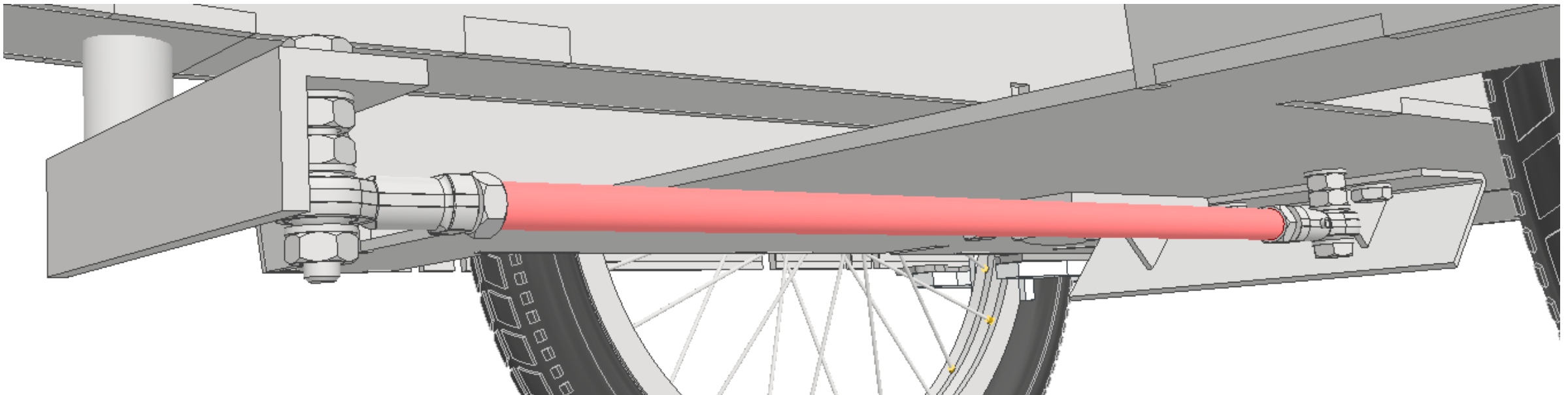
LÄNGE 345'4 mm $E_{mod} = 210000 \text{ N/mm}^2$

$$I_y = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = 817$$
$$A = \pi \left(\frac{12}{2}\right)^2 - \pi \left(\frac{8}{2}\right)^2 = 62'8$$

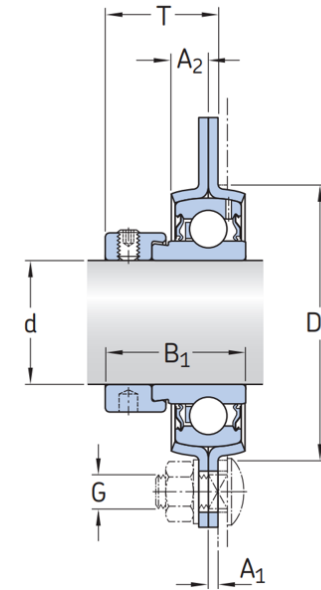
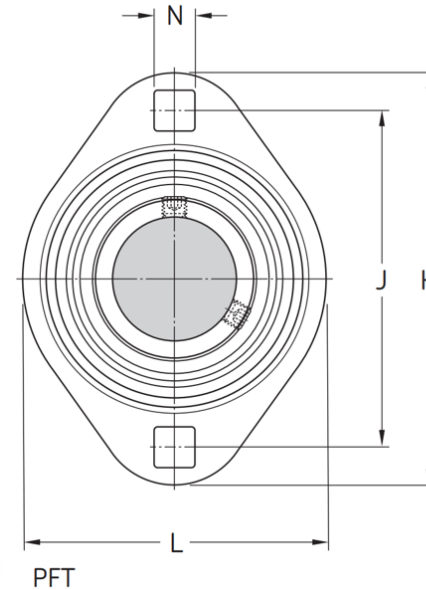
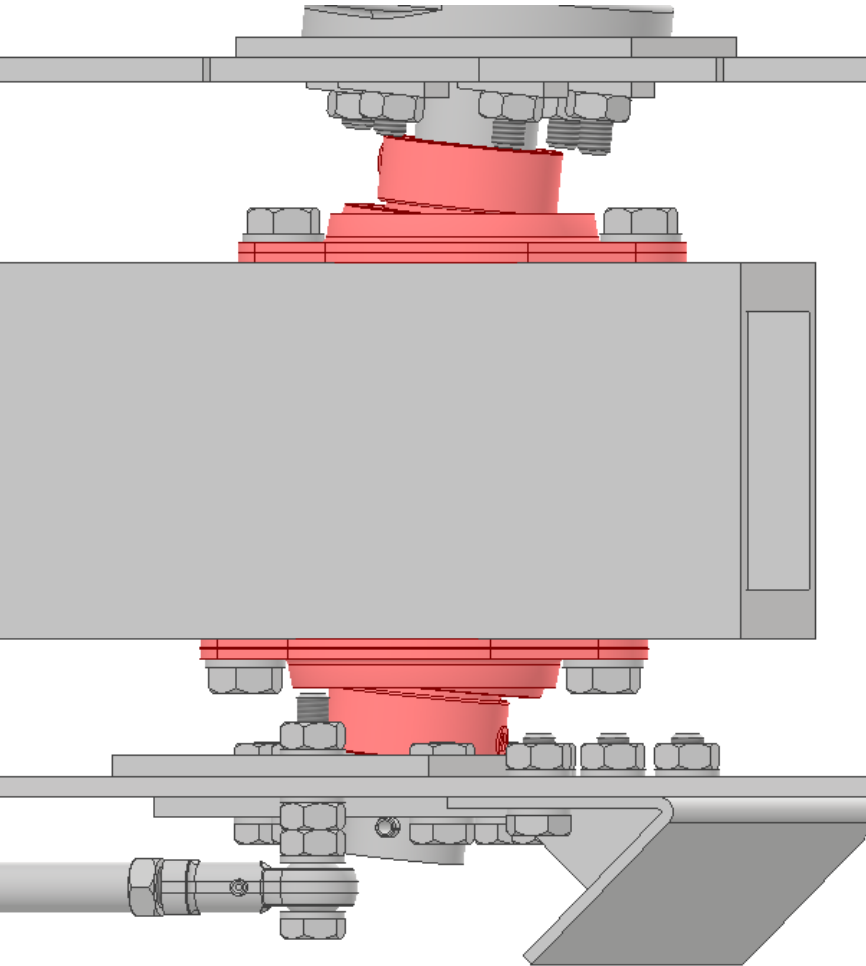
2. EULER-FALL
KNICKEN

$$F_k = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_{min}}{l^2};$$
$$= \pi^2 \cdot \frac{210000 \cdot 817}{(345'4)^2} = 14193'7 \text{ N} //$$

14193 N \gg 615 N = LENKSTANGEKRAFT



6) Flanschlager



Maß	Wert [mm]
N	10,5
J	90,5
H	112
L	84
T	29,2
A1	2,5
A2	9,5
B1	35,7
Da	71
G	10
d	30
dyn. Tragzahl	19,5
stat. Tragzahl	11,2

FLANSCHLAGER

$$C_s = 11'2 \text{ kN} \quad F_a = 2500 \text{ N} \quad F_r = 2500 \text{ N} \quad \text{Ø}30$$

$$\frac{F_a}{F_r} = 1$$

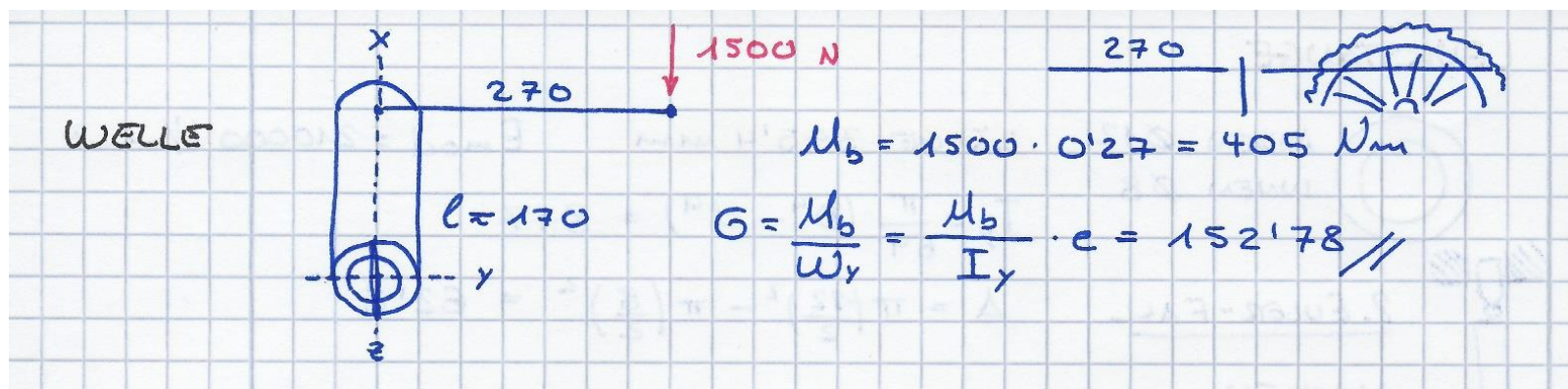
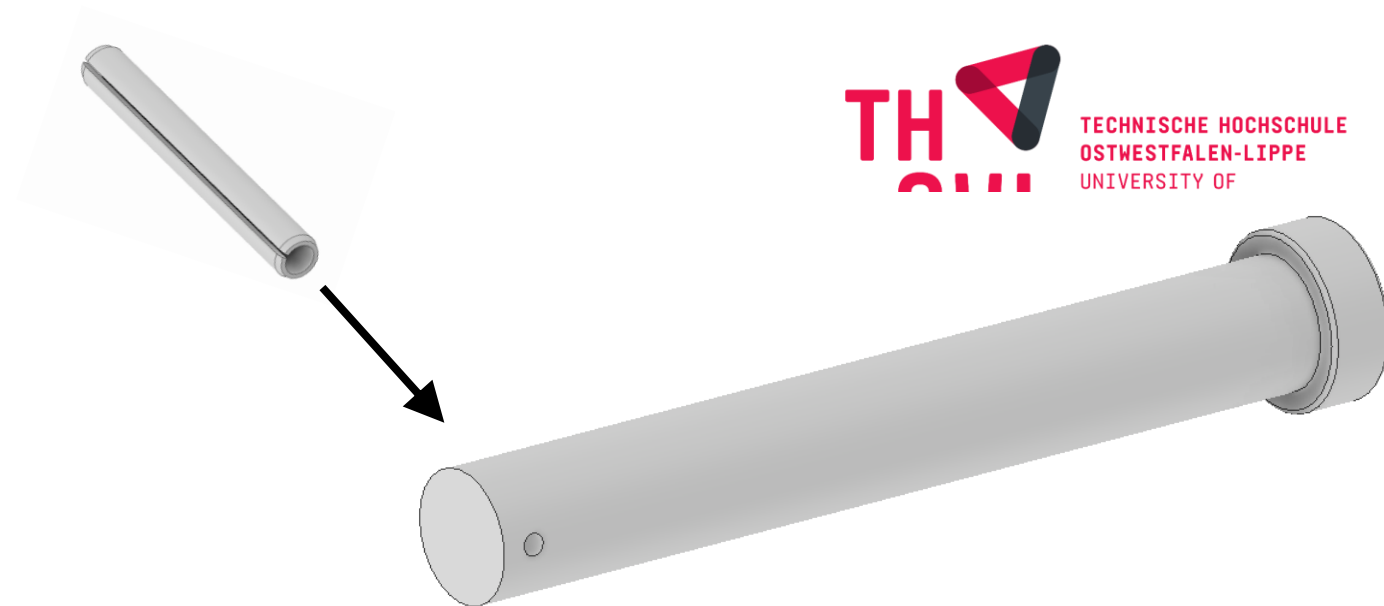
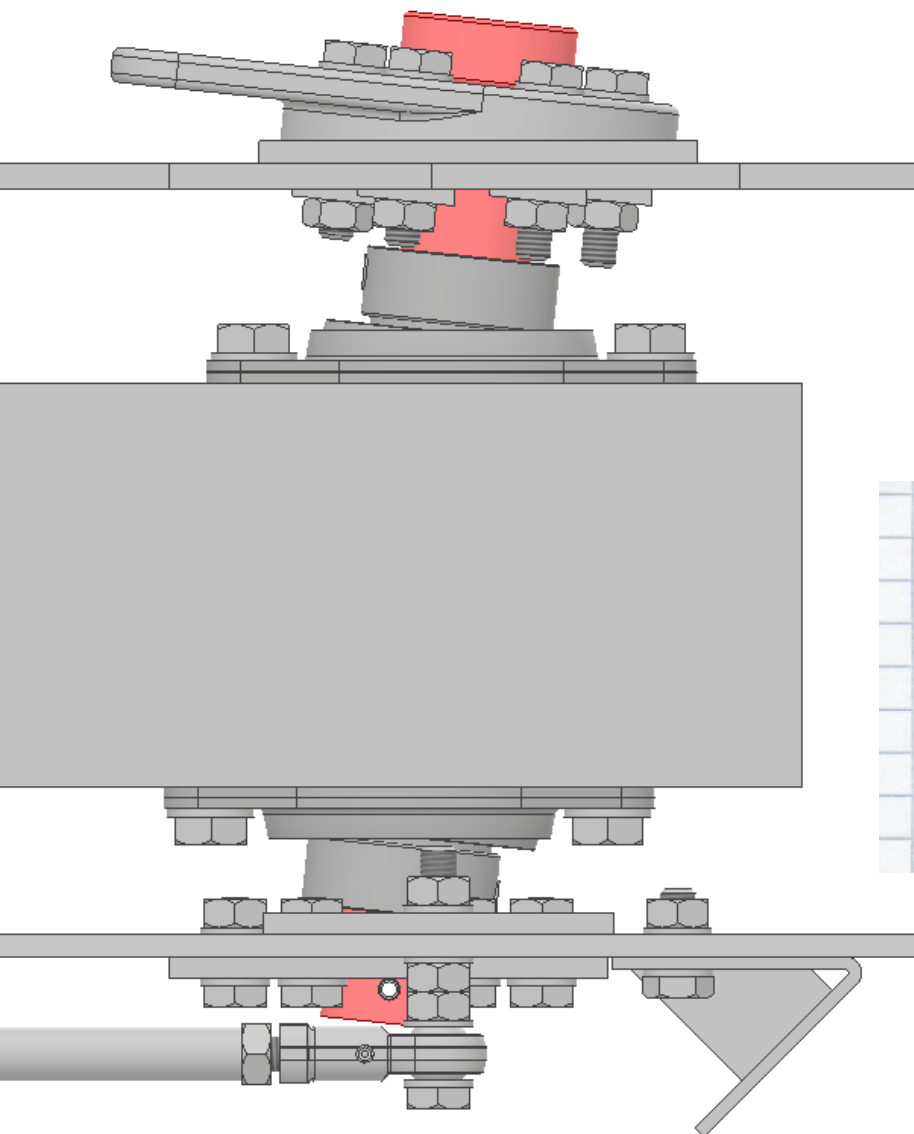
$$\frac{F_a}{C_0} = 0'223 \rightarrow e = 0'38$$

$$\frac{F_a}{F_r} > e \begin{cases} Y = 1'15 \\ X = 0'56 \end{cases}$$

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a = 0'56 \cdot 2500 + 1'15 \cdot 2500 = 4275 \text{ N}$$

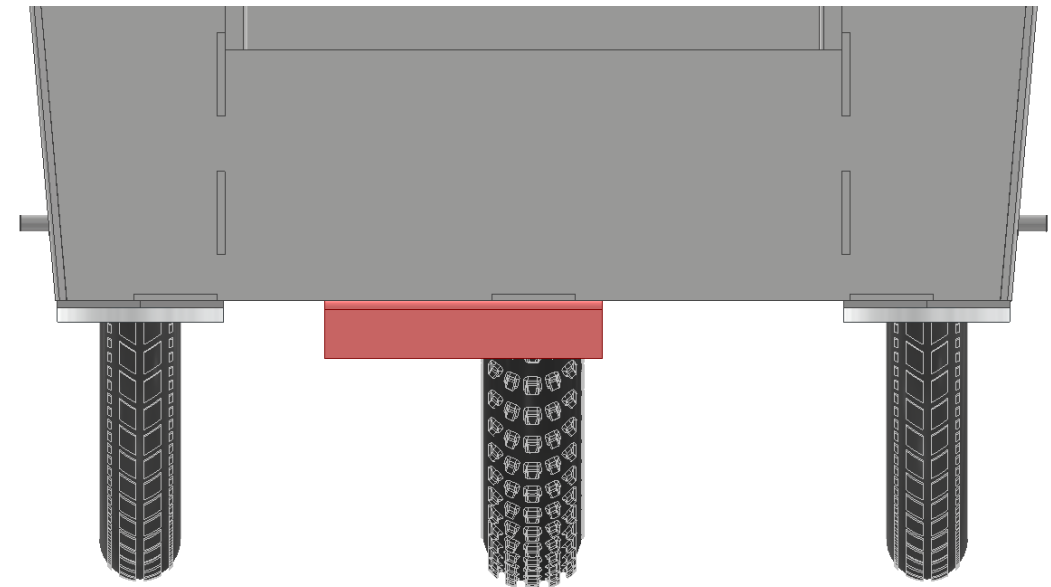
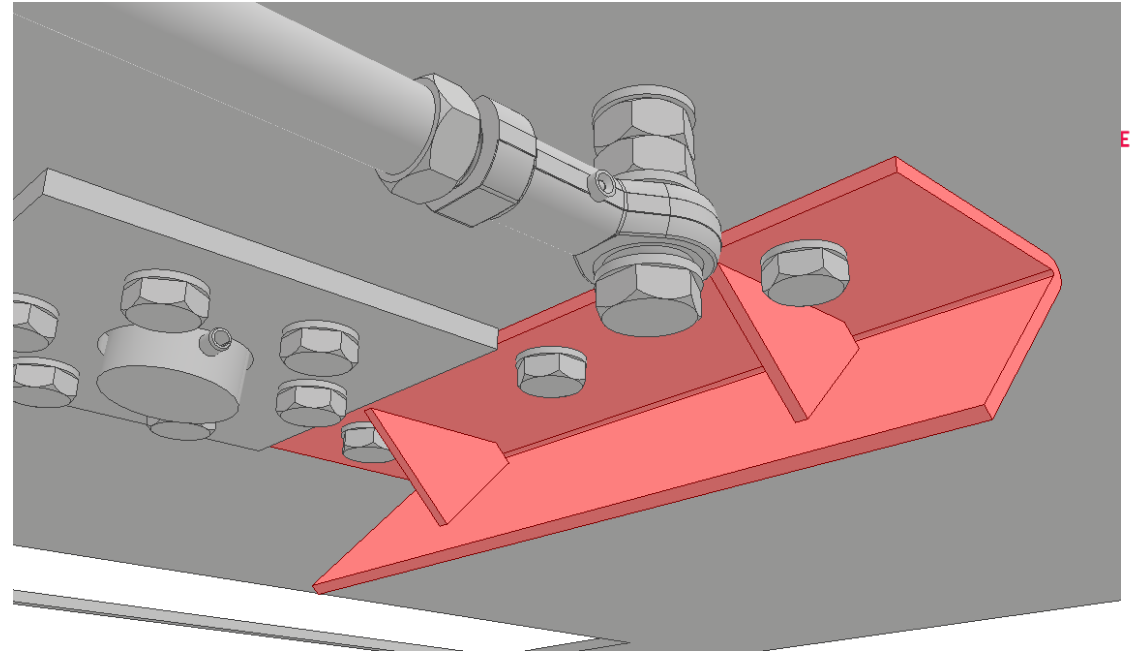
$$11200 > 4275 ; \frac{11200}{4275} = 2'6 //$$

7) Welle



8) Abweiser

- gewinkelt Blech
- 3 mm Stärke
- Versteifung durch Stützen
- 3 Anschraubpunkte

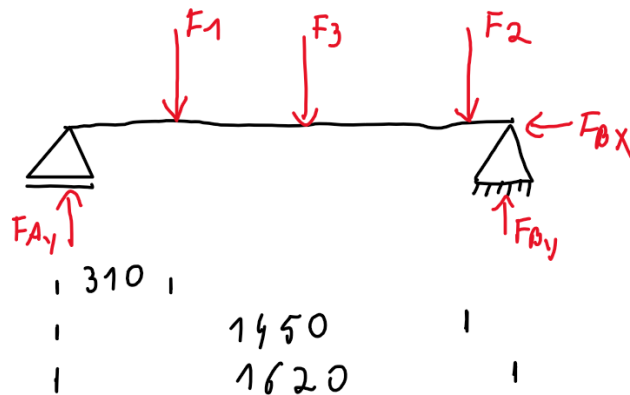


Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- **Achsen, Räder, Bremsen**
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Achsen, Räder, Bremsen

Belastungen



$$F_1 = 1100N \quad F_2 = 1100N \quad F_3 = 300N$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Bx}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Ay} + F_{By} - F_1 - F_2 - F_3$$

$$\Sigma M_B = 0 = -F_{Ay} \cdot 1620\text{mm} + F_1 \cdot 1310\text{mm} + F_2 \cdot 170\text{mm} + F_3 \cdot 810\text{mm}$$

$$F_{Ay} = \frac{1100N \cdot 1310\text{mm} + 1100N \cdot 170\text{mm} + 300N \cdot 810\text{mm}}{1620\text{mm}} = 1155 \text{ N}$$

$$F_{By} = 2500N - 1155N = 1345N$$

$$F_{\text{Felge}} = \frac{F_{By}}{2} = 673 \text{ N}$$

Achsen, Räder, Bremsen

Bremskraft

a) Anforderung der Mindestbremskraft

Bei der Prüfung muss das Lastenrad die in Tabelle 3 aufgeführten Anforderungen erfüllen. Zur Berechnung der Mindestbremskraft werden die Mindestbremsverzögerungen aus 5.5.1.2, Tabelle 2 verwendet. Bei mehrspurigen Lastenrädern gelten die Forderungen an die Mindestbremsverzögerung für die gesamte Achse.

Tabelle 3 — Anforderungen der Mindestbremskraft eines Lastenrades

Fahrradtyp	Bedingungen	Wirkbereich	Wert der Mindestbremskraft F_{Br}
Lastenrad	trocken	eine Achse	$F_{Br} = m_{ges} \cdot 3,4 \text{ m/s}^2$
		jede weitere Achse	$F_{Br} = m_{ges} \cdot 2,2 \text{ m/s}^2$
	nass	eine Achse	$F_{Br} = m_{ges} \cdot 2,2 \text{ m/s}^2$
		jede weitere Achse	$F_{Br} = m_{ges} \cdot 1,4 \text{ m/s}^2$

Daraus ergibt sich für die Vorderachse:

$$F_{BrV} = 250 \text{ kg} \cdot 3,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 850 \text{ N}$$

Und für die Hinterachse:

$$F_{BrH} = 250 \text{ kg} \cdot 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 550 \text{ N}$$

Achsen, Räder, Bremsen

Auswahl Felgen



20“x1,75 BMX Aluminium Felge:

- 48 Speichen für erhöhte Belastung
- 10x100 durchgehende Achse
- 47 – 406 (ETRTO)
- *Systemgewicht bis 140kg*
- *Nur Felgenbremse*
- 26 €



20“ Lastenrad Felge:

- 36 Verstärkte Speichen für erhöhte Belastung
- 15x110 Steckachse
- 30 – 406 (ETRTO)
- *Systemgewicht bis 200kg*
- *Felgen oder Scheibenbremse*
- 92€

Achsen, Räder, Bremsen

Auswahl Felgen



20"x1,75 BMX Aluminium Felge:

Pro:

- Günstig
- Ausgelegt für dynamische Belastung bei Stunts
- Hohe Achsstabilität durch durchgehende Achse

Contra:

- Ungenaue Festigkeitsangaben
- Nur Felgenbremse möglich

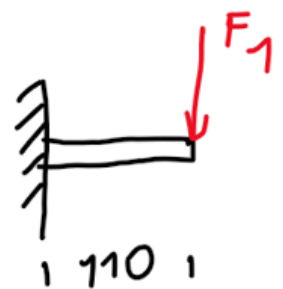
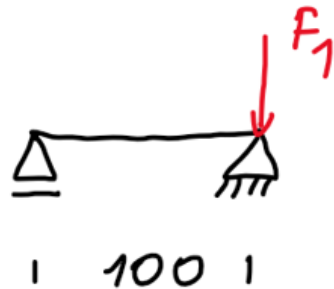


20" Lastenrad Felge:

- 36 Verstärkte Speichen für erhöhte Belastung
- 15x110 Steckachse
- 30 – 406 (ETRTO)
- *Systemgewicht bis 200kg*
- *Felgen oder Scheibenbremse*
- 92€

Achsen, Räder, Bremsen

Auswahl Felgen

15 mm Steckachse	10 mm durchgehende Achse
Versagen auf Biegung	Versagen auf Schub
	
$M_{max} = F1 \cdot l$ $M_{max} = 1100N \cdot 110mm = 121000 \text{ Nmm}$ $W_y = 331 \text{ mm}^3$ $\sigma_{Bmax} = \frac{121000 \text{ Nmm}}{331 \text{ mm}^3} = 366 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{zul} = 900 \text{ N/mm}^2 (25CrMo4)$	$\tau_{max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{F1}{A}$ $\tau_{max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1100N}{79 \text{ mm}^2} = 19 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_v = \sqrt{4\tau^2}$ $\sigma_v = \sqrt{4 \cdot (19N/mm^2)^2} = 38 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{zul} = 900 \text{ N/mm}^2 (25CrMo4)$
Berechnung unter folgenden Annahmen: Nur statische Betrachtung Worst-Case 110 kg auf einer Achse	

Achsen, Räder, Bremsen

Auswahl Bremsen

Felgenbremse

Pro:

- Leichte Wartung
- Leichte Montage
- Geringeres Gewicht

Contra:

- Verschleiß an Felge
- Bremskraftminderung bei Verschmutzung
- Geringere Bremskraft /längerer Bremsweg

Scheibenbremse

Pro:

- Höhere Bremskraft
- Kein Verschleiß der Felge

Contra:

- Wartungsintensiv
- Höheres Gewicht
- Spezielle Felge nötig

Achsen, Räder, Bremsen

Gegenüberstellung

Variante A: BMX-Felge + Felgenbremse

- 2x Felge: 52 €
- 2x Hydraulische Felgenbremse: 100 €
- 2x Reifen: 30 €
- 2x Schlauch: 16 €

Gesamt: 198 €

4x Aluminium Ausfallenden (Eigenbau)

Variante B: Lastenradfelge + Scheibenbremse

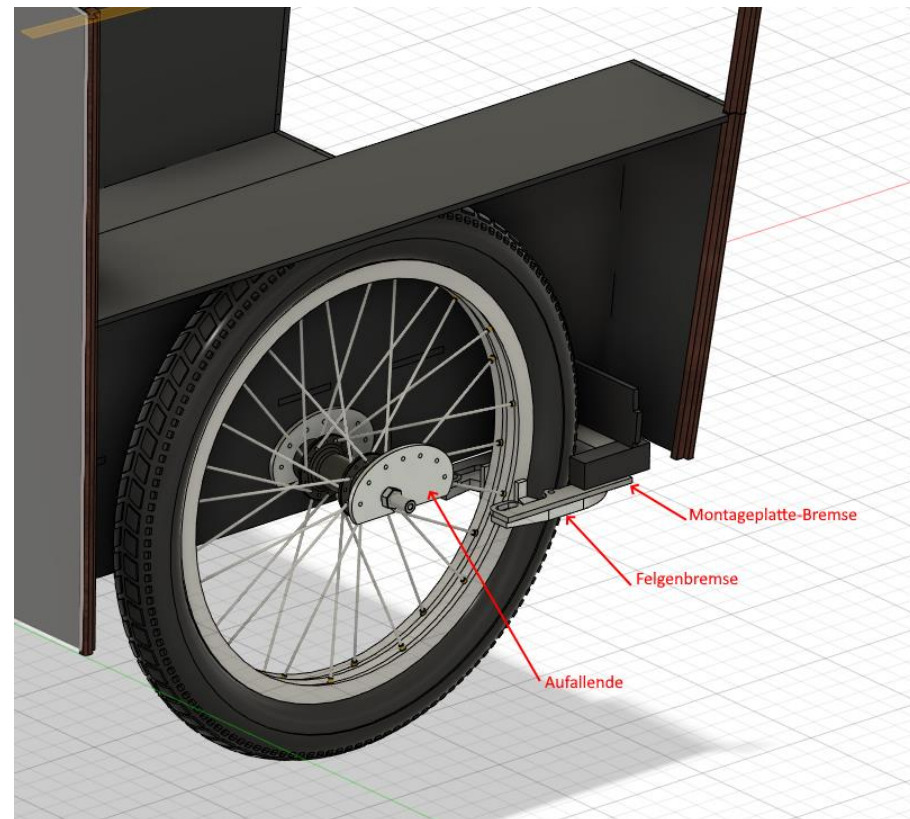
- 2x Felge: 184 €
- 2x Hydraulische Scheibenbremse: ca. 150 €
- 2x Reifen: 30 €
- 2x Schlauch : 16 €

Gesamt: 380€

2x 15 mm Achse (Eigenbau)
2x Achsaufnahme (Eigenbau)

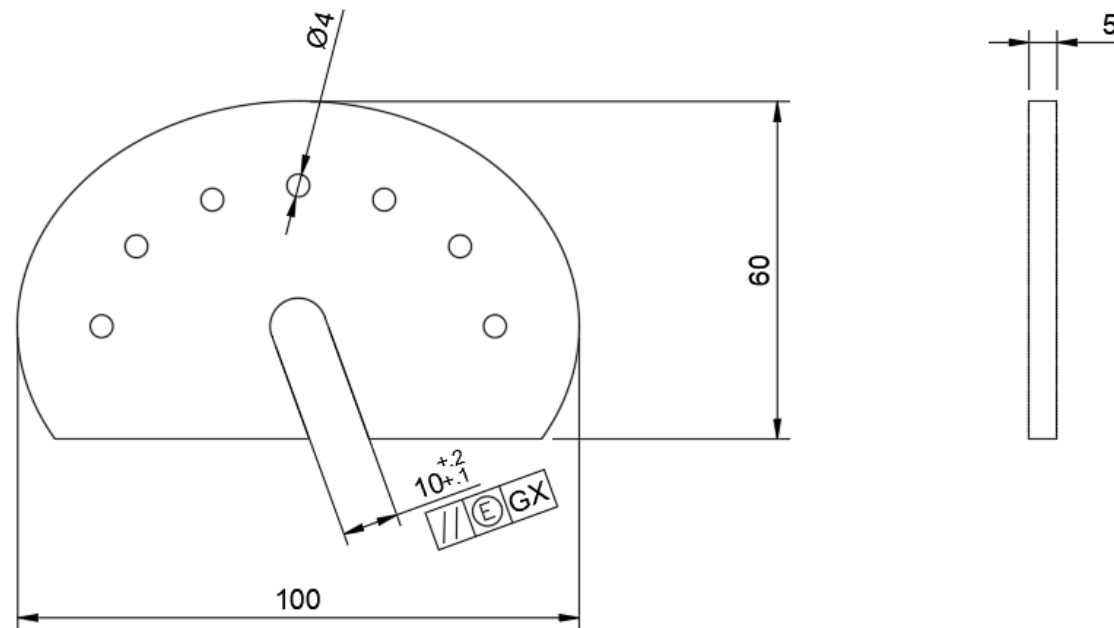
Achsen, Räder, Bremsen

Konstruktion



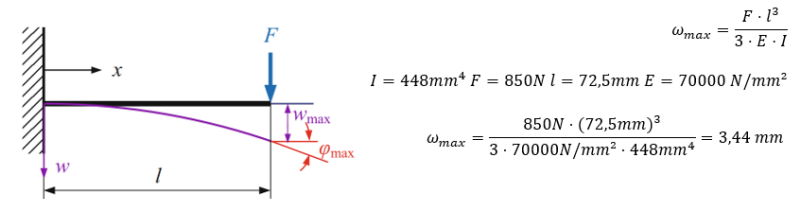
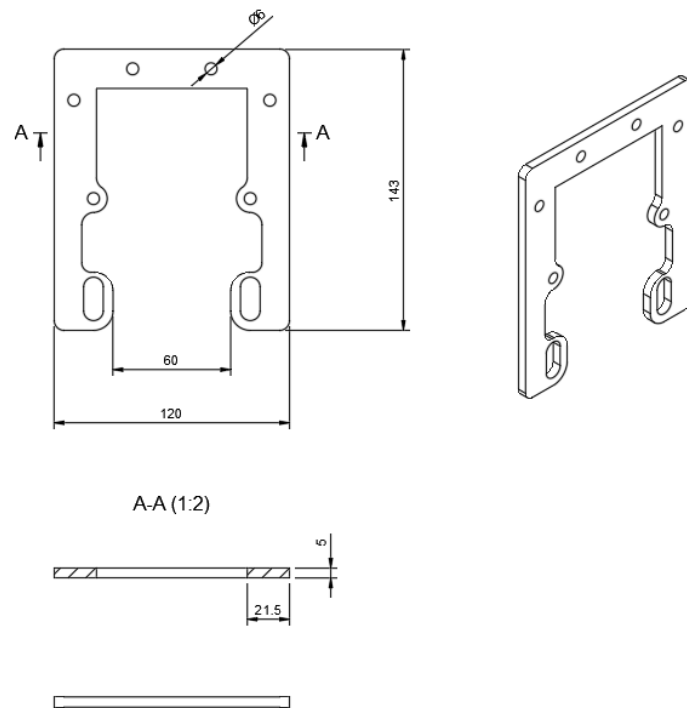
Achsen, Räder, Bremsen

Konstruktion Ausfallenden



Achsen, Räder, Bremsen

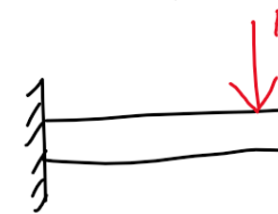
Konstruktion Montagebügel



$$\omega_{max} = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

$$I = 448 \text{ mm}^4 \quad F = 850 \text{ N} \quad l = 72,5 \text{ mm} \quad E = 70000 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega_{max} = \frac{850 \text{ N} \cdot (72,5 \text{ mm})^3}{3 \cdot 70000 \text{ N/mm}^2 \cdot 448 \text{ mm}^4} = 3,44 \text{ mm}$$



$$\sigma_{max} = \frac{M_B}{W_x}$$

$$W_x = 180 \text{ mm}^3$$

$$M_B = F \cdot l = 850 \text{ N} \cdot 72,5 \text{ mm} = 61625 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_B}{W_x} = \frac{61625 \text{ Nmm}}{180 \text{ mm}^3} = \frac{342 \text{ N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F}{A}$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{850 \text{ N}}{215 \text{ mm}^2} = 5,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{4\tau^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{4 \cdot (5,9 \text{ N/mm}^2)^2} = 11,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zul} = 200 \text{ N/mm}^2$$

Achsen, Räder, Bremsen

Konstruktion Zusatzteile



Achsen, Räder, Bremsen

Materialliste

Nr.	Anzahl	Beschreibung	Preis[€]
1	2	20" x 1,75 BMX-Felge mit Achse	52,00
2	2	Schlauch 20x1,75	5,00
3	2	Reifen „City“	21,00
4	1	2x Hydraulische Felgenbremse Magura HS11 (mit Leitung)	110,00
5	1	Magura T-Stück für Bremsleitung	33,00
6	1	Bremshebelfeststeller	10,00
7	4	Ausfallende aus 5 mm Aluminium	-
8	2	Montageplatte Bremse aus 5 mm Aluminium	-
		Summe	231,00

Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- **Antrieb**
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- Bedienungsanleitung

Interne Anforderungen

- **Systemgewicht:** 250 kg
- Keine / **kaum Veränderung des hinteren Teils** des Lastenrads (vgl. „LongJohn“)
- Trike soll **rechtlich als Pedelec** gelten
- Mindestens **1 h unter Vollast** fahren können
- **Wetterschutz** der Antriebselemente
- Möglichst **geringer Verkabelungsaufwand**
- **Leichte Zugänglichkeit** des Akkus (Laden / Tausch bei Defekt)
- **Ausschließen der Deformation des Akkus** (Brandgefahr); Sicherung gegen Verrutschen; Diebstahlsicherung
- Mit Akku verbundene **Lichter** (nach StVZO); An- und Abschalten Lichter, ohne Absteigen zu müssen
- **USB-Anschluss** (wettergeschützt)

Rechtliche Anforderungen

DIN EN 15194:2018-11 (Fahrräder - Elektromotorisch unterstützte Räder)

- **Nennleistung:** 250 W
- **Unterstützungsmotor:** Unterstützung nur, wenn Fahrer tritt
- Aktivierung Motor: **2 unabhängige, bewusste Handlungen** (Aktivierung an Display + Treten in Pedale)
- **Automatisches Abschalten Motorunterstützung** bei 25 km/h & wenn Fahrer aufhört, vorwärtszutreten (max. Abschaltweg ohne Bremssensoren = 2m; mit Bremssensoren = 5 m)
- **Treten der Pedale muss auch bei Ausfall der Unterstützung** möglich bleiben
- **Anfahrhilfe** bis 6 km/h zulässig
- **Diebstahlsicherung**, um unbefugte Nutzung durch Dritte zu verhindern
- Sicherstellung der Übereinstimmung von Batterie und Ladegerät

Rechtliche Anforderungen

DIN EN 15194:2018-11 (Fahrräder - Elektromotorisch unterstützte Räder)

- **Batterie:** Schutz gegen Kurzschluss, Überladen, Überhitzung
- **Anschlüsse:** Elektrische Kontakte dürfen nicht korrodieren; müssen konform der HD 60364-5-52:2011 sein
- **Schutz der Leitungen** vor Beschädigung durch scharfe Kanten
- Im Normalfall auftretenden elektrische Spannungen dürfen die Isolierung innenliegender Bauteile nicht beschädigen
- **Prüfung der Leitungen** (Unterscheidung, in Leitungen, die bei Benutzung und Leitungen, die bei Wartung gebogen werden müssen)

Rechtliche Anforderungen

DIN EN 15194:2018-11 (Fahrräder - Elektromotorisch unterstützte Räder)

- **Temperatur elektrischer Bauteile** muss Temperaturvorgabe des Herstellers unterschreiten
- Auslegung **Kabelquerschnitt** nach EN 60335-1:2012, Tabelle 11
- **Manipulieren der Steuer- und Regeleinheit** = verboten
- **Beständigkeit gegen Feuchtigkeit** aller elektrischer Bauteile (IPX 4 nach EN 60529:1991 (Verhindern des Eindringens von Wasser bei allseitiger Beanspruchung durch Spritzwasser))

Leistungsbestimmung

- Ermittlung der **auf tretenden Kräfte** (Radwiderstand, Luftwiderstand, Hangabtriebskraft bei Steigungsfahrt, Beschleunigung (translatorisch & rotatorisch))
- **Rechnerische Bestimmung der benötigten Leistung** (Nabenmotor + fahrende Person)
- **P1** (Anfahrhilfe bis 6 km/h) = **222 W**
- **P2** (Ebene Fläche; Fahrt mit konst. Geschwindigkeit (25 km/h)) = **305 W**
- **P3** (Steigungsfahrt (11,59 %); Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit (25 km/h)) = **2.288 W**
- **P4** (Ebene Fläche; Beschleunigung auf 25 km/h) = **1023 W**

Leistungsbestimmung

- **P1** (Anfahrhilfe bis 6 km/h) = **222 W**
- **P2** (Ebene Fläche; Fahrt mit konst. Geschwindigkeit (25 km/h)) = **305 W**
- **P3** (Steigungsfahrt (11,59 %); Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit (25 km/h)) = **2.288 W**
- **P4** (Ebene Fläche; Beschleunigung auf 25 km/h) = **1023 W**

- **Durchschnittsrader Schwellenleistung:** 150 – 170 W
- 250 W-Motor kann Leistung für Anfahrhilfe (P1) selbstständig aufbringen
- Fahrt mit konst. Geschwindigkeit mit Leistung des Unterstützungsmotors + Fahrende Person problemlos möglich
- Problematisch: Beschleunigen auf 25 km/h und Steigungsfahrten

Nachrüstsatz E-Motor

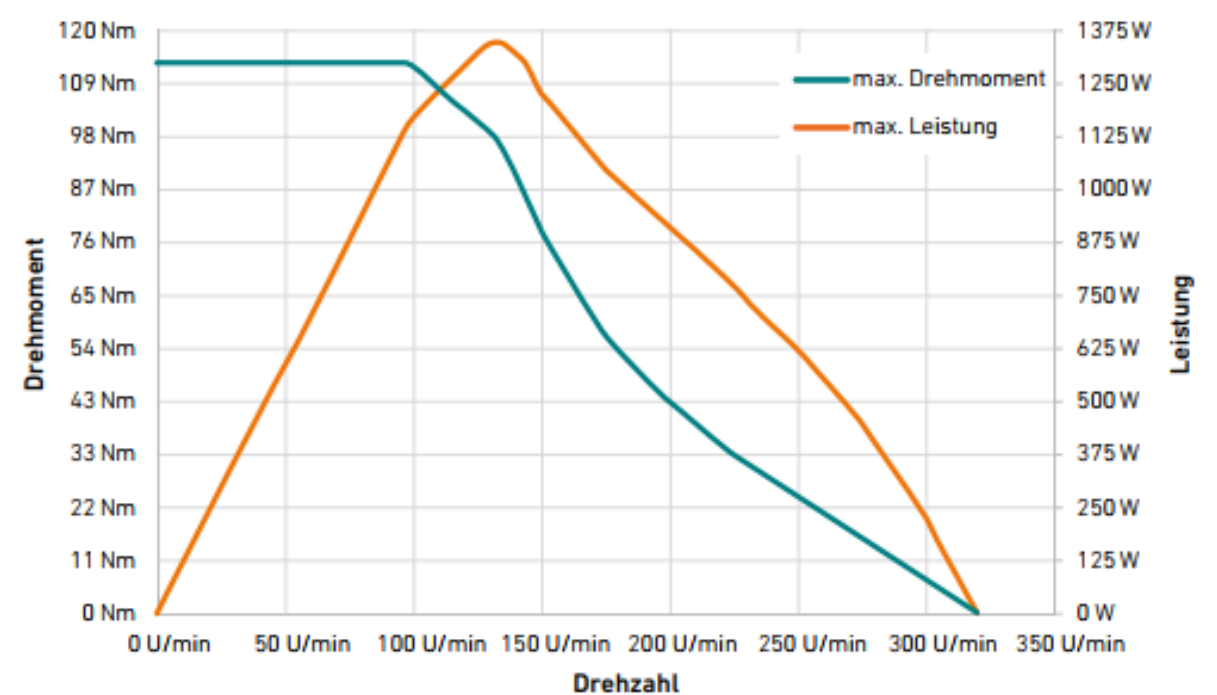
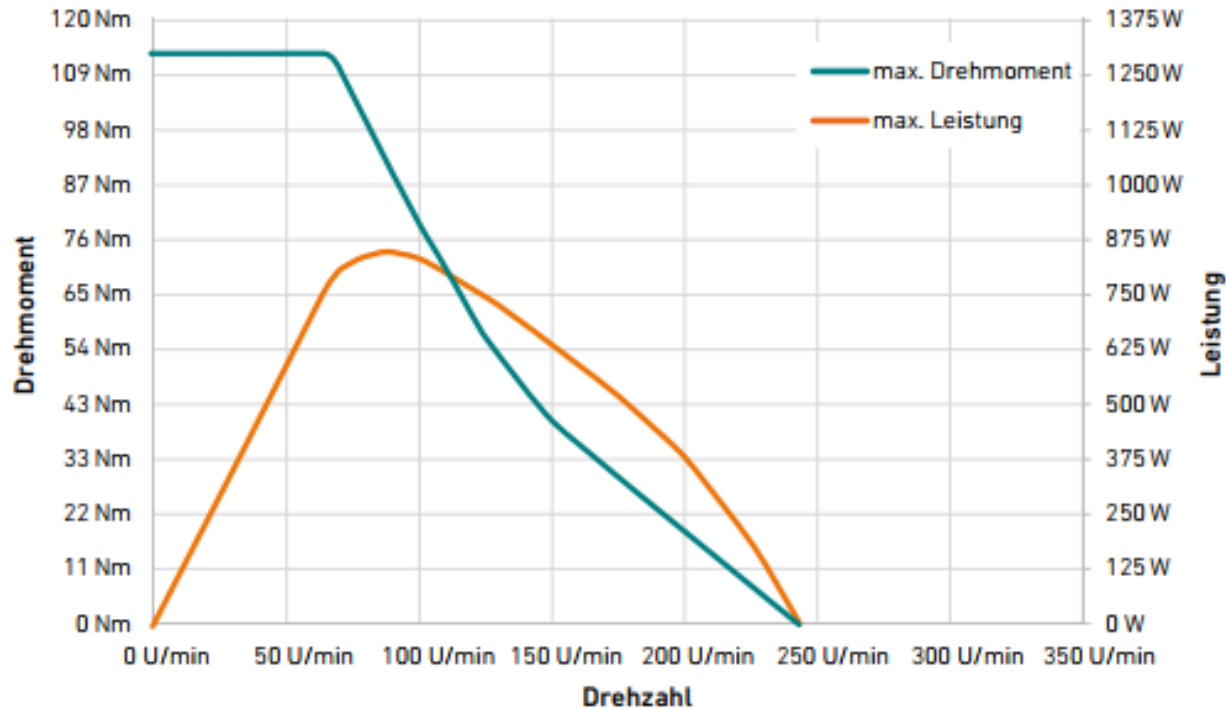
Benötigte Bauteile für „Nachrüstsatz“ E-Motor:

- **Motor** (Nabenmotor; begrenzte Dauernennleistung)
- **Sensoren** (Bremsensoren: Abschaltautomatik Motor; Pedalsensoren: Registriert, ob getreten wird)
- **Kompatibler Controller** (Steuereinheit: Reguliert Motorantrieb, wenn Daten von Sensoren über Aktivität des Fahrers empfangen werden)
- **Akku** (Ausreichend Kapazität; nicht zu hohes Gewicht)
- **Display** (Einstellung Unterstützungsstufe; Steuerung Lichter; Anfahrhilfe)
- **Reifen** (Kompatibilität mit eingespeichten Motor; Maximalbelastung)
- **Lichter** (Nach StVZO)
- **Kabel** (Verbindung Controller, Motor, Akku, Sensoren)

Hinterrad-Nabenmotor

- **Kompromiss zwischen Vorderrad-Nabenmotor & Mittelmotor**
- Starker Vortrieb, dynamisches Fahrgefühl
- Anbringung **ohne Rahmenänderung**
- **Motorkraft setzt an Hinterrad an:**
 - Verschleißarm (Kettenkomponenten)
 - Keine Gefahr des Verziehens bei Kurvenfahrten / hohen Geschwindigkeit (anders als bei Vorderradantrieb)
- **Geringe Geräusentwicklung**
- **Geringerer Preis** (als Mittelmotor / 2 Vorderrad-Nabenmotoren)

Hinterrad-Nabenmotor



48 V = Mehr Leistung, schnellere Beschleunigung; Motor kann mehr Kraft auf Pedale übertragen

Hinterrad-Nabenmotor

- **250 W, 48 V Motor** (Windmeile)
- Eingespeicht mit Hohlkammer-Aluminiumfelgen (für 26 Zoll Reifen)
- **Drehmoment:** 42 Nm;
- **Planetengetriebe:** Hohe Laufruhe und Leistungsstärke (auch bei niedrigen Drehzahlen)
- **IP-Zertifizierung IP 65** (Staub- und Wasserdichtheit: Strahlwasser aus beliebigen Richtungen)
- **CE-Zertifizierung**
- **Gewicht:** 3,5 kg



Verkabelung

- Windmeile Kabelbaum, Motorkabel etc.: **Steckersystem „Waterproof“**
- **Absolute Wasserdichtheit** und Witterungsbeständigkeit der Stecker
- **Kabelmanagement:**
 - Bündelung aller Kabel in Kabelbaum
 - Farblich gekennzeichnete Stecker zur Erleichterung des Einbaus



Controller

- **Windmeile Controller**
- **Steuerung sämtlicher Funktionen** (Ein- und Ausschalten Motor / Lichter; Verarbeitung Informationen Sensoren)
- **Gewicht:** 0,22 kg
- **Passende Controllerbox:** Wetterschutz; Feste Montage an Trike
- **Positionierung:** Ausreichende Abführung der entstehenden Wärme
- Automatische Abschaltung bei Überhitzung



Akku

Lastenräder mit Hinterradnabenmotor (E-Variante):

Reichweite 375 Wh: 40 - 60 km

Reichweite 450 Wh: 50 - 70 km

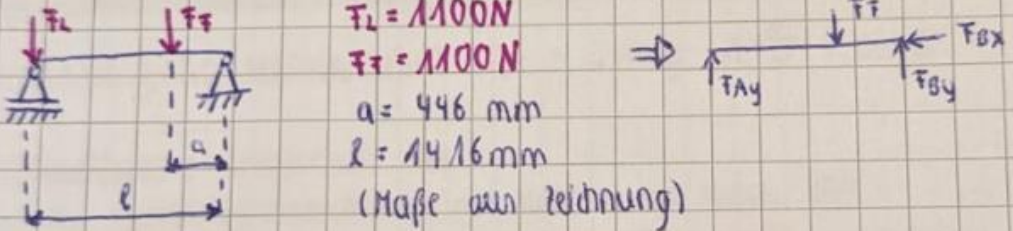
Reichweite 500 Wh: 50 - 75 km

- **48 V 13 AH GreenCell Lithium-Ionen-Akku**
- **Gewicht:** 3,71 kg
- **Maße:** 367 x 90 x 110 mm
- **624 Wh** (> 350 Wh = Hohe Kapazität)
- Mindestens **700 Ladezyklen** (500 – 700 Zyklen = durchschnittliche Nutzbarkeit von 4 – 5 Jahren)
- **Battery-Management-System:** Ständige Überwachung Betriebsparameter; Schutz vor Tiefenentladung / Überladung, Überhitzung)
- Lieferung inklusive Ladegerät, Diebstahlsicherung, Montageschienen mit Schraubsatz



Hinterreifen

- 26 Zoll „Marathon 47-559“ (Schwalbe)
- Gewicht: 875 g
- Maximalbelastung: 109 kg (> 75,35 kg)







$F_L = 1100\text{ N}$
 $F_F = 1100\text{ N}$
 $a = 446\text{ mm}$
 $l = 1416\text{ mm}$
(Maße aus Zeichnung)








Auflagerreaktionen:
 $\sum F_x = 0 = F_{Bx}$
 $\sum F_y = 0 = -F_F + F_{Ay} + F_{By}$
 $\sum M_{(0)} = 0 = -F_F \cdot a + F_{Ay} \cdot l$
 $F_{Ay} = F_F \cdot \frac{a}{l} = 1100\text{ N} \cdot \frac{446}{1416} = 346,47\text{ N}$
 $F_{By} = (1 - \frac{a}{l}) \cdot F_F = (1 - \frac{446}{1416}) \cdot 1100\text{ N} = 753,53\text{ N} (\approx 75,35\text{ kg} < 109\text{ kg})$



26"

Gesamtüberblick

	Produkt	Preis	Anzahl	Zwischensumme
	windmeile® E-Bike Nabenmotor Konfigurator (eingespeicht) Vorderrad Hinterrad 36V 48V 250W 500W Farbe: Schwarz Größe: 26 Zoll Einbaulage: Hinten Spannung - Leistung: 48V - 250W	€184,80	1	€184,80
	windmeile® Controller 24V 36V 48V Steuergerät 250W 350W 500W Waterproof Trapez - 48V - 250W	€44,09	1	€44,09
	windmeile® Motorkabel Steckersystem: Waterproof - Julet Stecker Systemleistung: 500W Länge: 160cm	€17,21	1	€17,21
	windmeile® 1T4 Kabelbaum für Waterproof-Systeme, 145cm	€15,96	1	€15,96

	windmeile® KT-LED900 Display - Waterproof - 5-Pin Julet Stecker	€23,93	1	€23,93
	windmeile® Mechanischer Bremssensor 2 Stk. - Waterproof - 3-Pin Julet Stecker	€13,44	1	€13,44
	windmeile® PAS KT-V12L Pedalsensor - Waterproof - 3-Pin Julet Stecker	€15,11	1	€15,11
	windmeile® Controller Box für bis zu 250W Steuergeräte KT [klein]	€12,17	1	€12,17
	windmeile® LED Frontlicht StVZO konform, 6V bis 48V	€15,11	1	€15,11
	windmeile® Rücklicht StVZO konform, 6V bis 48V	€15,96	1	€15,96
	Shimano Schraubkranz MF-TZ500 7-Fach 14-28 Zähne	€14,28	1	€14,28
Summe				€372,06

Umbausatz Windmeile:
372,06 €

Akku GreenCell:
239,95 €

Reifen Schwalbe:
22,95 €

**Gesamtpreis:
634,86 €**

Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- **StVZO & CE-Kennzeichnung**
- Bedienungsanleitung

StVZO & CE-Kennzeichnung

StVZO (Straßenverkehrszulassungsordnung)

- Maximale Größe: 2,50 m Breite & 4,00 m Länge
- Maximale Tretunterstützung: bis 250 W Nenndauerleistung bis 25 km/h (§ 63 StVZO bzw. § 32 StVZO)
- Transport von Kindern bis 7 Jahren mit besonderem Sitz, anschnallen oder fixieren muss gegeben sein

StVZO & CE-Kennzeichnung

Anforderungen für die Verkehrssicherheit

- Zwei unabhängig voneinander wirkende Bremsen
- Eine helltönende Klingel
- Licht: vorne weißer Scheinwerfer, hinten roter Rückstrahler (min. 400 mm und max. 1200 mm hoch nach § 67 StVZO)
- Je Laufrad zwei Reflektoren in den Speichen
- Rutschfeste, fest verschraubte Pedale mit je zwei gelben Reflektoren
- Muss einen Ständer, zum Abstellen des Rades haben

StVZO & CE-Kennzeichnung

CE-Kennzeichnung: Unterliegt der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.
Risikoanalyse in Form eines Workshops mit anschließender Auswertung der Ergebnisse je nach Wirkungsgebiet

Normenrecherche:

DIN 79010: Diese Norm legt die Anforderungen und Prüfverfahren für ein- oder mehrspurige Fahrräder fest.

DIN EN 15194: Diese Norm legt die technischen Anforderungen für Elektrofahrräder fest, einschließlich der Anforderungen an das elektrische System und die Sicherheit.

DIN EN ISO 4210: Diese Normenreihe legt die Sicherheitsanforderungen für Fahrräder im Allgemeinen fest. Dies gilt auch für Lastenfahrräder, da dies als Fahrrad gilt.

DIN EN 15918: Diese Norm spezifiziert Anforderungen an Lastenfahrräder und Fahrradanhänger für gewerbliche Zwecke.

StVZO & CE-Kennzeichnung

CE-Kennzeichnung:

- Vorgänger hat die Prüfungen nach DIN 15194 bestanden, welches den Anforderungen der Richtlinie genügt. Nach Bau des Prototyps sollte dies nochmals getestet werden.
- Die Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) obliegt dem Hersteller des Motor-Bausatzes
- Die Einhaltung der Regeln und Vorschriften wird durch das CE-Kennzeichen am Elektrorad sichtbar gemacht, muss lesbar und dauerhaft auf dem Lastenrad oder Typenschild befestigt werden.

StVZO & CE-Kennzeichnung

Beispielhaftes Typenschild mit CE-Kennzeichnung:



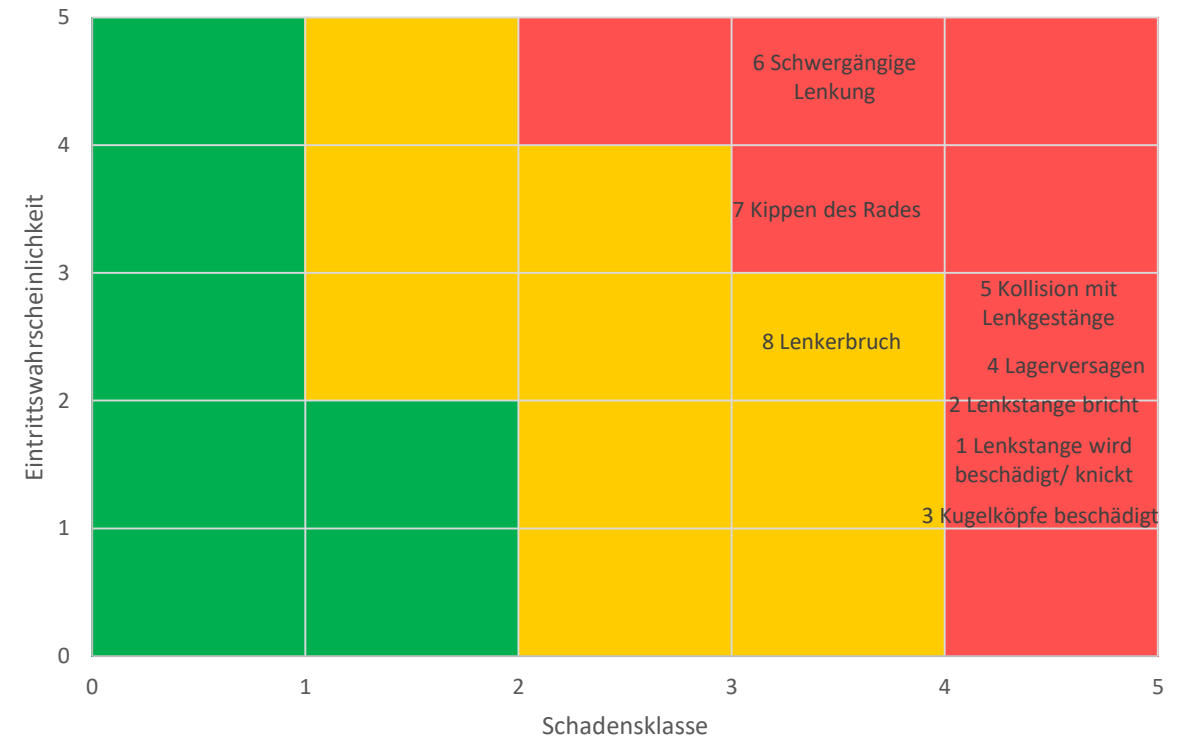
StVZO & CE-Kennzeichnung

Risikoanalyse: Auswertung des Workshops

Risikoanalyse allgemeiner Gebrauch



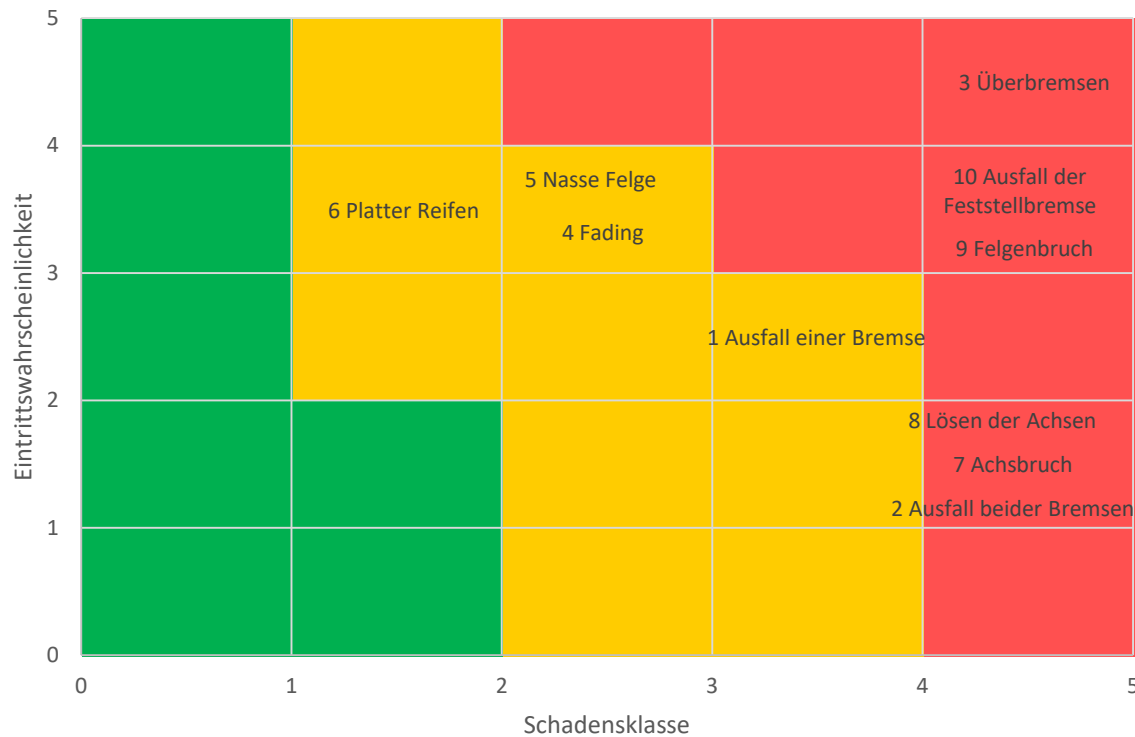
Risikoanalyse Lenkung



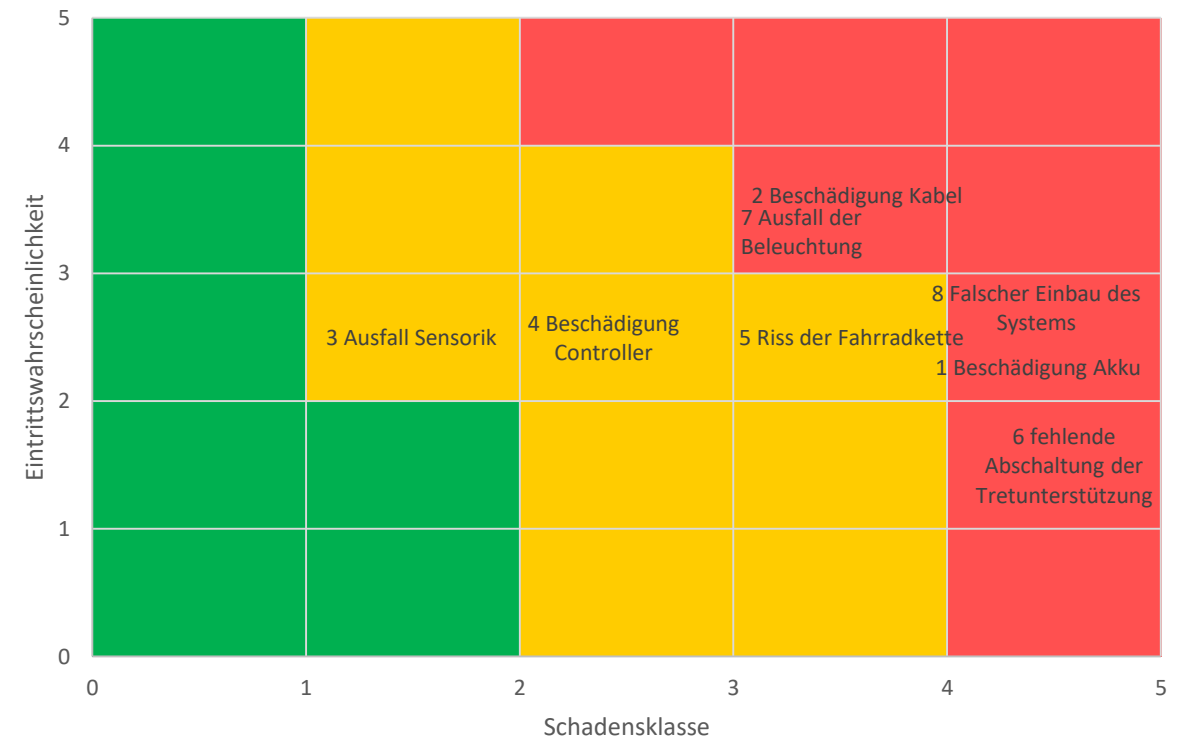
StVZO & CE-Kennzeichnung

Risikoanalyse: Auswertung des Workshops

Risikoanalyse Räder



Risikoanalyse Antrieb



Ablauf

- Projektmanagement
- 3D-Modell
- Inklusion & Ergonomie
- Lenkung
- Achsen, Räder, Bremsen
- Antrieb
- StVZO & CE-Kennzeichnung
- **Bedienungsanleitung**

Bedienungsanleitung

Aufgabenstellung

- Gewährleistung des Verleihs unter Berücksichtigung der Hochschulrichtlinien.
- Sicherstellen der Bedienung unter Berücksichtigung europäischer Verordnungen.

Bedienungsanleitung

Verleih des Trikes

- Allgemeine Nutzungsbedingung (ANB) für den Verleih des Trikes seitens der Hochschule erforderlich.

Bedienung des Trikes

- Für die Bedienung des E-Lastenrades muss eine Betriebsanleitung nach der Verordnung des Europäischen Parlaments über Maschinenrichtlinien verfasst werden.

Bedienungsanleitung

Verleih des Trikes

- **Allgemeine Nutzungsbedingungen**
 - reine Handlungspflichten also Verhaltensregeln
 - Durch Unterschrift, Bestätigung der Kenntnis und Zusage des Handelns nach vorgelegten Nutzungsbedingungen.
- **geforderter Inhalt**
 - Allgemeines
 - Kosten
 - Pflichten Entleiher, Beifahrer und Verleiher
 - Datenschutz
 - Haftung Entleiher, Beifahrer und Verleiher
 - Rücktritt und Nutzungsdauer

Bedienungsanleitung

Allgemeine Nutzungsbedingung

- Allgemeines:
 - Ausdrücklicher Hinweis auf Prototyp und Versuchslastenrad ohne jegliche Gewährleistung von Versicherungsschutz.
 - Benutzung nur zum bestimmungsgemäßen Gebrauch in verkehrüblicher Weise und nicht abseits befestigter Wege unter Berücksichtigung gesetzlichen Vorschriften und der Straßenverkehrsordnung.
 - Mithilfe von Verleihfahrten im bestimmungsgemäßen Gebrauch können aussagekräftige Daten zur Auslegung bzw. Verbesserung des Trikes erhoben werden. (Feedbackformular erstellt)
 - Promillegrenze liegt bei 0,0 kein Einfluss von Drogen etc.

Bedienungsanleitung

Allgemeine Nutzungsbedingung

- **Pflichten Entleiher:**
 - Sorgfältiger Umgang.
 - Studieren der Betriebsanleitung
 - Gefahren und Risiken
 - Allgemeine Funktionsweise
 - Befördern und Sichern von Personen und Ladung.
 - Aufklären der mitfahrenden Person.
 - Untersuchung von technischen oder die Verkehrssicherheit beeinträchtigende Mängel.
 - Bei Mängeln, Unfall oder Verlust unverzügliche Meldung.

Bedienungsanleitung

Allgemeine Nutzungsbedingung

Haftung des Entleihers:

- Schaden an Lastenrad durch unsachgemäßen Gebrauch und Verlust.
- Schaden an der Ladung oder beförderten Person durch Gebrauch des Lastenrades.
- Schaden an Dritte oder andere Verkehrsteilnehmer durch Gebrauch des Lastenrades.

Haftung Beifahrer:

- Schaden an Lastenrad durch unsachgemäßen Gebrauch.
- Falls Beifahrer ein Kind sein sollte, haftet der Entleiher oder Erziehungsberechtigter.
- Falls Beifahrer ein Mensch mit Behinderung, dann haftet der Entleiher oder die Betreuungsperson.

Haftung des Verleihers:

- Jeglicher Haftungsausschluss außer bei Vorsatz und Fahrlässigkeit.

Bedienungsanleitung

- Vertragsbedingungen sowie Pflichten und Haftung durch ANB geklärt.
- Außerhalb der ANB geforderte Punkte:
 - Hinweis auf Gefahren und Risiken
 - Allgemeine Funktionsweise
 - Befördern und Sichern von Personen und Ladung.
 - Prüfung von technischen oder Verkehrssicherheit beeinträchtigenden Mängeln
- Checkliste für beeinträchtigende Mängel erstellt.
- Ausleihformular erstellt.

Bedienungsanleitung

Checkliste Prototyp Trike-Lastenrad



Das Versuchslastenrad ist vor jeder Fahrt zwingend visuelle und händische auf Verkehrssicherheit und Technische beeinträchtigende Mängel zu Prüfung.
Diese Checkliste dient als Leitfaden und ist sorgfältig auszufüllen.

Zu prüfende Komponente	Prüfung & Soll-Zustand	Keine Mängel	Mängel vorhanden	Mängelbeschreibung
Funktion der vorderen Bremse	Schubprobe - Bei vollständig betätigter Bremse lässt sich das Trike nicht schieben			
Funktion der hinteren Bremse	Schubprobe - Bei vollständig betätigter Bremse lässt sich das Trike nicht schieben			
Funktion der Feststellbremse	Schubprobe - Bei festgestellter Bremse lässt sich das Trike nicht schieben			
Reifendruck der Räder	Barometer - Reifendruck von 3,5 bis 4 bar vorhanden			
Verkehrssicheres Profil der Räder	Das Profil hat mindestens 1 mm Profiltiefe			
Bruchoder Risse an den Felgen	Visuelle Prüfung - Die Felgen haben keine Risse oder Brüche			
Festigkeit der Radaufhängung	Trike anheben - Die Räder bewegen sich nicht senkrecht zur Laufrichtung			
Beschädigung des Akkus	Visuelle Prüfung - Der Akku hat keinerlei Beschädigung			
Beschädigung und Funktion des Controllers	Probefahrt - Alle elektronischen Komponenten funktionieren			
Beschädigung der Kabel	Visuelle Prüfung - Die Kabel haben keine Risse, Knicke oder Beschädigungen			
Funktion der Beleuchtung	Visuelle Prüfung - Die vordere und hintere Beleuchtung leuchtet			
Funktion der Klingel	Die Klingel ertönt bei Betätigung			
Leichtgängige Lenkung	Lenkung ist leichtgängig bei dem Lenken von links nach rechts			
Geradheit der Lenkstange	Visuelle Prüfung - Die Lenkstange ist gerade			
Riss und Schmierung der Fahrradkette	Visuelle Prüfung - Die Fahrradkette hat keine Risse und ist vollständig geschmiert			
Stabilität der Konstruktion	Bei dem Bewegen, Schieben und Drücken wirkt die Konstruktion stabil			

Zu prüfende Komponente	Prüfung & Soll-Zustand	Keine Mängel	Mängel vorhanden	Mängelbeschreibung
Risse in Konstruktion	Visuelle Prüfung - Die Konstruktion hat keinerlei Risse oder schwere Beschädigung			
Funktion der Stütze	Durch den Seilzug lässt sich die Stütze einwandfrei auslösen			
Beschädigung der Speichen	Visuelle Prüfung - Die Speichen der Räder sind alle vorhanden und befestigt			
Kontrolle der Reflektoren	Visuelle Prüfung - Alle 4 Reflektoren sind vorhanden			
Maximallast Fahrer	Die Maximallast von 110 kg ist eingehalten			
Maximallast Beifahrer	Die Maximallast von 110 kg ist eingehalten			
Alle lösbaren Teile vollständig	Akku, Shot, Shot-Inklusion Schloss, Hebel der Feststellbremse, Rutschbrett, Rückenlehne Display			

- Zu prüfende Komponente anhand Risikoanalyse ausgewählt
- Ausleihformular abgewandelte Version des vorhandenen „CampusRad“ Formular.



Trike-Lastenrad - Ausleihformular

Laufende Nummer: _____

Vorname: _____

Nachname: _____

Fachbereich/ Matr.Nr. _____

Telefonnummer: _____

Leihbeginn (Uhrzeit): _____

Leihende (Uhrzeit): _____ (voraussichtlich)

Das Rad Nr. ____ habe ich mängelfrei mit folgenden Mängeln übernommen

Ich bestätige, dass ich die Nutzungsbedingungen und die Bedienungsanleitung für das Versuch-Lastenrad gelesen und verstanden habe. Ich werde mich daran halten und bin mir der Risiken bewusst. Ich bestätige auch, das ich die mitfahrende Person über diese Bedingungen unterrichten werde falls diese nicht vorort ist.

Ort, Datum: _____ Unterschrift: _____

(des Ausleihenden)

Ort, Datum: _____ Unterschrift: _____

(des Mitfahrenden)

Das Fahrrad wurde ordnungsgemäß zurückgebracht:

Bemerkungen: _____


Datum, Uhrzeit: _____ Unterschrift: _____

(Hochschulbediensteter)

Bedienungsanleitung

- Außerhalb der ANB geforderten Aspekte:
 - Hinweis auf Gefahren und Risiken
 - Allgemeine Funktionsweise
 - Befördern und Sichern von Personen und Ladung
- Aus EU Verordnung für Maschinenrichtlinien geforderte Aspekte:
 - Sicherheitshinweise (Gefahren und Risiken)
 - Beschreibung der Funktion des Lastenrades
 - Wartung und Pflege
 - Inbetriebnahme
 - Umwelt und Entsorgung

Bedienungsanleitung

Bedienungsanleitung Trike-Lastenrad	
Ein Projekt des 7. Fachsemesters Studiengang Holztechnik Der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe	
	
Die vorliegende Bedienungsanleitung erläutert die wichtigsten Aspekte bei der Bedienung des prototypischen Versuchslastenrades. Hierzu weist es auf die davon ausgehenden Gefahren und Risiken bei der Benutzung hin. Tipps zur Wartung und Reinigung des Lastenrades werden hierzu beschrieben.	
Es ist ausdrücklich zu erwähnen, dass es sich um ein prototypisches Versuchslastenrad nach Art eines Trikes handelt. Das Versuchslastenrad wurde lediglich zum Zwecke des Sammelns von behaltbaren Daten über, Konzeptisierung, technischen Aspekte, verbundene Komponenten, Fahrgefühl sowie das Transportieren von Ladung und Personen etc., in den Vorbereitungen für den bestimmungsgemäßen Gebrauch eingeführt.	
Inhalt	
1 Projektbeschreibung.....	3
2 Abbildung des Trikes.....	3
3 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	4
4 Vorhersehbarer unsachgemäßer Gebrauch.....	4
5 Fahren mit einem Trike-Lastenrad.....	5
5.1 Fahrgefühl und Kurvenfahrten.....	5
5.2 Mit dem Lastenrad am Straßenverkehr teilnehmen.....	5
5.3 Auswirkung auf Fahrverhalten.....	6
5.4 Fußsattelbremse.....	6
5.5 Benutzung der Stützen.....	6
5.6 Einstellung des Lenkers.....	7
5.7 Einstellung des Sattels.....	7
5.8 Reifendruck und Speichenspannung.....	7
5.9 Begrenzte Maximallast.....	7
5.10 Das Schloss benutzen.....	7
5.11 Fahrräder mit Tretunterstützung.....	7
6 Elektronik des Trikes.....	8
6.1 Beleuchtung.....	8
6.2 Reichweite des Akkus.....	8
6.3 Bedienung des Displays.....	8
7 Beladen der Transportbox.....	8
7.1 Sicherung von Ladung.....	9
7.2 Sicherung von Personen.....	9
7.3 Anleitung zum Umsetzen und Sichern von Personen mit Behinderung.....	9
8 Wartung des Lastenrades.....	9
8.1 Wartungsheft.....	10
9 Reinigung und Pflege.....	10
10 Fehlerbehebung und Reparatur.....	10
11 Gefahren/Risiken bei der Benutzung.....	11
11.1 Allgemeine Gefährdungen.....	11
11.2 Gefährdung durch Reifen und Bremsen.....	12
11.3 Gefährdung durch Antrieb, Motor und Akku.....	13
11.4 Gefährdung durch die Lenkung und Lager.....	14
12 Umwelt und Entsorgung.....	14

- Projektbeschreibung und 3D-Modell
- (Nicht) Bestimmungsgemäßer Gebrauch
- Allgemeine Funktionsweise
- Elektronik
- Beladen und Sichern der Ladung oder Personen
- Wartung und Wartungsheft
- Mögliche Gefahren, deren Entstehung und deren Vermeidung
- Umwelt und Entsorgung


21.11.2023

BMVH


Inhalt

1 Projektbeschreibung.....	3
2 Abbildung des Trikes.....	3
3 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	4
4 Vorhersehbarer unsachgemäßer Gebrauch.....	4
5 Fahren mit einem Trike-Lastenrad.....	5
5.1 Fahrgefühl und Kurvenfahrten.....	5
5.2 Mit dem Lastenrad am Straßenverkehr teilnehmen.....	5
5.3 Auswirkung auf Fahrverhalten.....	6
5.4 Feststellbremse.....	6
5.5 Benutzung der Stützen.....	6
5.6 Einstellung des Lenkers.....	7
5.7 Einstellung des Sattels.....	7
5.8 Reifendruck und Speichenspannung.....	7
5.9 Begrenzte Maximallast.....	7
5.10 Das Schloss benutzen.....	7
5.11 Fahrräder mit Tretunterstützung.....	7
6 Elektronik des Trikes.....	7
6.1 Beleuchtung.....	8
6.2 Reichweite des Akkus.....	8
6.3 Bedienung des Displays.....	8
7 Beladen der Transportbox.....	8
7.1 Sicherung von Ladung.....	8
7.2 Sicherung von Personen.....	8
7.3 Anleitung zum Umsetzen und Sichern von Personen mit Behinderung.....	8
8 Wartung des Lastenrades.....	9
8.1 Wartungsheft.....	10
9 Reinigung und Pflege.....	10
10 Fehlerbehebung und Reparatur.....	10
11 Gefahren/Risiken bei der Benutzung.....	11
11.1 Allgemeine Gefährdungen.....	11
11.2 Gefährdung durch Reifen und Bremsen.....	12
11.3 Gefährdung durch Antrieb, Motor und Akku.....	13
11.4 Gefährdung durch die Lenkung und Lager.....	14
12 Umwelt und Entsorgung.....	14

Weitere erstellte Dokumente




Trike-Lastenrad – Feedback



Feedback Formular für das Versuchslastenrad Trike.
Bewertungsskala: 1 = Sehr gut bis 5 = Mangelhaft

Datum: _____

Kriterien	Bemerkung	Bewertung
Allgemeiner Eindruck des Lastenrades		
Optik des Lastenrades		
Bedienung des Lastenrades		
Fahrgefühl und Fahrdynamik		
Beladen und entladen der Transportbox		
Sicherung der Ladung/Person		
Befördern von Personen mit dem Lastenrad		
Elektro. Tretunterstützung und Akku		
Bedienung des elektronischen Displays		
Verleihabwicklung		
Sicherheit des Lastenrades		



Wartungsheft des Versuchslastenrad-Trike

Name des Wartungsdurchführenden:	
Datum der Wartung:	

Wartung Nr.1	Bei Erreichen von 50 km oder nach einem Monat
--------------	---

Wartungsbeschreibung: _____

Reperaturen _____

Anmerkungen	Kilometerstand	Unterschrift

Erstellte Dokumente

- Allgemeine Nutzungsbedingungen
- Checkliste vor Fahrt
- Bedienungsanleitung
- Ausleihformular
- Feedbackformular
- Wartungsheft



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!
Gibt es noch Fragen?