

Projektarbeit „Entwicklung und Bau eines Spezialträgers für Downhill- und Enduro-Mountainbikes“



Zur Teilnahme am BVT Award
An der Technikerschule München

Konstruktion und Entwicklung

von

Christina Treppte
Alexander Bergmann



Vorwort

In den letzten Jahren ist in Deutschland ein regelrechter Mountainbike-Boom ausgebrochen und immer mehr „Adrenalinjunkies“ lassen sich von der Faszination des Freeride- und Downhill-Mountainbikings mitreißen. Dieser Sport ist aber nichts für schwache Nerven! Bei den Events wie die Red Bull „Hardline“ oder „Rampage“ zeigt die Crème de la Crème der Mountainbike-Szene was möglich ist. Wer hier mitmischen will, braucht natürlich das richtige Equipment. Ein normales Mountainbike reicht bei weitem nicht aus, um 30 Meter Sprünge und 28 Meter hohe Drops zu bewältigen. Freeride-, Downhill- und Enduro-Bikes, auch genannt BigBikes, sind die Modelle der Wahl. Für nicht Rennfahrer und Hobby-Freerider beginnt jedoch genau hier das Problem im Alltag mit diesen Bikes.

Alle herkömmlichen Heckträger, die in Europa erhältlich und verwendbar sind, eignen sich nicht zum Transport von BigBikes. Aus diesem Grund haben wir uns daran gemacht, einen speziellen Heckträger für imposante BigBikes zu entwickeln. Mit Platz für fünf Bikes, und vollständigem Zugang zum Kofferraum. Mit unserem Heckträger steht dem nächsten ultimativen Bike-Trip nichts im Wege, ohne



Abbildung 1 Redbull Rampage (Bildq. actionsportsconnection, 2022)

Kompromisse bei der Sicherheit allen geltenden Richtlinien und dem Schutz der Bikes vor Beschädigungen.

Inhalt

Vorwort.....	2
1 Das Projekt.....	3
1.1 Die Mängel der Produkte auf dem europäischen Markt.....	3
2 Konstruktion	4
3 Sicherheit	5
3.1 Rack ´n Roll FEM-Studien:.....	6
4 Zusammenfassung und Ausblick	7
5 Abbildungsverzeichnis	8
6 Literaturverzeichnis.....	8

1 Das Projekt

Die Entwicklung eines speziellen Hecktragesystems für sog. BigBikes fordert als erstes eine gründliche Recherche. Wichtige Fragen sind:

- Was ist in Deutschland / Europa zugelassen?
- Welche Voraussetzungen gelten?
- Wer darf mit einem solchen Träger am Straßenverkehr teilnehmen?
- Welche Mängel haben herkömmliche Hecktragesysteme
- Welche Systeme gibt es bereits für BigBikes
- Ist diese Konstruktion sicher?

Auf den folgenden Seiten werden die Planung, Konstruktion und der Bau des ersten in Deutschland entwickelten und produzierten Spezialträger-Prototyp für Downhill- und Enduro-Bikes beschrieben. Das Projekt trägt den Namen „Rack´n Roll“.

1.1 Die Mängel der Produkte auf dem europäischen Markt

„Downhill-, Freeride- und Enduro-Mountainbikes“ weichen in vielen Punkten stark von gewöhnlichen Mountainbikes ab. Das Problem hierbei ist, dass die Bikes teilweise nicht auf die Träger passen oder so eng aufgehängt werden müssen, dass die Fahrräder aneinander scheuern und Schaden nehmen.

Da solche Bikes oft den Wert eines Kleinwagens erreichen, ist dies für die Eigentümer nicht akzeptabel.

Weitere Probleme der angebotenen Produkte sind folgende:

- Kofferraumzugänglichkeit
- Höhe der Beladung (Heckklappenträger)
- Anzahl berentzt, häufig nur drei Bikes, bei BigBikes meist nur zwei möglich
- Die Kugelkopfkupplung wurde nie für den Gebrauch von Tragesystemen entwickelt



Abbildung 2 Downhillbike (Bildq. Pivotcycles, 2022)
Pivot Phoenix, Neupreis 10.699€

2 Konstruktion

Der **Grundrahmen** besteht aus Aluminiumprofilen, Vorderrad und **Hinterradhalterungen**.

In den **Vorderradkorb** können die Bikes bequem hinein gerollt werden.

Der Lenker der Bikes kippt durch dessen Form um 30° nach rechts, um Platzprobleme und Beschädigungen der Bikes zu vermeiden.

Die Bauteile der **Vorderradhalterung** sind aus Aluminium 3.3547.

Das Hinterrad wird in ein **Brix-it** eingeführt; ein Brix-it ist eine Wandhalterung für Fahrräder.

Mittels einer **Reepschnur-Schleufe**, welche über das Pedal gelegt wird, werden die Bikes fest in den Grundrahmen verzurt.

Eine besondere Herausforderung stellt der **Kippmechanismus** dar.

Dieser wird vorgesehen, um den gesamten Grundrahmen vom Fahrzeug weg zu kippen. Dies erleichtert die Be- und Entladung der Bikes. Ebenfalls ist eine Kippvorrichtung für viele Fahrzeuge ausreichend, um die Heckklappe öffnen zu können. Der Mechanismus soll den Grundrahmen zentral und sicher fixieren und durch einen Fußtritt bedient werden. Die Zentrierung erfolgt über zwei Bolzen, die durch eine Hubbewegung von innen nach außen Dreckansammlung vermeiden und eine gute Abscherfestigkeit bieten. Der Mechanismus der Bolzenbewegung wird über ein Kniehebelsystem gelöst. Die Zentrierbolzen sind aus nichtrostendem Chrom-Stahl hergestellt, die meisten Teile der Konstruktion aus S235JR. Zusätzlich wird ein **Schwenkarm** konstruiert, mit welchem die volle Zugänglichkeit vom Kofferraum sichergestellt ist. Hier wird aus Kostengründen größtenteils auf S235JR zurück gegriffen.

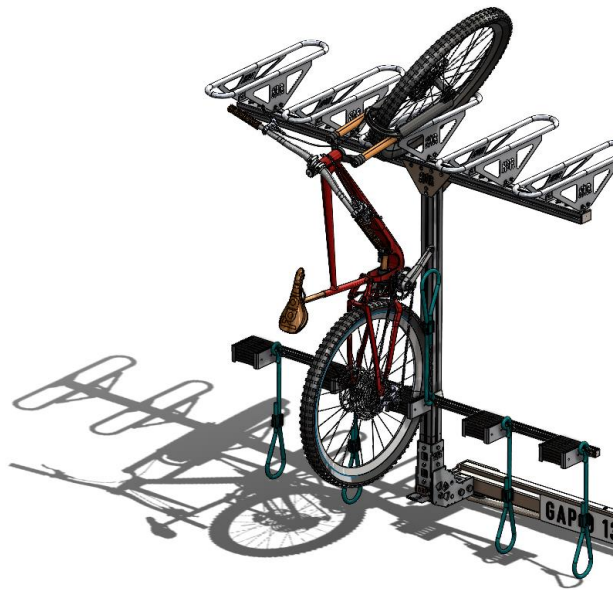


Abbildung 3 Konstruktion Rack´n Roll



Abbildung 4 Konstruktion 2



Abbildung 5 Konstruktion 3



Abbildung 6 Konstruktion 4



Abbildung 7 Konstruktion 5

3 Sicherheit

Der wichtigste Faktor unseres Projekts ist für uns die Sicherheit.

Es werden die resultierenden Kräfte bei den statischen sowie dynamischen Lastfällen aller tragenden Bauteile der gesamten Konstruktion soweit möglich auf ihre Sicherheit berechnet und anschließend in SolidWorks simuliert.

Mögliche dynamische Lastfälle ergeben sich aus Schlaglöchern, Ausweichmanövern und einer Vollbremsung.

Aus Platzgründen wird folgend nur eine der vielen umfangreichen Studien genauer beschrieben, der Extremfall, wo alle auftretenden Dynamischen Lastfälle zugleich auftreten.

3.1 Rack´n Roll FEM-Studien:

Alle Handrechnungen, die auf stark vereinfachten Modellen erfolgen mussten, wurden mit umfangreichen FEM-Simulationen auf Plausibilität geprüft. Dazu wurde die Software SolidWorks verwendet. Im Folgenden ist eine Beispiel-Simulation dargestellt. Es handelt sich hierbei um den Extremfall. Angriffskordinaten wurden aus SolidWorks entnommen.

(Y – Kräfte · Lastfaktor – X – Z – Kräfte):

- Ausgangsbasis für die Simulationsdaten ist analytische Handrechnungen-Y-Z Ebene und analytische Handrechnungen-Y-X (der Hauptdokumentation)
- Angriffskordinaten sind mittels Massenschwerpunkt dem CAD entnommen
- $R_{p0,2} = 195 \frac{N}{mm^2}$
- $\sum F_{Y-Schlagloch} = m_{bike} \cdot g \cdot L_F \cdot 5 = 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 1,5 \cdot 5 = 1471,5 \text{ N}$
- $\sum F_{X-Ausweichen} = m_{bike} \cdot g \cdot B_F \cdot 5 = 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,7 \cdot 5 = 686,7 \text{ N}$
- $\sum F_{Z-Vollbremsung} = m_{bike} \cdot g \cdot B_F \cdot 5 = 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,9 \cdot 5 = 882,9 \text{ N}$
- $F_{Z-Sicherheitsspanner} = 150 \text{ N}$

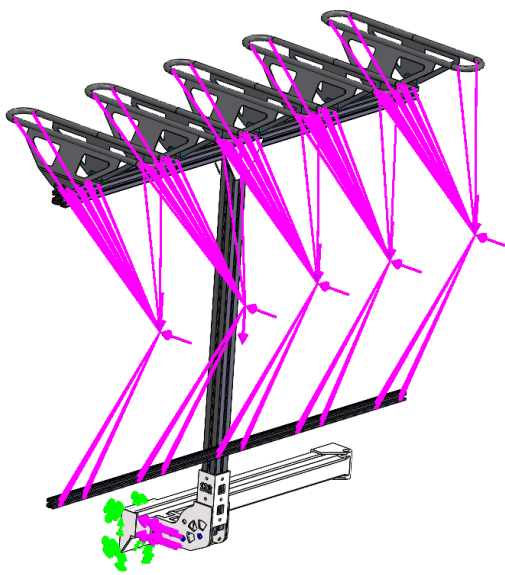


Abbildung 8 FEM Extremfall Lastansatz

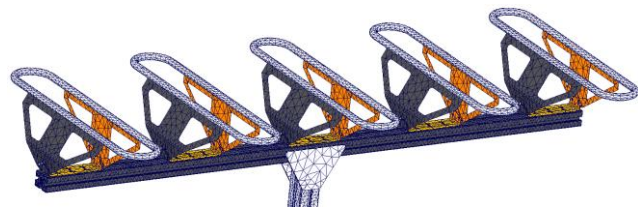


Abbildung 9 FEM Netzerstellung

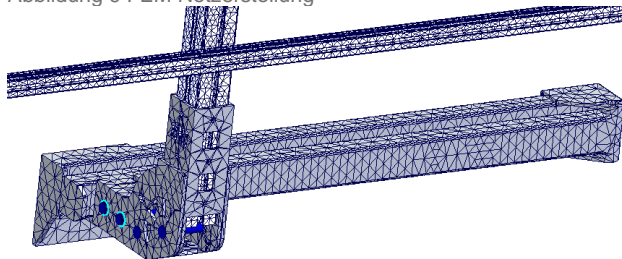


Abbildung 10 FEM Netzerstellung 2

Gesamtknotenanzahl 468727

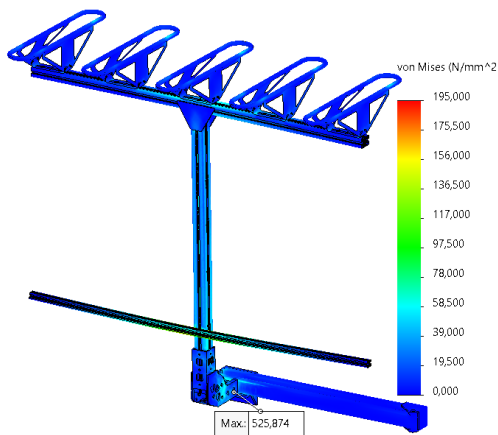


Abbildung 11 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Spannungen
Das Simulationsergebnis sieht plausibel aus. Auch hier erhalten wir wie bei den Studien davor maximale Spannungen an der Schweißnaht des Schwenkarms von $525,9 \frac{N}{mm^2}$.

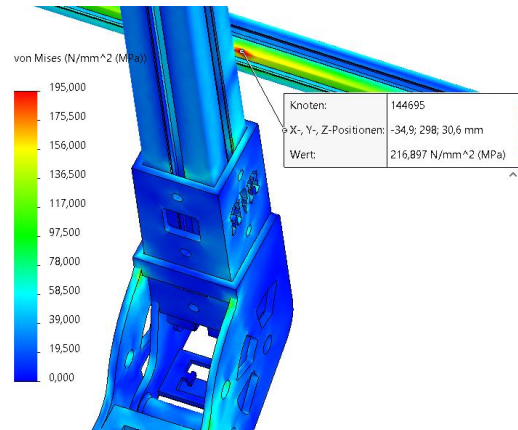


Abbildung 12 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Spannungen 2
Bei genauerer Sondierung erkennt man, dass das 30 x 30 Profil Spannungen von $216,9 \frac{N}{mm^2}$ ausgesetzt ist. Diese sollten in Realität allerdings geringer ausfallen, da das Profil mit drei Druckgusswinkeln flächiger abgestützt wird.

Die Deformation der Vorderradhalterung ist die Maximalstelle und beträgt $46,2mm$.

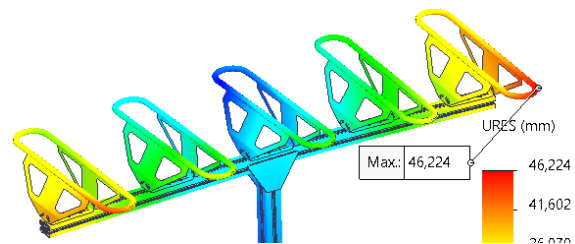


Abbildung 13 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Deformation

4 Zusammenfassung und Ausblick

Unser innovativer Fahrradträger für BigBikes ist das Ergebnis einer umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeit sowie zahlreicher Berechnungen. Unser Ziel war es, ein einzigartiges System zu schaffen, das auf dem europäischen Markt bislang nicht zu finden ist. Zur Sicherstellung der höchsten Qualität und Leistungsfähigkeit unserer Entwicklung werden wir nun mit einer einjährigen Testphase beginnen, in der unsere zwei Prototypen auf Herz und Nieren geprüft werden.

Besonders der Kippmechanismus, der einfach und sicher zu bedienen ist, hat uns überzeugt und wird Teil unseres patentierten Gesamtsystems sein. Hierfür haben wir bereits Sponsoren gefunden, die uns bei der europaweiten Patentanmeldung und späteren Vermarktung unterstützen werden.

Wir sind zuversichtlich, dass unser Bike-Rack die Downhill- und Enduro-Mountainbike Szene revolutionieren wird. Wir freuen uns darauf, unser System auf den Markt zu bringen und damit eine neue Ära im Bereich des Fahrradtransports einzuläuten.

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Redbull Rampage (Bildq. actionsportsconnection, 2022)	2
Abbildung 2 Downhillbike (Bildq. Pivotcycles, 2022)	3
Abbildung 3 Konstruktion Rack´n Roll	4
Abbildung 4 Konstruktion 2	5
Abbildung 5 Konstruktion 3	5
Abbildung 6 Konstruktion 4	5
Abbildung 7 Konstruktion 5	5
Abbildung 8 FEM Extremfall Lastansatz	6
Abbildung 9 FEM Netzerstellung	6
Abbildung 10 FEM Netzerstellung 2	6
Abbildung 11 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Spannungen	7
Abbildung 12 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Spannungen 2	7
Abbildung 13 Rack´n Roll FEM-Extremfall-Deformation	7

6 Literaturverzeichnis

Bildq. actionsportsconnection. (19. 10 2022). Von <http://actionsportsconnection.com/red-bull-rampage-set-bring-freeride-mountain-bikings-best-utah-october-27/> abgerufen

Bildq. Pivotcycles. (19. 10 2022). Von [https:// eu.pivotcycles.com/products/phoenix-29](https://eu.pivotcycles.com/products/phoenix-29) abgerufen