

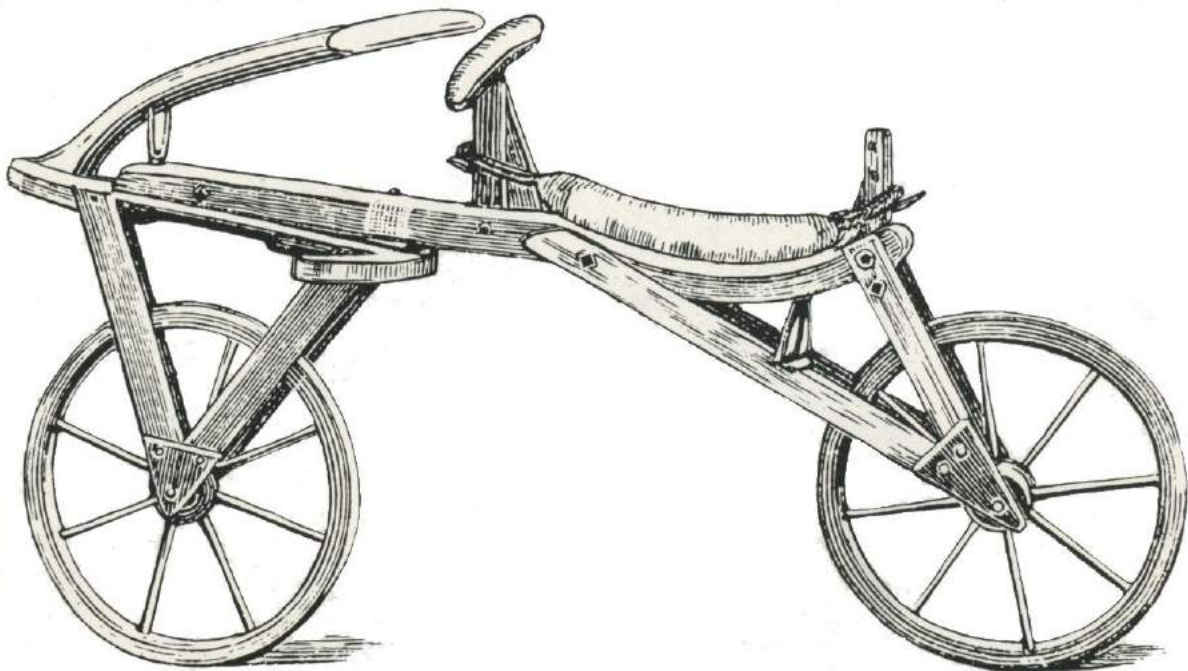


HECTOR SEMINAR



Karlsruher Institut für Technologie

# Drais 2.0



Abschlussbericht der Kooperationsphase 2016/2017

Unterstützt und betreut durch: Dr. Ing. Volker Koch  
am Building Lifecycle Management (BLM)  
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

Simon Sester  
Bernhard-Lichtenberg-Straße 38  
76189 Karlsruhe

Markus Schnellbach  
Rosmarinweg 9a  
76149 Karlsruhe

## Inhaltsverzeichnis

1.	Abstract	2
2.	Einführung	3
3.	Material und Methoden	
3.1	Anforderungen	4
3.2	Zielgruppe	5
3.3	SketchUp	7
4.	Ergebnisse	
4.1	Konzepte	10
4.2	Modellierung	15
4.3	Druck	17
5.	Diskussion	
5.1	Fazit	19
5.2	Fehler und Reflexion	20
5.3	Ausblick	22
6.	Danksagung	23
7.	Quellen	24
8.	Anhang	
8.1	Abkürzungen	25
8.2	Weitere Ergebnisse	26
9.	Selbstständigkeitserklärung	29

## 1. Abstract

In 1817 Baron Karl Drais invented the prototype of today's bicycle, the dandy horse. The purpose of this vehicle was a faster locomotion than walking, while not using horses or carriages. By now his creation is overtaken by the conventional bicycle, cars and trains.

Along with Volker Koch from the faculty Building Lifecycle Management (BLM) at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), we worked on the project Drais 2.0. We tried to reinvent the dandy horse and make it advantageous again. It was our goal to combine the proto-bike with a shopping trolley. With only two small actions the manoeuvrable balancing bicycle should be converted into a handy but spacious shopping cart. We believe this device would be ideal for store visits in the city centre, where cars and bikes often are too bulky to get along well.

During the project we experienced many different stages of product development, from doing research through making plans and drawings to a 3D prototype. As a result, we became aware that having a good idea is just a very small part of the lengthy process of our project and does not guarantee a successful outcome.

## 2. Einführung

Im Jahr 1817 erfand der Karlsruher Karl Freiherr von Drais den Vorläufer des heutigen Fahrrades, die Draisine. Mit der Draisine war man schneller als zu Fuß, ohne dabei auf Pferde oder Kutschen angewiesen zu sein. Es entwickelte sich schnell zum Verkaufsschlager und fand weltweit Abnehmer und Nachahmer. 200 Jahre später ist Karlsruhe eine der fahrradfreundlichsten Großstädte Deutschlands und feiert das Jubiläum dieser weltbewegenden Erfindung.

In den letzten fünf Jahren hat Karlsruhe jedoch einen weiteren, eher unrühmlichen Titel bekommen. Die momentan laufenden Arbeiten zur Kombilösung lassen den Begriff der Baustellenstadt durchaus als gerechtfertigt erscheinen.

Da in der Kaiserstraße, der Haupteinkaufsstraße der Karlsruher Innenstadt, das Radfahren untersagt ist und öffentliche Verkehrsmittel nicht immer zuverlässig und bisweilen überfüllt sind, nutzen viele Stadtbesucher und Einkäufer das Auto, um in und durch die Stadt zu gelangen. Dies veranlasste Dr. Volker Koch aus der Abteilung Building Lifecycle Management am KIT dazu, das Projekt "Drais 2.0" zu starten. Hierbei soll nun versucht werden, Draisine und Einkaufstrolley zu vereinen, sodass mehr Menschen schneller, unabhängiger von öffentlichen Verkehrsmitteln und ohne Auto einkaufen gehen können.

Unser Ziel ist es, ein Konzept eines Fortbewegungsmittels zu entwickeln, das sowohl die Grundstruktur eines Laufrades besitzt, aber auch die Funktionen eines Ziehtrolleys für das Einkaufen in Läden bietet. Das Projekt geht dabei auf die verschiedenen Stufen der Produktentwicklung ein und beschreibt unseren Weg von der ersten Idee, über Zeichnungen und Pläne, bis hin zu gedruckten Modellen.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Anforderungen

Bevor überhaupt mit der Entwicklung eines Produktes begonnen werden kann, müssen die Rahmenbedingungen abgesteckt werden. Ein erster Schritt ist das Aufstellen von Anforderungen, die das fertige Fahrzeug erfüllen soll. Außerdem müssen diese nach Wichtigkeit geordnet werden, da sich auch zwei oder mehrere Anforderungen bei ihrer Umsetzung gegenseitig blockieren können.

**Transformation:** Der Mechanismus der Umwandlung von Rad zu Trolley stellt das zentrale Unterscheidungsmerkmal unseres Konzeptes von gewöhnlichen Lauf- und Fahrrädern beziehungsweise Ziehtrulleys dar. Daher ist es auch die oberste Priorität, ihn möglichst einfach, sicher und schnell bedienbar zu konstruieren.

**Bedienung:** Es soll möglichst vielen Leuten mit verschiedenen physischen und geistigen Konditionen möglich sein, sowohl Wagen und Rad, als auch die Umwandlungsfunktion zu bedienen. Die Anzahl an Hebeln und Schaltern soll so gering wie möglich gehalten werden.

**Individualität:** Auch wenn die Einfachheit des Produktes im Vordergrund steht, so sollen dennoch ein paar Einstellungsmöglichkeiten am Rad angeboten werden. Da nicht alle Fahrer gleich groß sein werden, soll beispielsweise die Sitzhöhe in einem gewissen Maße verstellbar sein.

**Kompaktheit:** Ein guter Einkaufstrolley ist klein und handlich, kann dabei aber viel tragen. Deshalb soll auch das Laufrad im Ziehwagenzustand sehr kompakt sein, sowohl zwischen den Ladenregalen, als auch abgestellt im Hausflur.

**Standsicherheit:** Idealerweise besitzt das Rad auch eine automatische Abstellfunktion, die das Umkippen im Trolley- und im Draisinenzustand verhindert. Verglichen mit den übrigen Anforderungen hat diese für das Projekt eine geringere Wichtigkeit.

## 3.2 Zielgruppe

Für die erfolgreiche Entwicklung ist zudem notwendig, eine realistische Gruppe an potentiellen Käufern für das Produkt zu finden. Hierbei zeigt sich der Konflikt zwischen zwei Ansichten. Will man mit einem Produkt eine möglichst große Menge von Menschen erreichen, so findet man zwar viele Käufer, muss aber auch im Gegenzug eine breitere Palette an Ausführungen des Produktes anbieten. Gibt man sich wiederum mit einer kleinen Zielgruppe zufrieden, so werden die Umsatzzahlen kleiner ausfallen, allerdings ist dafür nicht viel Variation bei dem Produkt notwendig. Zuerst lassen sich ein paar generelle Feststellungen machen, die für die Wahl der Zielgruppe von Bedeutung sind.

An erster Stelle steht die Tatsache, dass nicht auf 100 Prozent der Menschen Rücksicht genommen werden kann, das heißt dass Einschränkungen nicht zu umgehen sind. Ein ultimatives Gefährt für jeden kann es nicht geben, dafür gibt es zu viele unterschiedliche Bedürfnisse und Anforderungen. Seine angedachte Funktion ist ein schnelles, unabhängiges und barrierefreies Einkaufen in der Innenstadt. Allerdings sind nicht Menschen allen Alters und jedes sozialen Ranges gleichmäßig dort vertreten. Sehr junge und sehr alte Leute sind möglicherweise gar nicht in der Lage, sich eigenständig in der Stadt zurechtzufinden. Menschen mit wenig Geld können es sich womöglich nicht leisten, regelmäßig dort Einkaufen zu gehen. Letztlich weist Karlsruhe auch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Studenten auf, welche wenig Geld und Platz für ein eigenes Auto besitzen, aber sich trotzdem gerne in der Stadt aufhalten wollen.

Zeitgleich zu den Anforderungen an das zu entwickelnde Fahrzeug werden jedoch auch Anforderungen an die interessierten Nutzer gestellt. Sie gliedern sich in zwei Bereiche.

Zu den körperlichen Voraussetzungen gehört unter anderem das Vorhandensein einer gewissen Fitness und einer Kondition. Bei moderatem Tempo ist das Fahren einer Draisine beziehungsweise eines Laufrades ungefähr gleich anstrengend wie das Fahren eines herkömmlichen Fahrrades. Die Schnellkraft der Beine beim Abstoßen wird beim Fahrrad lediglich auf die Pedale, nicht auf den Boden, übertragen. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist das Halten der Balance während des Fahrens. Auch hier ist es ähnlich zum Bewegen eines gewöhnlichen Rades, nur mit dem kleinen Unterschied, dass die Beine des Fahrers bei der Draisine wenigstens kurz und abwechselnd den Boden berühren. Folglich ist das Produkt nur für Leute empfehlenswert, die auch in der Lage sind, ein normales Fahrrad zu fahren.

Noch mehr Einschränkungen entstehen im Hinblick auf Körpergröße und -gewicht. Bei sehr schweren Fahrern müsste das Rad aus einem äußerst stabilen und widerständigen Material gefertigt werden, was sich nicht nur auf den Preis, sondern auch auf das Eigengewicht des Rades auswirken würde. Das Problem mit der Körpergröße ist ein ähnliches. Eine gewisse individuelle Anpassbarkeit bringt das Modell mit, allerdings ist es nicht für Extrema ausgelegt. Bei zu großen Fahrern könnte eine sehr lange Sitzstütze zu einer zu starken Verschiebung der Proportionen führen, was wiederum Folgen für Symmetrie, Schwerpunkt und Fahreigenschaften haben könnte.

Neben physischen gibt es aber auch wichtige geistige Voraussetzungen, die ein Fahrer der neuen Draisine mit sich bringen muss. Eine Kenntnis über die Ordnung im Straßenverkehr ist eine wichtige Grundlage, da das Fahrzeug, ebenso wie Fahrräder auch, einen Teilnehmer im öffentlichen Verkehr darstellt. Zudem muss die fahrende Person ein Maß an Vorsicht und Aufmerksamkeit besitzen, um weder auf der Straße mit dem Rad noch im Laden mit dem Trolley ein Hindernis oder eine Gefährdung für andere Leute zu sein. Schlussendlich muss die Person die Fähigkeit besitzen, Anleitungen zu Bedienung und Wartung des Rades zu verstehen.

Um eine Tendenz für potentielle Käufer anzudeuten, wird ein Alter zwischen 15 und 70 Jahren, ein Maximalgewicht von 120 Kilogramm sowie eine Mindestkörpergröße von 1,50 Metern empfohlen.

### 3.3 SketchUp

SketchUp ist eine Software, die im August 2000 freigegeben wurde und ab 2006 dem Google-Konzern gehört hat. 2012 verkaufte Google die Software dann an Trimble Navigation. Sie dient zum Erstellen dreidimensionaler Modelle und wurde bei der Arbeit zum Modellieren des Gelenks verwendet. Indirekt bietet SketchUp außerdem die Möglichkeit, erstellte virtuelle Modelle als STL-Datei abzuspeichern und mit Hilfe von 3D-Druckern physische Modelle auszudrucken.

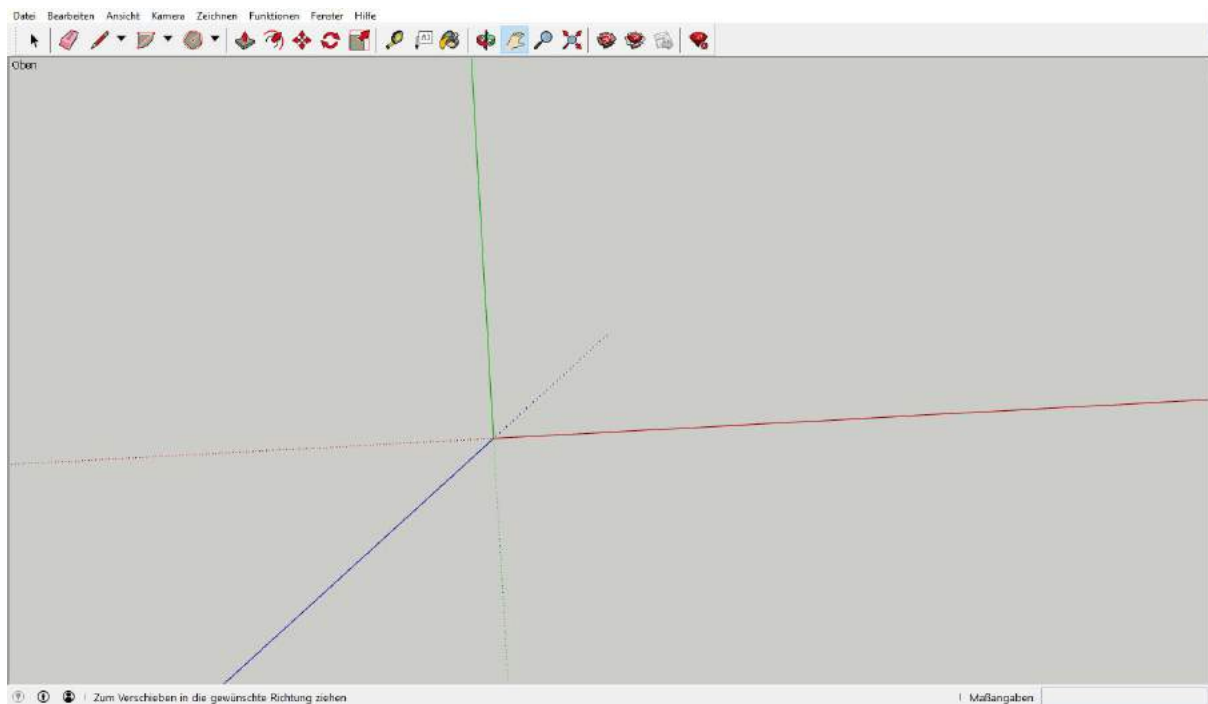


Abb. 1: Benutzeroberfläche von SketchUp 2017



Folgende Tools des Programms (in den Icons der oberen Leiste hinterlegt; siehe Abb. 1) wurden hauptsächlich verwendet:

“Linien”: Dieses Werkzeug ermöglicht dem Benutzer Linien in den dreidimensionalen Raum zu setzen. Werden diese zu einer Fläche oder Körper verbunden wird die Fläche bzw. der Körper automatisch ausgefüllt.

“Formen”: Mit “Formen” kann der Benutzer verschiedene zweidimensionale Formen in den Raum setzen. Beispielsweise ermöglicht dieses Tool das Erstellen von Quadraten, Kreisen oder Vielecken.

“Drücken/Ziehen”: Hiermit ist es möglich eine zweidimensionale Fläche zu einem dreidimensionalen Körper umzuwandeln. Dazu wählt man eine Seite der Fläche aus und zieht diese aus der Fläche raus. So entsteht aus einem Quadrat ein Würfel und aus einem Kreis ein Zylinder. Weiterhin kann man mit dem Werkzeug auch bereits dreidimensionale Körper verändern. Auch dazu wählt man eine Fläche des Körpers aus und kann diese dann entweder in den Körper rein drücken oder aus diesem heraus ziehen. Dadurch verändert sich Größe und Volumen des Körpers.

“Versatz”: Mit diesem Werkzeug wählt man eine einzelne Fläche oder eine Fläche eines Körpers aus. Dann kann man in diese Fläche eine weitere Fläche setzen, die proportional zur Grundfläche ist, jedoch sich in der Größe unterscheidet.

“Verschieben”: Dieses Tool ermöglicht es, alle ausgewählten Linien, Flächen und Körper im Raum zu verschieben. Sind diese jedoch mit anderen Linien, Flächen oder Körpern verbunden, bleibt diese Verbindung bestehen. Das verbundene Objekt wird aber nicht mitbewegt sondern wird verzogen und ändert seine Form.

“Drehen”: Zuerst wählt man einen Punkt auf einer Fläche oder auf einem Körper aus. An diesem Punkt kann man dieses Objekt dann rotieren. Dabei kann man das Objekt in alle Richtungen des Raumes rotieren lassen und ist nicht auf eine Achse beschränkt.

“Skalieren”: Mit “Skalieren” lässt sich die Größe aller momentan ausgewählter Linien, Flächen und Körper verändern. Es ist auch möglich eine einzelne Fläche eines Körpers zu skalieren. So entsteht durch die Veränderung einer Fläche aus einem Würfel ein Pyramidenstumpf.

“Radiergummi”: Dieses Werkzeug dient zum Entfernen von Objekten. Dazu wählt man die betroffenen Linien, Flächen und Körper aus um diese zu löschen.

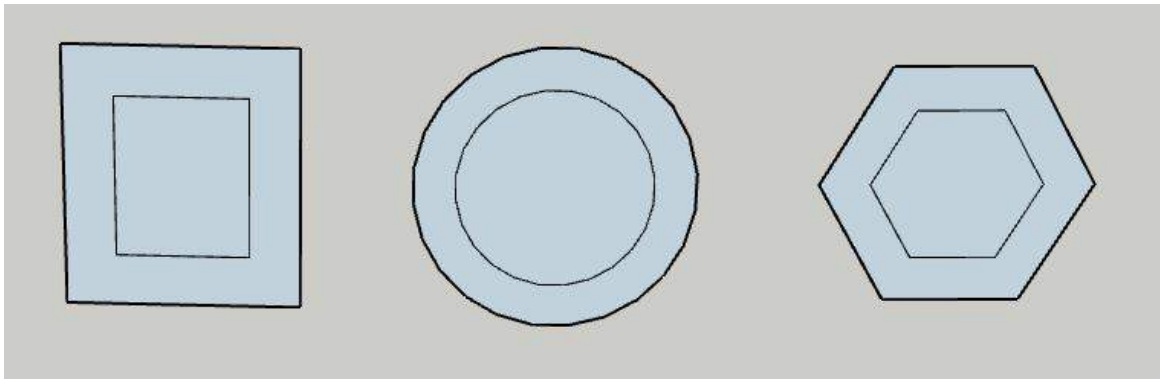


Abb. 2: Funktion “Versatz” auf verschiedene Formen angewendet

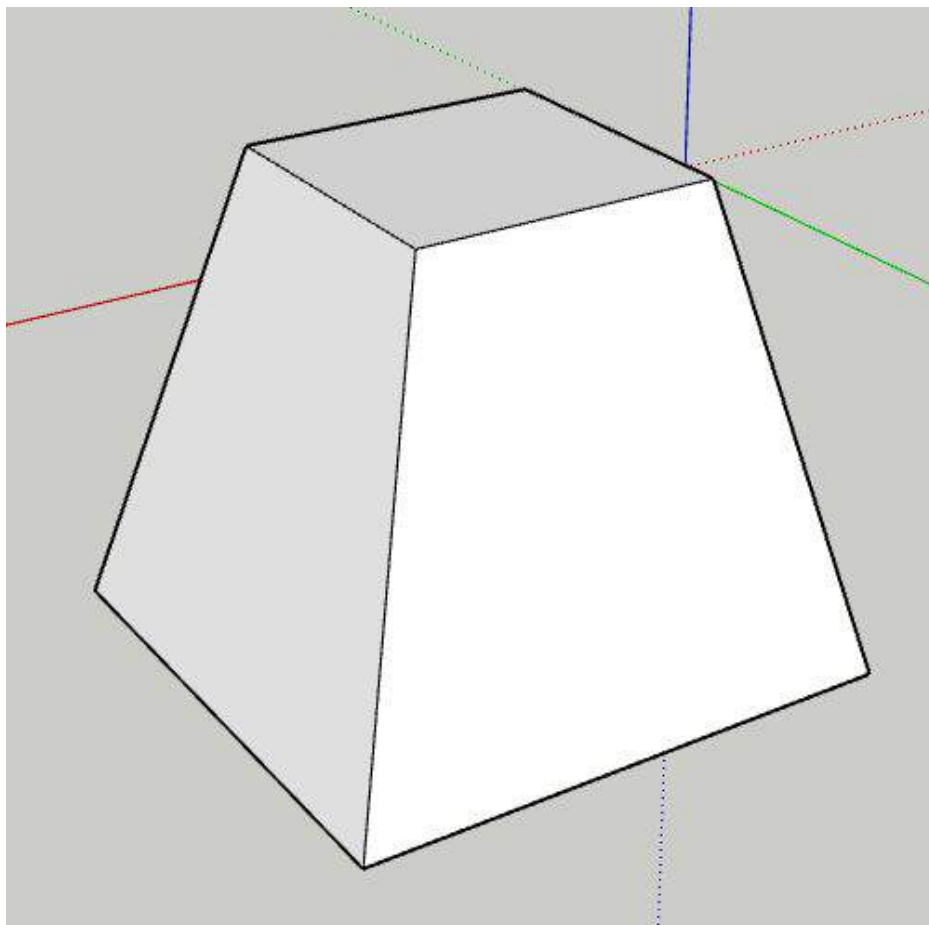


Abb. 3: Pyramidenstumpf durch “Skalieren”

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Konzepte

Anfangs gab es noch die Idee, das Laufrad mit drei Rädern, zwei vorne und eines hinten, auszustatten. Das hat den Vorteil, dass das Rad selbständig stehen kann. Jedoch ist das auch mit vielen Nachteilen verbunden. Das Rad wird größer und sperriger. Das Lenken wird schwieriger, da Gewichtsverlagerung als Lenkverfahren nur bei einem zweirädrigen Gefährt reibungslos funktioniert. Ein Lenkprinzip für ein Dreirad zu konzipieren, stellt sich als äußerst schwer heraus. Außerdem erschwert sich das Zusammenklappen zu einem Trolley, da die gesamte Konstruktion komplizierter sein muss. Aufgrund dieser Nachteile eines Laufrads mit drei Rädern wurde sich für ein Laufrad mit zwei Rädern verständigt.



Abb. 4: Kurvenfahrt durch Neigen

Bei der Art und Weise, wie sich das Laufrad zum Trolley transformieren lässt, gab es verschiedene Möglichkeiten.

Entweder lässt sich das Laufrad durch einen Kippmechanismus, durch einen Klappmechanismus oder durch einen Schiebemechanismus in einen Trolley umwandeln. Bei dem Kippmechanismus läuft die Transformation ab, indem durch Kippen des Laufrads ein Teil des Rades sich an einem Gelenk oder einer Achse dreht und man es dann am Lenker als Trolley hinter sich herziehen kann. Der Klappmechanismus funktioniert ähnlich wie bei einem Klapprad. Der hintere Teil des Rades wird auf den vorderen gefaltet, wodurch die Räder parallel stehen. Beim Schiebemechanismus lässt sich der hintere Teil an einer Schiene neben den vorderen Teil schieben.

Nach Abwägen der Vor- und Nachteile fiel die Entscheidung auf einen Klappmechanismus, da dieser handlich und nicht zu komplex erscheint. Außerdem stehen die Räder dann parallel, weshalb sich der Trolley gut ziehen und lenken lässt. Da ein Klappmechanismus eines handelsüblichen Klapprades jedoch eher kompliziert und unhandlich ist, wurde ein eigenes Gelenk entwickelt.

Zuletzt stellt sich die Frage, wo sich ein Korb befestigen lässt, damit man im Trolley auch etwas transportieren kann. Auch hierfür ist der Klappmechanismus gut geeignet. Es lassen sich zwei Körbe an den Seiten des Laufrads befestigen, die nach dem Zusammenklappen nach außen zeigen. Diese müssen für die Umwandlung von Laufrad in Trolley und andersherum auch nicht entfernt werden, was diesen Prozess leicht und schnell umsetzbar macht.

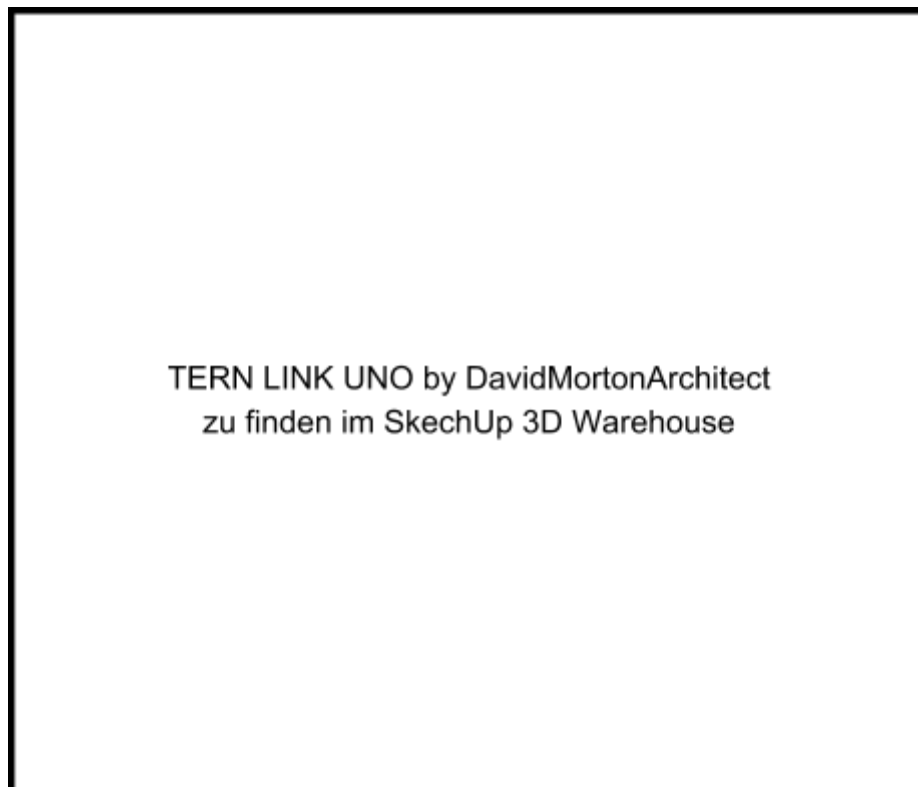


Abb. 5: SketchUp-Modell eines Klapprades

Als Vorlage für Skizzen dient ein fertiges SketchUp-Modell eines Faltrades, welches dem 3D-Warehouse (einem kostenlosen Download-Ordner für fertige 3D-Modelle) von SketchUp entnommen wurde. Die vorgenommenen Änderungen bestehen aus dem Entfernen des konventionellen Klappradgelenkes, da dessen Verwendung umständlicher ist als das neu entwickelte Gelenk, und der Fahrradkette und Pedale. Für ein Laufrad wären insbesondere die herausstehende Pedalerie aber auch die oft ölige und schmutzige Kette ein Hindernis beim Vor- und Zurückbewegen der Beine. Des Weiteren erleichtert das Fehlen dieser Teile das Zusammenklappen des Rades zum Trolley erheblich.

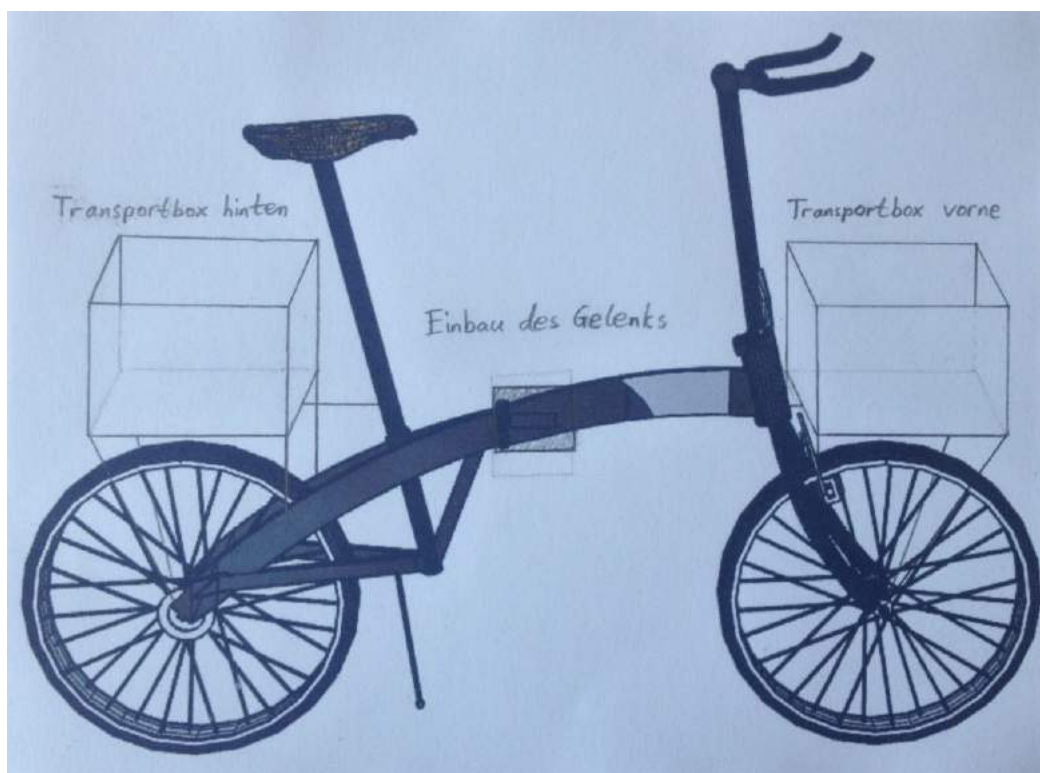


Abb. 6: Skizze des Klapprades

Was den Einbau des Gelenkes betrifft, so stehen zwei Möglichkeiten zur Wahl, die jeweils Vor- und Nachteile mit sich bringen.

Da die Radachsen und die daran befestigten Gabeln eine gewisse Breite aufweisen, ist es nicht möglich, nur mit einem in der Mitte sitzenden Gelenk zu arbeiten. Stattdessen können zwei 90°-Gelenke mittig und kurz hintereinander verbaut werden, sodass das kleine Stück zwischen den Gelenken im zusammengeklappten Zustand quer zu den Rädern steht und ihre parallele Ausrichtung sorgt. Vorteil bei diesem Ansatz ist der symmetrische Aufbau des Laufrades, welcher fast gänzlich von dem eines Klapprades übernommen werden kann. Außerdem könnten bei dem Konzept aufgrund des großen Radabstandes im Trolleyzustand die Transportboxen sowohl neben, aber auch über den Rädern montiert werden. Der große Nachteil dieser Konstruktion ist die Notwendigkeit zweier Gelenke. Somit entstehen mehr potentielle Schwachstellen und Belastungspunkte am Rahmen. Die Bedienung kann trotz zwei Gelenken einfach gehalten werden, indem man die beiden Sperrkeile durch einen Stab miteinander verbindet. Dies ermöglicht eine simultane Aktivierung beider Gelenke.

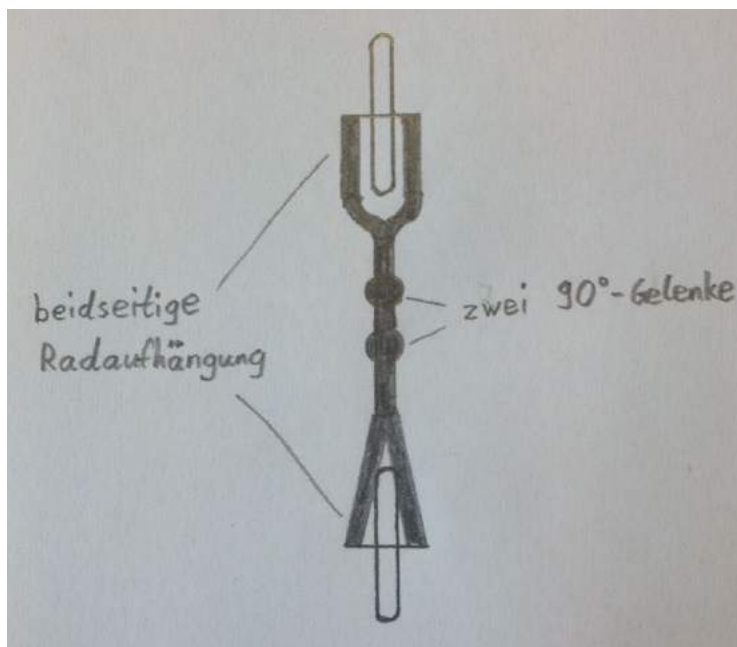


Abb. 7: Laufradzustand

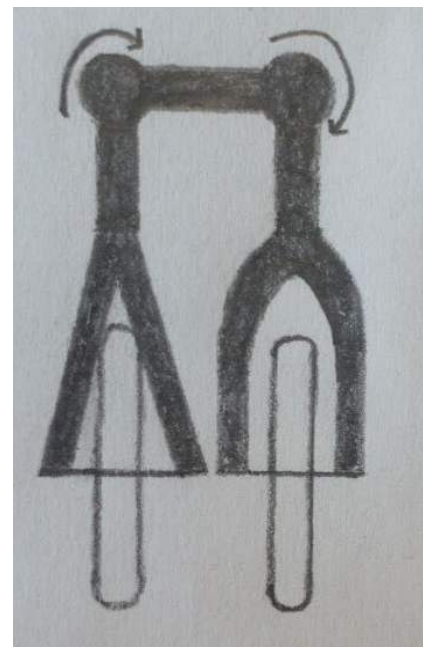


Abb. 8: Trolleyzustand

Alternativ ist auch eine Konstruktion mit nur einem Gelenk möglich. Voraussetzung hierfür ist ein Rahmensystem mit einseitiger Radaufhängung. Durch das Fehlen der Radaufhängung und der Radgabel auf der anderen Seite kann das Rad wesentlich schmaler gefaltet werden. Dazu wird ein 180°-Gelenk in gleichem Abstand zwischen den zwei Rädern, aber zum Rahmen seitlich verschoben, eingebaut. Obwohl sie für eine engere Faltung des Rades sorgt, bringt diese Möglichkeit nicht nur Vorteile mit sich. Durch den asymmetrischen Aufbau besitzt die Draisine einen Schwerpunkt, welcher nicht auf ihrer Längsachse liegt. Damit wäre die zweite Version deutlich kippanfälliger, wenn man keine Ausgleichsgewichte anbringen oder die Ausrichtung des Rahmens verändern würde.

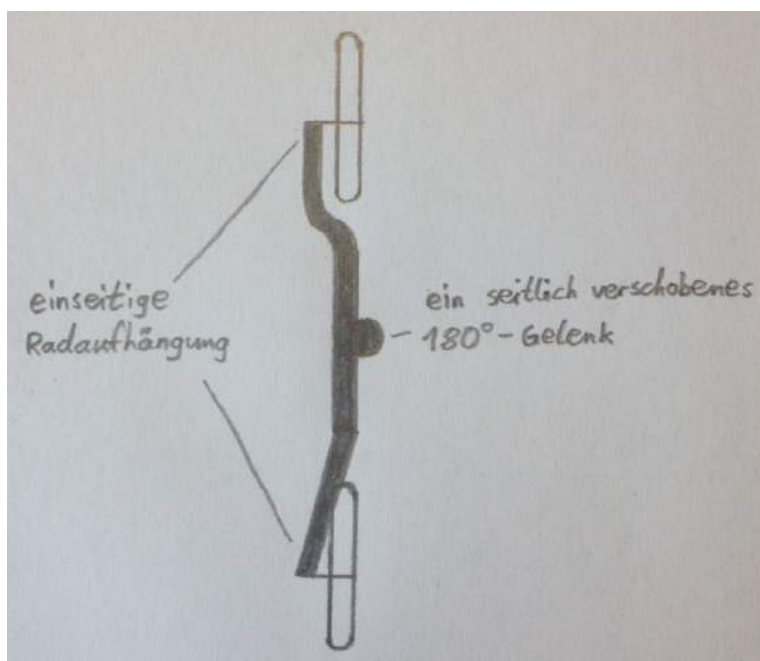


Abb. 9: Laufradzustand

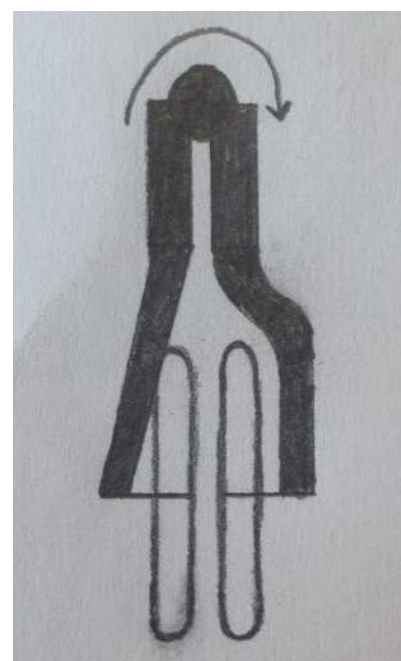


Abb. 10: Trolleyzustand

## 4.2 Modellierung

Zum Modellieren des Gelenks wurde die Software SketchUp verwendet. Hier ist zum einen der erste Prototyp als auch die momentan finale Version zu sehen. Das Gelenk besteht aus einem Zylinder, der so ausgehöhlt ist, dass sich ein Schieber um den Innenzylinder bewegen kann, ohne dass dieser herausfällt. An diesem Schieber ist der hintere Teil des Laufrades befestigt. Der vordere Teil des Laufrades ist an dem Außenzylinder befestigt. Klappt man nun das Rad zusammen soll es einrasten und fest zusammengeklappt sein. Dazu ist im Gelenk ein türschlossähnlicher Mechanismus verbaut. Klappt man das Rad zusammen, drückt der Schieber einen Keil nach oben. Sobald das Rad vollständig zusammengeklappt ist, ist der Schieber an dem Keil vorbei und dieser fällt wieder herunter. Der Schieber, und damit der hintere Teil des Fahrrads, ist jetzt so lange fest stabilisiert, bis man den Keil hochhebt und den Schieber wieder in die andere Richtung drückt.

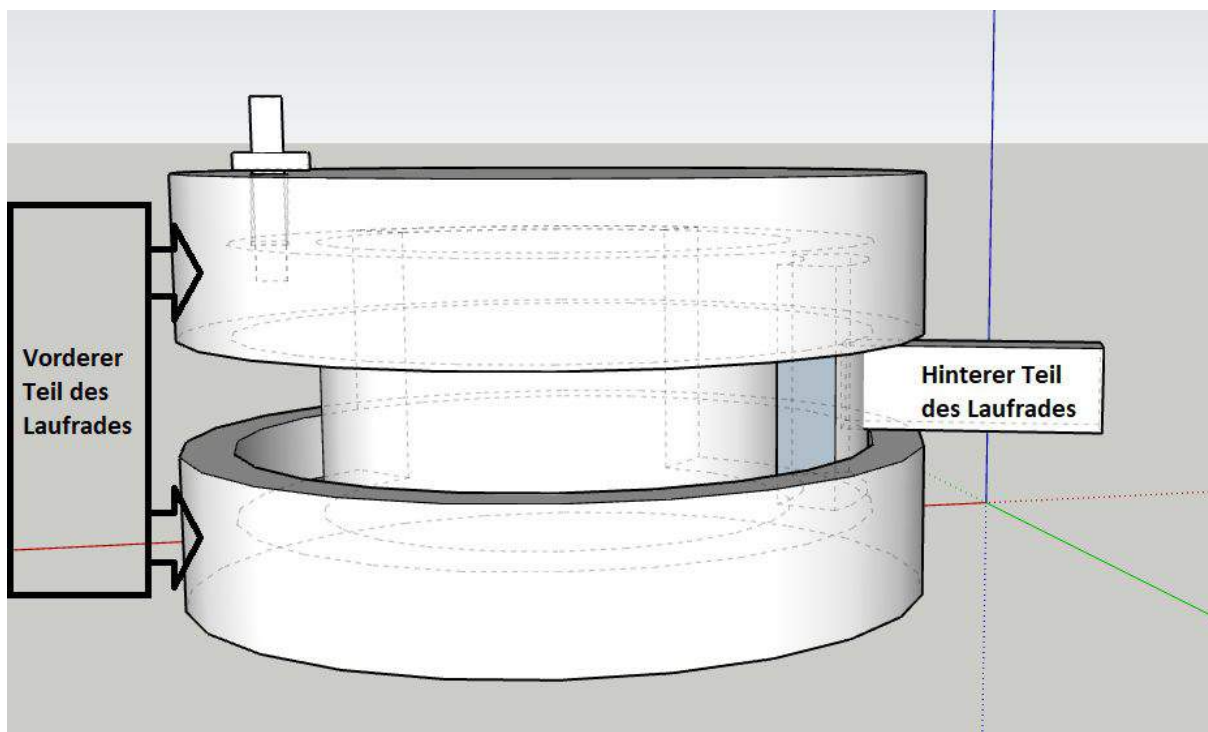


Abb. 11: Erster Prototyp des Gelenks  
(Größe nicht festgelegt, sondern frei skalierbar)



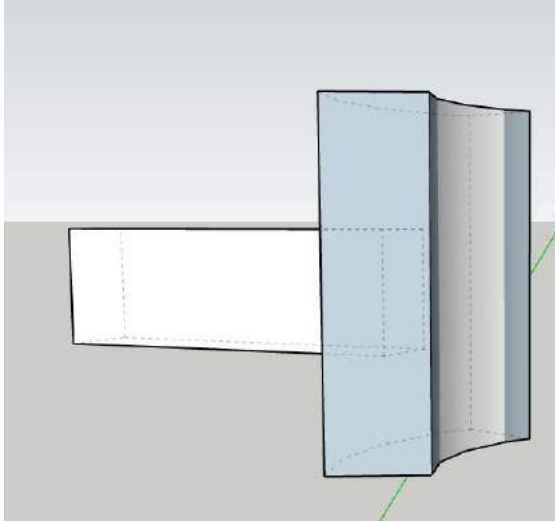


Abb. 12: Schieber

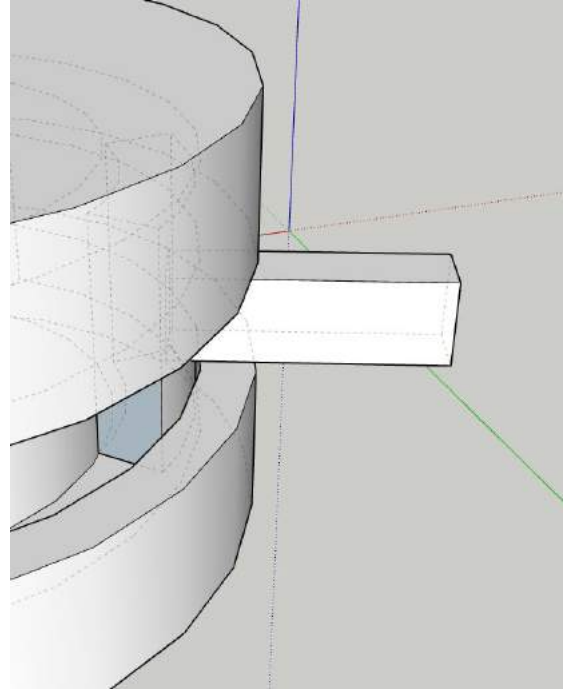


Abb. 13: Schieber im Gelenk

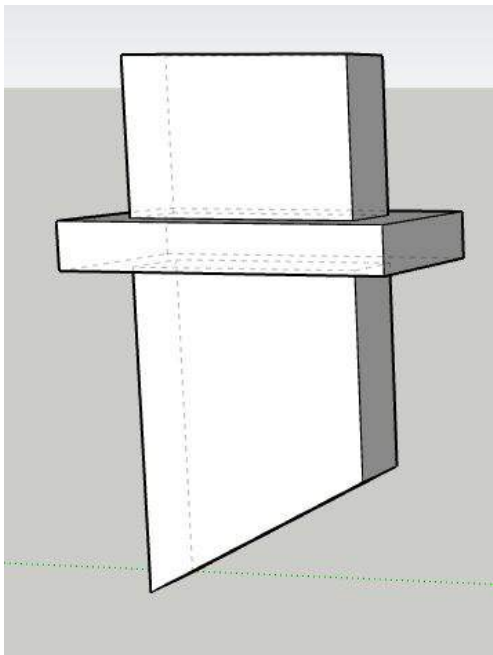


Abb. 14: Sperrkeil

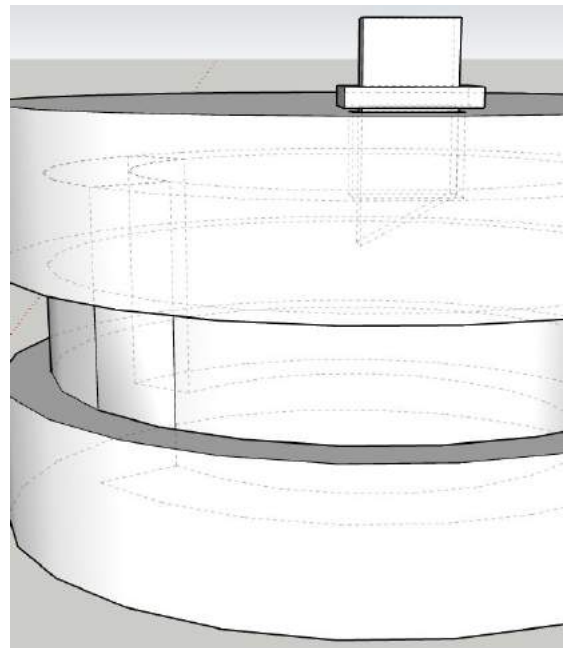


Abb. 15: Sperrkeil im Gelenk

### 4.3 Druck

Das Ausdrucken des Gelenkmodelles stellte sich als sehr aufwändig heraus. Das Funktionsprinzip des Gelenkes beruht, stark vereinfacht, auf einem sich drehenden Zylinder in einem größeren Zylinder, der den kleineren auf allen Seiten umgibt. Daher erschien es nicht möglich, die einzelnen Teile des Gelenkes separat zu drucken und sie anschließend zusammenzustecken. Stattdessen mussten sie schon fertig ineinander verbaut ausgedruckt werden. Das Gelenk ist so mit SketchUp designt, dass zwischen Teilen, die sich zueinander bewegen können und sollen, ein bis zwei Millimeter Platz vorhanden ist. Allerdings wurde nach dem Drucken klar, dass dieses Freilassen von Spielraum im Gelenk nicht von dem verwendeten 3D-Drucker verarbeitet werden kann. Er verwendet einen Flüssigkunststoff, der mit energiereichen Strahlen ausgehärtet wird. Es ist damit deshalb nicht möglich, ohne Anknüpfungspunkt etwas zu drucken, sämtliche Zwischenräume werden ebenfalls mit Kunststoff ausgefüllt. Das gedruckte Gelenk besitzt also in erster Linie eine veranschaulichende Funktion. Damit die bewegbaren Teile, vor allem Schieber und Sperrkeil, ihrer eigentlichen Aufgabe nachkommen können, bedarf es einer anderen 3D-Druckmethode.



Abb. 16: gedrucktes Gelenkmodell  
(Maße des Zylinders in cm: 6 \* 6 \*4)

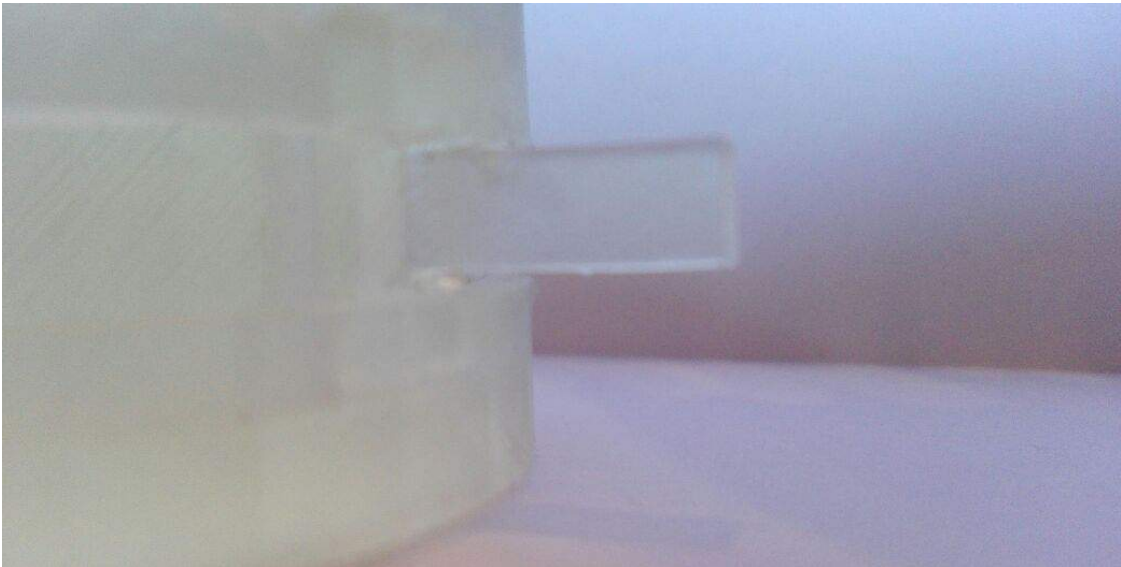


Abb. 17: Schieber in der Gelenkschiene



Abb. 18: Gelenk von oben

## 5. Diskussion

### 5.1 Fazit

Im Verlauf dieses Projektes wurden in verschiedenen Ebenen Ergebnisse erreicht. Zu Beginn lag der Schwerpunkt auf der Formulierung eines Zieles. Ausgehend von den Ideen von Volker Koch haben wir uns die Entwicklung eines Konzeptes eines Fortbewegungsmittels für den innerstädtischen Verkehr vorgenommen. Als Basis sollte das Laufmaschinenprinzip der vor 200 Jahren erfundenen Draisine genommen werden. Zudem sollte das Gefährt mit wenigen kleinen Handgriffen in einen Einkaufstrolley umgebaut werden können.

Nach einer Phase der Recherche und Ideensuche wurden grundlegende Entscheidungen bezüglich Zielgruppe und Transformiermechanismus getroffen, die den weiteren Weg des Konzeptes entscheidend waren. So wurde beispielsweise ein Faltmechanismus als zentrale Eigenschaft gewählt, da er im Vergleich zu den anderen Optionen die meisten Vorteile und wenig Nachteile aufweist.

Anschließend entstand das Konzept und der Prototyp des Gelenkes, welches das Rad in einen Trolley umfunktioniert. Neben einfachen Zeichnungen und einem Testmodell aus Pappe (Kapitel 4.1) wurden ein in der Theorie funktionierendes, virtuelles Modell mit Hilfe von SketchUp (Kapitel 4.2) und ein physisches, 3D-gedrucktes Ansichtsmodell entwickelt (Kapitel 4.3).

Auch die Gestaltung des übrigen Rades wurde behandelt. Hier wurden mittels Skizzen zwei Möglichkeiten eines Laufradrahmens und der dazugehörigen Radaufhängung präsentiert. Jede Möglichkeit kommt zudem mit einer leicht anderen Ausführung des entwickelten Gelenks und auch die Position der Transportkörbe ist unterschiedlich.

Das Produkt des Projektes ist also ein größtenteils theoretisches Konzept, das in manchen Bereichen detailliert, in anderen weniger ausführlich ausgearbeitet und diskutiert wurde. Es liefert eine gute Grundlage für zukünftige Weiterführungen durch andere Gruppen.

## 5.2 Fehler und Reflexion

Die am Projektanfang angestrebte Fertigung eines Prototypen war aus mehreren Gründen nicht zu erreichen. Zum einen hat die verfügbare Zeit nicht ausgereicht. Für aufwändige handwerkliche Arbeiten, wie sie in diesem Fall nötig gewesen wären, bedarf es längerer Zeitfenster, in denen am Stück gearbeitet werden kann. Diese sind jedoch äußerst schwer zu vereinbaren, wenn parallel zu diesem Projekt zahlreichen anderen, zeitaufwendigen Verpflichtungen wie Schule, Sport, Führerschein und Freunde nachgekommen werden muss. Zum anderen war auch das erforderliche Wissen nicht vorhanden. Informationen zu Werkstoffen, Radaufhängung, Lenkermontage oder Bremsfunktion hätten erst gesammelt und gefiltert werden müssen. Dies wiederum wäre enorm zeitaufwändig und hätte vermutlich die primäre Arbeit, nämlich die Entwicklung des Konzeptes, verlangsamt oder sogar gestoppt. Eine Lösung wäre die Eingliederung von mehr Personen gewesen, sodass auch eine größere Anzahl von Unterthemen hätte behandelt werden können.

Die zu Beginn aufgestellte, ehrgeizige Zeitplanung im Projektzeitplan konnte nicht verwirklicht werden. Die fehlende Erfahrung über die Abläufe in der Produktentwicklung war dabei ein wichtiger Faktor, der für die Fehlplanung verantwortlich war.

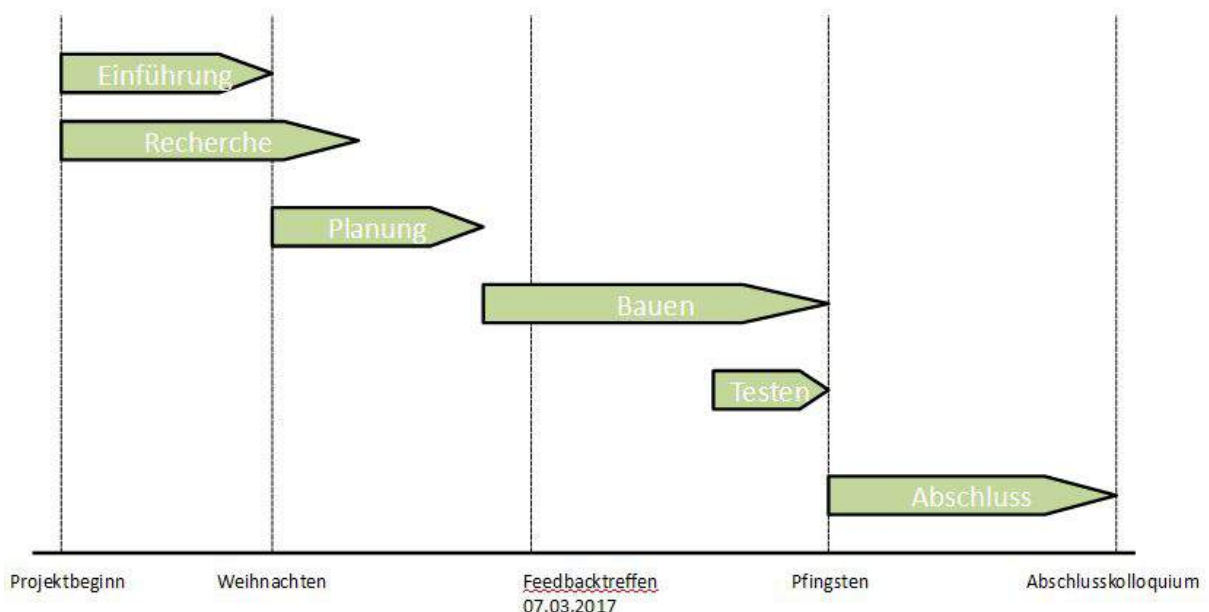


Abb. 19: Projektzeitplan zu Projektbeginn

Der schwerwiegendste inhaltliche Fehler im Projektzeitraum war das nicht funktionierende Gelenkmodell. Ursache war die nicht mögliche Eins-zu-eins-Umsetzung des SketchUp-Modells in eine vom 3D-Drucker baubare Form, für welche bis heute auch noch keine zufriedenstellende Lösung gefunden wurde. Insgesamt waren die Ergebnisse, die den physischen, konstruierten Bereich betreffen, nicht so ergiebig wie Ergebnisse aus anderen Bereichen. Die Felder der vierten Spalte im Projektstrukturplan sind, im Gegensatz zu den anderen Spalten, nur sehr oberflächlich behandelt worden.

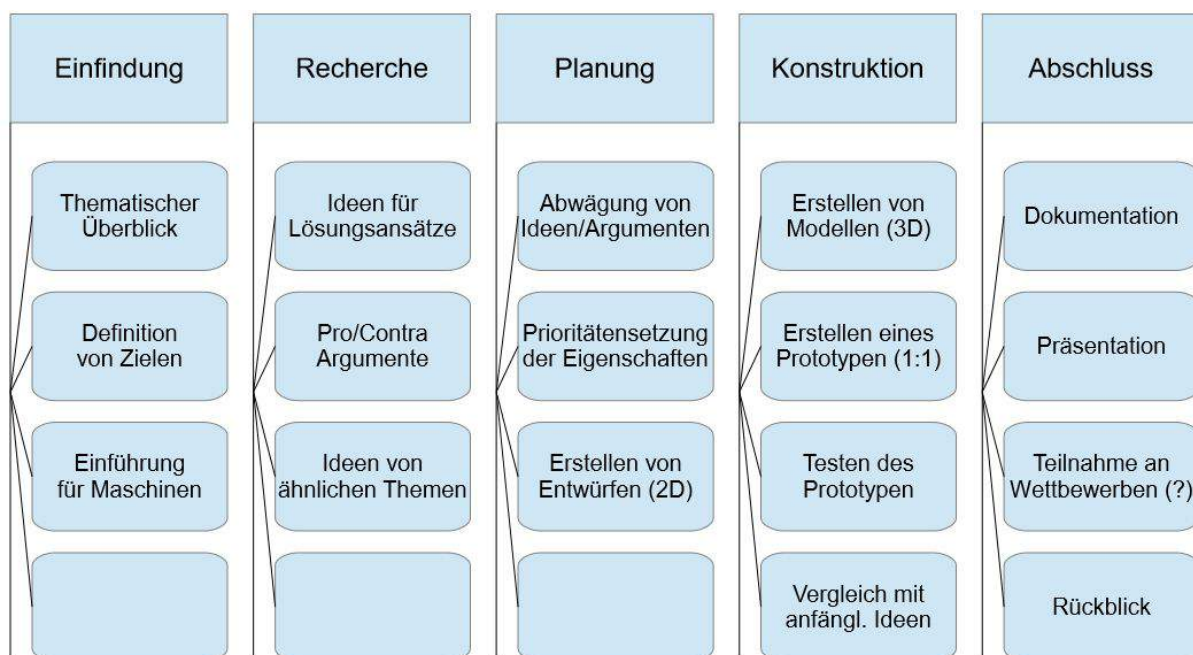


Abb. 20: Projektstrukturplan

Einen übergreifenden Aspekt hat das Projekt aber doch anschaulich gemacht. Die komplizierte und vielfältige Welt der Produktentwicklung mit den verschiedenen Phasen von Idee über Recherche, Plan und Skizze bis hin zum Modell ist um einiges größer, als dass sie von zwei Schülern in der Kooperationsphase erfasst werden kann.

### 5.3 Ausblick

Eine erneute Ausschreibung des Projektes wäre definitiv möglich und vorteilhaft, da auf Basis der hier geleisteten theoretischen Arbeiten gut eine praktisch orientierte Umsetzung denkbar ist. Das ursprüngliche Projekt besaß für die umfangreiche Aufgabenstellung einen zu kurzen Zeitrahmen. Mit einer Fortführung der in dieser Dokumentation erläuterten Gedanken und Konzepte könnte nun der Schwerpunkt auf die Praxis fallen, was auch positive Auswirkungen auf die Langzeitmotivation haben würde.

Allein aus den Ergebnissen dieser Arbeit ergeben sich folgende Fragestellungen für nachfolgende Gruppen:

- Wie kann man das Gelenk für einen 3D-Drucker druckbar machen?
- Wie müsste man es optimieren, wenn man es tatsächlich in ein Laufrad oder Klapprad einbaut?
- Woraus und wie baut man am besten einen Prototypen?
- Wäre ein Dreirad vielleicht eine bessere Alternative?
- Gibt es einen noch einfacheren Mechanismus für die Transformation?

Auch eine komplette Neuausschreibung wäre denkbar, allerdings müssten dann ein paar Rahmenbedingungen des Projektes verändert werden. Zum einen wäre eine deutlich längere Bearbeitungszeit notwendig (evtl. in Verbindung mit der Modulphase oder dem Patentprojekt), zweitens sollten ein paar Grundlagen, wie zum Beispiel die Radanzahl oder ein bestimmter Mechanismus, festgelegt sein, um immer eine ungefähre Richtung verfolgen zu können. Ansonsten liegt die Verlockung nah, sich in unbedeutenden Einzelheiten zu verlieren. Letztens müsste die Teilnehmerzahl auf mindestens drei, besser vier Hectorianer angehoben werden. Bei den unterschiedlichen Themengebieten können so mehr Leute ihre Stärken wahrnehmen und gleichzeitig zum Gesamtfortschritt beitragen.

## 6. Danksagung

Wir danken dem Institut Entwerfen und Bautechnik am Karlsruher Institut für Technologie. Ein besonderer Dank geht an Dr.-Ing. Volker Koch aus dem Fachgebiet Building Lifecycle Management für die Einführung in das Projekt und die Unterstützung mit Ideen sowie Florian Rothermel für die Hilfe beim 3D-Drucken von Modellen.

Außerdem bedanken wir uns bei unseren Kursleitern Thomas Knecht und Anke Richert, die uns vor und während der Kooperationsphase betreut und die Möglichkeit der Projektauswahl geschaffen haben.

Ein großer Dank gilt zudem der Hector-Stiftung und dem Stifterehepaar Josephine und Hans-Werner Hector für die Ermöglichung unserer langjährigen Förderung.



## 7. Quellen

Titelseite:

[https://www.itp.kit.edu/~slava/kit\\_logo.png](https://www.itp.kit.edu/~slava/kit_logo.png)

[18.10.2017]

<https://bscw.hector-seminar.de/bscw/bscw.cgi/d595399/transparentes%20Logo.ppt>

[18.10.2017]

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Draisinel.jpg>

[18.10.2017]

Abbildungen 1-3 sind selbst aufgenommen

Abb. 4:

[http://www.trentobike.org/Countries/Europe/Tour\\_Reports/Tour\\_of\\_the\\_Alps/Gallery/tiretest.jpg](http://www.trentobike.org/Countries/Europe/Tour_Reports/Tour_of_the_Alps/Gallery/tiretest.jpg)

[04.08.2017]

Abb. 5:

TERN LINK UNO by DavidMortonArchitect

[SketchUp 18.10.2017]

Abbildungen 6-20 sind selbst aufgenommen

Anhang:

alle Abbildungen sind selbst aufgenommen

## 8. Anhang

### 8.1 Abkürzungen

KIT           Karlsruher Institut für Technologie

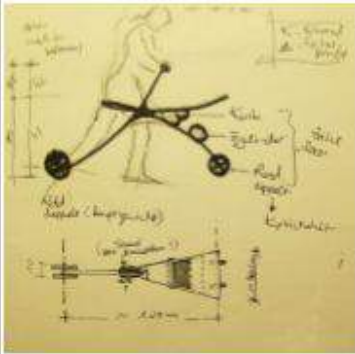
IEB           Institut Entwerfen und Bautechnik

BLM           Building Lifecycle Management

STL           STereoLitography; Dateiform für geographische Information

## 8.2 Weitere Ergebnisse

Kooperation von KIT, Hochschulen und Forschungseinrichtungen mit dem Hector-Seminar Karlsruhe

Aufgabenstellung:	<i>Drais 2.0</i>
maximale TN-zahl:	2
Beginn:	<i>Herbst 2016</i>
voraussichtliche Dauer:	<i>Sommer 2017</i>
Termingestaltung:	<i>freie Zeiteinteilung</i>
Vorkenntnisse und Erwartungen an die Teilnehmer:	<i>Spaß, Talent und Begeisterungsfähigkeit für die konstruktive und gestalterische Konzeption und Umsetzung eines innovativen Fortbewegungsmittels für Karlsruhe</i>
Projektziele und konkrete Aufgabenbeschreibung	<p><i>Auf Grundlage eines bestehenden Laufradkonzept (KA-Rad) soll für die neu gestaltete Fußgängerzone von Karlsruhe ein innovatives Fortbewegungsmittel gestaltet und als Prototyp umgesetzt werden.</i></p> <p><i>Das K-Rad soll dabei die einfache, zügige und altersunabhängige Fortbewegung ermöglichen und so konzipiert sein, dass es konfliktfrei innerhalb der Fußgängerzone genutzt werden kann. Weiterhin soll es durch einfache Handgriffe ermöglicht werden, das KA-Rad zu einem Einkaufstrolley umzufunktionieren und auch innerhalb der Einkaufsläden zu nutzen.</i></p>  <p><small>Bild: Mazen Shalbak</small></p>
Abschluss:	<i>Präsentation Prototyp</i>

### Ausschreibung des Projektes

Kooperation von KIT, Hochschulen und Forschungseinrichtungen mit dem Hector-Seminar Karlsruhe

Aufgabenstellung:	Drais 2.1
maximale TN-zahl:	2
Beginn:	Herbst/Winter 2017
voraussichtliche Dauer:	Sommer 2018
Termingestaltung:	freie Zeiteinteilung
Vorkenntnisse und Erwartungen an die Teilnehmer:	Spaß, Talent und Begeisterungsfähigkeit für die konstruktive und gestalterische Konzeption und Umsetzung eines innovativen Fortbewegungsmittels, an dem bereits Hectorianer gearbeitet haben.
Projektziele und konkrete Aufgabenbeschreibung	<p>Im letzten Jahr haben 2 Hectorianer ein Konzept für ein fortschrittliches, laufradähnliches Fortbewegungsmittel entwickelt. Dieses ist für die Fußgängerzone gedacht und kann sich leicht in einen Einkaufstrolley umbauen lassen.</p> <p>Anhand der Konzeptzeichnungen und des bereits modellierten und gedruckten Gelenkes (siehe links) ist es nun Aufgabe einen Prototypen zu erstellen, welcher möglichst einfach vom Laufrad zum Trolley umgewandelt werden kann und vice versa. Gegebenenfalls kann das Konzept / Gelenk auch leicht umgeändert werden.</p>
Abschluss:	Präsentation Prototyp

Mögliche Folgeausschreibung des Projektes

Raddurchmesser zwischen 10 und 50cm	
zu groß	zu klein
- zu unhandlich im Laden	- nicht geländetauglich (Pflaster, Schienen, Schwellen)
- umständliches Parken/Verstauen	- keine Reifenfederung (zu wenig Luft)
- viel Kraft zum Anschieben benötigt	- kein Aufbauen von Geschwindigkeit
- zu großer Wendekreis?	- zu kleiner Wendekreis?

### Überlegungen zur Radgröße



Frühes Modell für einen Faltmechanismus

## 9. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichern wir, Markus Schnellbach und Simon Sester, dass wir diese Arbeit, mit der Beratung von Dr. Volker Koch, selbstständig und nur mit den im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt, sowie verwendete Zitate kenntlich gemacht haben.

Karlsruhe, den

---

Markus Schnellbach

Simon Sester