jugend forscht

Wettbewerbsjahr:	**2015**
Bundesland:	**Berlin**
Sparte:	**Jugend forscht**
Fachgebiet:	**Technik**
Betreuer:	**Michael Böker, Friedensburg-Oberschule** **Roland Lederer, Bildungs- und Forschungszentrum Berlin**
Patentanmeldung:	**nein**
Tierversuche:	**nein**
Projektnummer:	**134056**

Entwicklung eines universellen Gehsystems für Inline Skates

(Projekttitel)

1. Teilnehmer

Vorname:	**Teoman**
Name:	**Reimann**
Geb.-Datum:	**16.06.1995**
E-Mail:	**teo-lino@web.de**
Schule/Betrieb/Uni:	**Friedensburg-Oberschule**

Der/die Teilnehmer versichere/n, dass er/sie die Teilnahmebedingungen des Wettbewerbs unter www.jugend-forscht.de und die Vorgaben des Veranstalters anerkenne/n. Er/Sie hat/haben die Arbeit selbstständig angefertigt und alle verwendeten Quellen sowie alle unterstützenden Unternehmen, Institutionen und Personen und die Art der Unterstützung in der Arbeit genannt. Bei Forschungsarbeiten mit Tieren wurden alle Vorgaben der Tier-, Natur- und Artenschutzgesetze eingehalten und insbesondere das "Formular für Forschungsarbeiten mit Tieren" unterschrieben eingereicht.

Kurzfassung:

Ich als Inline Skater hatte schon oft das Verlangen, mich mit meinen Inline-Skates kurz in die U-Bahn zu setzen, um anschließend gleich mit diesen weiterfahren zu können. Alles ohne lästiges, zeitraubendes an- und ausziehen. Dann wiederrum gab es Situationen, wo mir Schnell eingefallen ist, dass mir noch eine Kleinigkeit für Zuhause fehlt. Beim Betreten eines Geschäftes wies man mich darauf hin meine Inline Skates auszuziehen, Argumente wie,
„es wird nur zwei Minuten dauern, das Ausziehen lohnt sich nicht“, zählen nicht!
Kurzum war es also die Idee von mir, die Rollen ganz schnell für eine kurze Zeit abziehen zu können, um mit den verschiedenen Situationen in der Stadt zu Recht zu kommen.
Die Recherche im Internet nach einem mich ansprechender Umsetzung dieser Idee half mir wenig weiter. Deshalb entschied ich mich für die Produktion meines eigenen Projektes.

In der Vorbereitungsphase war es wichtig, ein stabiles Verbindungsprofil zwischen Rahmen und Außenschale der Inline Skates zu finden, um daraus dann eine Verbindung zwischen jenen Teilen zu entwerfen.
Es stellte sich heraus, dass das ohne viel Aufwand garnicht zu bewerkstelligen war, denn die Sicherheit musste immer gewährleistet sein.
Anstatt also eine Zwischenschiene zu entwerfen, musste nun ein ganzer Rahmen neu entworfen werden.

Das kostete sehr viel Zeit und konnte bis zur Upload-Frist nicht durchgeführt werden.
Die Folge war, dass sich zum Ende der Arbeit nur noch theoretische Produktionsschritte finden.
Auch die Auswertung des Projektes viel mit dem fehlenden Prototyp sehr schwer, um nicht zu sagen es ist unmöglich.

Der fehlende Teil wird jedoch mit der nun fortlaufenden Produktion ergänzt. Daraus erschließen sich mir immer mehr Details, die, wie ich finde, die Präsentation am entscheidenen Tag noch interessanter gestalten werden, denn der Leser wird am Präsentationstag womöglich überracht sein, in welche Richtung sich das Projekt in dieser Zeit noch entwickelt!

Inhaltsverzeichnis

1.	**Einleitung und Theorie**	2
1.1.	Informationen zum Aufbau von Fitness Skates / Freestyle Skates	3
1.2.	Wahl der Inline-Skates-Klasse	3
1.3.	Anforderungen an den abnehmbaren Rahmen	4
1.4.	Auswahl des Produktionsgegenstandes	4
1.5.	Materialwahl	5

2.	**Planung**	
2.1.	Form der Bauteile für die Halterung und den Rahmen	6
2.2.	Wirkende Kräfte	7
2.3.	Materialstärke	7
2.4.	Technische Zeichnungen(Rahmen / Verbindung / Geh-Schiene)	8,9,10
2.5.	Benötigte Stoffe, Materialien und Maschinen	11

3.	**Produktion**	
3.1.	Bestellung der Materialien	11
3.2.	Schneiden	12
3.3.	Fräsen – Rahmen	13
3.4.	Fräsen - Gehschiene	13
3.5	Sohle der Gehschiene	14
3.6	Bohren	14
3.7.	Eloxieren	14
3.8.	Zusammenbau	14

4.	**Testverfahren**	
4.1.	Subjektive Einschätzung des Fahrverhaltens	14
4.2.	Vibrationstest	14

5.	**Ergebnisse**	
4.1.	Resultat	15
4.2.	Vergleich des Resultats mit den Anforderungen	15

6.	**Diskussion**	
5.1.	Ausblick - erreichte bzw. unerreichte Ziele	15
5.2.	Optimierungsmöglichkeiten	15

7.	**Zusammenfassung**	15

8.	**Anhang**	
8.1	Quellen- und Literaturverzeichnis	16
8.2	Bildnachweis	16
8.3	Unterstützer	17

1. Einleitung

Ich als Inline Skater hatte schon oft das Verlangen, mich mit meinen Inline-Skates kurz in die U-Bahn zu setzen, um anschließend gleich mit diesen weiterfahren zu können. Alles ohne lästiges, zeitraubendes an- und ausziehen. Dann wiederrum gab es Situationen, wo mir Schnell eingefallen ist, dass mir noch eine Kleinigkeit für Zuhause fehlt. Beim Betreten eines Geschäftes wies man mich darauf hin meine Inline Skates auszuziehen, Argumente wie,
„es wird nur zwei Minuten dauern, das Ausziehen lohnt sich nicht“, zählen nicht!
Kurzum war es also die Idee von mir, die Rollen ganz schnell für eine kurze Zeit abziehen zu können, um mit den verschiedenen Situationen in der Stadt zu Recht zu kommen.

Im Rahmen einer Internet-Recherche erfuhr ich von den „Hypno-Skates“:
Diese Inline Skates wurden genau auf der Grundlage des oben genannten Problems produziert. Hier ließ sich der Rahmen samt der Räder innerhalb von unschlagbar wenigen Sekunden direkt vom Schuh trennen, sodass die Person anschließend mit den angezogenen Schuhen gehen konnte.

Leider konnte ich mich nicht mit dieser Lösung zufriedengeben, denn
naheliegender Weise will ich mir nur ungern neue Inline Skates kaufen, wenn die relativ neuen 300€ „Powerslide S4“- Freestyle-Skates auch von mir umgerüstet werden können.
Ferner haben die „Hypno Skates“ kleinere Rollen (76mm statt 80mm) und minderqualitative Kugellager (genormt nach ABEC-5 statt 7,9 oder ILQ-9). Weite Strecken mit hohem Tempo sind somit ausgeschlossen. Die Rollen zu ersetzen würde weitere Kosten verursachen.
Wirklich zu empfehlen ist die geringe Dauer des Wechsels von „rollen“ auf „laufen“ und das schlichte, aber ansprechende Design.

So brachte mich die Recherche auf das Ergebnis, dass es die Lösung, so wie ich sie mir vorstellte, nicht gab, nämlich ein universelles, adaptives System für das Gehen mit Inline Skates.
Trotz vieler Patente darüber, verkaufte niemand ein solches Produkt. Aus diesem Grund ist es nun Thema dieser Arbeit ein solches System zu entwerfen.

1.1. Informationen zum Aufbau von Inline Skates[1]

Es gibt viele verschiedene Arten von Inline Skates. Die folgenden Komponenten sind trotz unterschiedlicher Ausformung und Materialstärke aber allen Arten gemein:

der Innenschuh:
nicht sichtbar, besitzt im Bereich des Sprunggelenks Polsterungen um Druckstellen zu verhindern, passt sich bei Erwärmung der Fuß-Form an.

der Außenschale:
hält den Schuh in seiner Form, sorgt für Stabilität beim Fahren und Schützt vor schweren Fußverletzungen beim Fallen

der Schaft:
Schützt vor dem Weckknicken der Beine und gibt dem Fahrer extra Stabilität, besonders beim abrupten Bremsen oder Kurvenfahren

der Rahmen:
ist vor allem bei Fitness-Skates an die Schale genietet oder bei teuren Modellen an die Schale geschraubt (M6x10), gibt den Achsen die Führung

die Rollen:
T25 Torx M7x1 Sonderpassschrauben bilden bei der Marke „Powerslide“ des Öfteren die Achse für die Kugellager der Rollen

Abb. 1: Aufbau der Inline Skates

1.2. Wahl der Inline-Skates-Klasse

„Fitness-Skates“ sind mit einem Anteil von 80% die meist gefahrene Inline-Skates-Sorte.[2]
Es wäre sehr vorteilhaft, wenn man einen abnehmbaren Rahmen für diese Sorte entwerfen könnte. Leider bietet der oft angenietete Rahmen keine Möglichkeit zur Abnahme, ohne dabei die Schale zu beschädigen.

„Freestyle-Skates“ hingegen besitzen Schrauben, mit denen der Rahmen an die Außenschale befestigt wird. Der Schaft und die Schale sind durch Verbundwerkstoffe verstärkt (z.B. Glasfaser oder Carbon).
Der Rahmen wird aus zugfesten Aluminium-Legierungen, im Falle des vorliegenden Modells „Powerslide S4“ aus „6061 Flugzeugaluminium“, hergestellt und ist durch seine etwas andere Bauweise für starke Belastungen wie Sprünge oder Fälle ausgelegt. Das lässt sich auch daran erkennen, dass der Markt Ersatzteile jeglicher Art verkauft, die, wie sich noch herausstellen wird, dieser Arbeit sehr nützlich sind.

Abb. 2: Typischer Fitness-Skate mit vernietetem Rahmen

Die Freestyle Skates werden zwar nicht so häufig verwendet wie die Fitness-Skates, aber sie haben den entscheidenden Vorteil, dass der Rahmen ohne Beschädigung von der Schale abgenommen werden kann. Diese Eigenschaft bietet eine Angriffsfläche für das Projekt und ist damit unerlässlich.

1.3. Anforderungen an den abnehmbaren Rahmen

1. Einfache Bedienung:
Inline Skates auszuziehen kann aufgrund von Schnürsenkeln und Schnallen viel Zeit benötigen.
Ich benötige für diesen Vorgang zirka zwei Minuten.
Der produzierte Prototyp soll die benötigte Zeit auf unter 30 Sekunden verringern.

2. Universaler Einsatz:
Es wäre unvorteilhaft Bauteile zu entwickeln, die nur mit einem Produkt kompatibel sind, denn eine interessierte Person müsste sich zusätzlich zu den hier produzierten Bauteilen ein passendes Paar Inline-Skates kaufen. Glücklicherweise haben sich die großen Inline-Skates-Hersteller „*K2*“, „*Seba*“, „*Powerslide*“ und „*Rollerblade*“ offenbar auf bestimmte Maßeinheiten geneinigt, denn die M6 Schrauben, die den Rahmen mit der Schale verbinden, haben einen genormten Abstand zueinander. Dieses sogenannte „mounting“ beträgt des Öfteren 165mm.
In Abb. 1 lässt sich ausmachen, dass der Rahmen hinten einen Absatz besitzt, dieser beträgt bei vielen Inline-Skates eine Höhe 11mm relativ zum tieferen vorne liegenden Teils.
Diese Werte bieten glücklicherweise die Möglichkeit das produzierte Bauteil an Freestyle Skates unterschiedlicher Hersteller zu verwenden.

Eine Kompatibilitätsliste ist in Arbeit.
Bis jetzt steht fest: Alle Freestyle-Skate die ein 165mm „mounting“ und einen 11mm Absatz besitzen sind kompatibel.

3. wenig Gewicht:
Die produzierten Bauteile müssen aus einem Material mit geringer Dichte bestehen.
Mit einer Waage wird das durch das Bauteil hinzugekommene Gewicht gemessen.
Sollte diese Differenz unter 200 Gramm betragen, kann auch dieses Kriterium als erfüllt angesehen werden.

4. Materialeinsparung:
Kosten und Gewicht können durch weniger verwendetes Material eingespart werden.
So kann an wenig belasteten Stellen das Material weniger dick sein.
Zur Einsparung des Gewichts werden weitestgehend Materialien mit kleinerer Dichte (relativ zu Stahl) verwendet.
Das Kriterium wird von vorneherein als erfüllt angenommen, da die Konstruktion im Planungsprozess derartig verarbeitet wird. Es ist aber nicht auszuschließen, dass weiteres Material eingespart werden kann, wo diese Stellen liegen, kann nur eine Belastungssimulation und Kräfteberechnung zeigen.

5. Sicherheit:
Ist die Konstruktion für die Benutzung nicht sicher genug, so sehe ich das Projekt nicht als erfolgreich an, denn das dieses ist sehr praxisorientiert und zielt auf die Benutzung der Konstruktion ab.
Dieses Kriterium wird durch die Testverfahren in Abschnitt 4 bewertet.

1.4. Auswahl des Produktionsgegenstand

Zu Beginn des Projektes war ich davon überzeugt, eine Schiene zu entwickeln, die man zwischen Schale und Rahmen baut, um jene Teile schnell voneinander trennen und verbinden zu können.
Jedoch stellte sich ein unüberwindbares Problem ein: Durch diese Schiene würde sich die Gesamthöhe des Inline Skate und damit auch der Schwerpunkt des Fahrers beträchtlich anheben.
Das hätte zur Folge, dass das Fahren durch schwindendes Gleichgewicht, wenig Stabilität und ein stark verändertes Fahrgefühl eingeschränkt wird.
Würde die Höhe der Zwischenschiene verringert werden, so Verstöße sie, wie auch vorher der zu hohe Schwerpunkt, gegen das Sicherheitskriterium in den Anforderungen.

Aus diesem Grund wird ein gänzlich neuer Rahmen entwickelt. Dieser ist wird durch ein geeignetes Profil und Schrauben von einer Schiene gehalten, die wiederum an die Außenschale des Inline Skate befestigt wird.

Vor und Nachteile der vorgestellten Ideen:

	Zwischenschiene	Neuer Rahmen
Vorteile	- kleiner Produktionsaufwand - niedriger Anschaffungspreis - universell anwendbar - Anpassung an verschiedene Schuhlängen günstig für den Hersteller	- Schwerpunkt bleibt tief genug - Universell anwendbar
Nachteile	- Schwerpunkt zu hoch (Wiederspruch zur Sicherheitsanforderung, damit)	- Hoher Produktionsaufwand - Hoher Anschaffungspreis - Anpassung an verschiedene Schuhlängen teuer für den Hersteller

1.5. Wahl des Materials

Das vorliegende Modell „Powerslide S4“ besteht aus der 6061-T6 Flugzeug Aluminium-Legierung.
Die Legierung kann aber aus zwei Gründen nicht verwendet werden:
Erstens verkauft „Gemmel-Metalle“ kein 6061-T6
Zweitens lässt sich 6061-T6 nicht leicht bearbeiten.
„Powerslide“ musste die Rahmen auch nicht Fräsen sondern hat sie gegossen.

In Anbetracht dieser Umstände wird Dural-Aluminium verwendet. Die Eigenschaften von Dural decken sich bis auf die 200MPa höher liegende Zugfestigkeit mit denen der 6061-T6 Legierung.[3, 4]

Ich hatte auch die Idee Carbon zu verwenden. Aufgrund der niedrigen Bruchdehnung (16 mal kleiner als bei Alu-Legierungen)[5] entschied ich mich dagegen, denn das Material muss bei einem starken Aufprall nachgeben und seine alte Form einnehmen können ohne sich dabei zu verformen, andernfalls würden am Verbindungsstück hohe Toleranzen entstehen und die Verbindung zwischen der oberen Schiene und dem Rahmen destabilisieren.

Für die Geh-Schiene wird Polyethylen verwendet. Damit das gehen auf diesem Kunststoff nicht so laut ist, muss die Oberfläche mit einem dämmenden Material überzogen werden.
Als Lautstärke dämmendes Material kommt Gummi zum Einsatz. Zum Schluss wird aufgrund der hervorragenden Resistenzen gegen Umwelteinflüsse eine Schicht Kevlar auf das Gummi geklebt. Laut dem Händler „Extremtextil.de“ ist ihr „Kevlar“ hochelastisch, UV-stabil, extrem abriebfest und stark wasserabweisend.[6]

2.1. Form der Bauteile für die obere Schiene und den Rahmen

In der rechten Abbildung ist ein A-A-Schnitt der Gesamtkonstruktion zu sehen.

Das obere Bauteil (nun „Halterung“ genannt) wird durch die Auslassung an der Oberseite mit der Außenschale des Inline Skates verschraubt (nun mit „Schalenverschraubung“ bezeichnet).

Das untere Bauteil (der Rahmen) ist durch die Prisma-Form mit der Halterung verbunden. Die untere Schraube (insgesamt sind es vier pro Rahmen) dient als Achse der Rolle. Die vollständige technische Zeichnung kann auf Seite 8 gefunden werden.

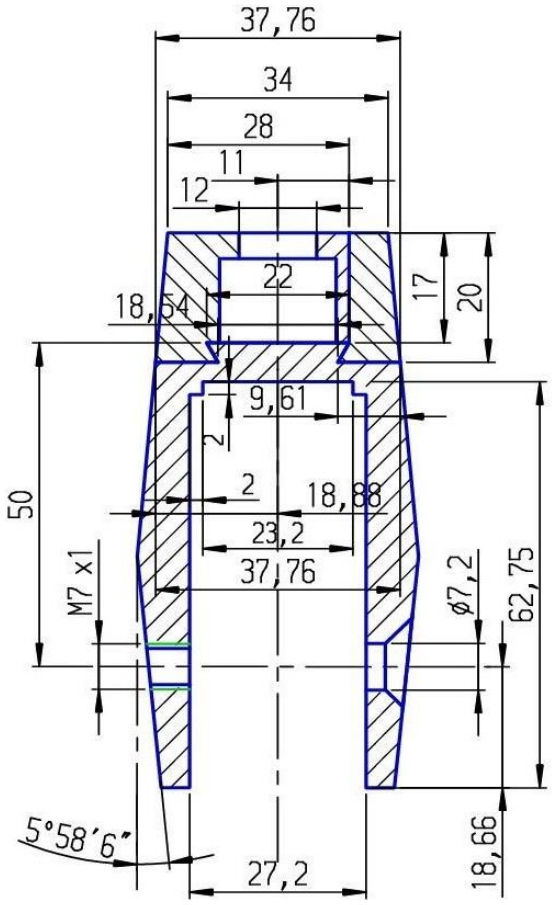


Abb. 3: AA-Schnitt der Halterung (oben) und des Rahmens (unten) mit Auslassung für die Schalenverschraubung

Das unten abgebildete Bauteil im A-A-Schnitt stellt das Profil der Halterung ohne Schalenverschraubung dar. Die eingezeichnete Schraube (insgesamt werden fünf pro Halterung verwendet), verbindet die aus zwei Einzelteilen bestehende Halterung und klemmt dabei den Rahmen in dem prismenförmigen Profil ein (Klemmverschraubung). Das hat zur Folge, dieser sich während der Fahrt nicht lösen kann und bietet hervorragende Stabilität.

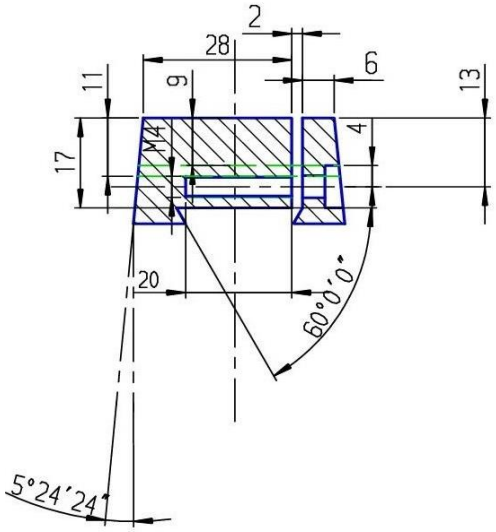


Abb. 4: A-A-Schnitt Halterung (oben) mit Klemmverschraubung und ohne Schalenverschraubung

2.2. Wirkende Kräfte

Der Vollständigkeit halber sollte an dieser Stelle auf die wirkenden Kräfte eingegangen werden. Problematisch hierbei sind die komplexen Simulationen, die sowohl in der Software als auch in der Praxis zu tätigen sind.
Die damit verbundene Zeit, Komplexität (beanspruchende Seitenanzahl für die Darlegung) und die damit verbundenen Kosten übersteigen die dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Ressourcen.

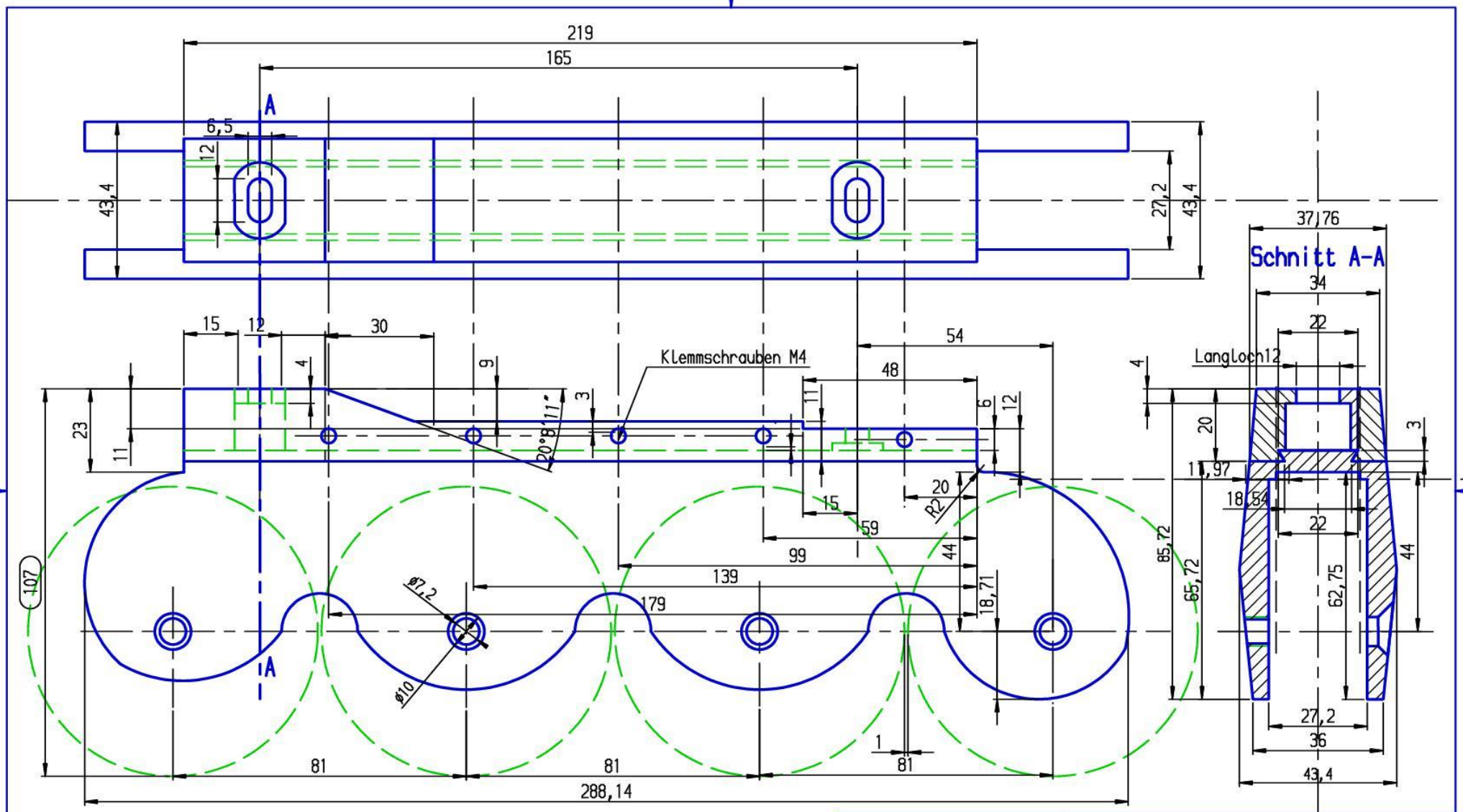
Es soll stattdessen kurz angeschnitten werden, wo höchstwahrscheinlich Kräfte in stärkerer Ausprägung anzutreffen sind:

Scherkräfte treten vor allem an am Prisma Verbindungsstück auf.
Druckkräfte werden von oben auf das Prisma ausgeübt und verstärken zusätzlich die Scherkräfte bei der typischen schwankenden Bewegung des Körpers beim Fahren auf die Verbindung.
Auch die M7x1 Rollenachsen sind starken Druck ausgesetzt.

Da die wirkenden Kräfte einen entscheidenden Beitrag zur Beurteilung der Sicherheit leisten, werden mindestens die Materialstärken des Inline Skates Rahmen Herstellers „Powerslide“ verwendet, um diese fehlenden Informationen passiv mit einzubeziehen.

2.3. Materialstärke

Es wurde darauf geachtet, dass die von „Powerslide“ benutzen 4mm an stark belasteten Stellen, wie den Seiten des Rahmens nicht unterschritten werden. Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass der Rahmen bei auftretenden Belastungen nicht bricht.
Die „Dural“ Legierung ist viel zugfester als 6061-T6. Der produzierte Rahmen wird voraussichtlich stabiler sein als der originale.



40x20 Schnittlänge 225
70x50 Schnittlänge 300
Dural AlCu4Mg1

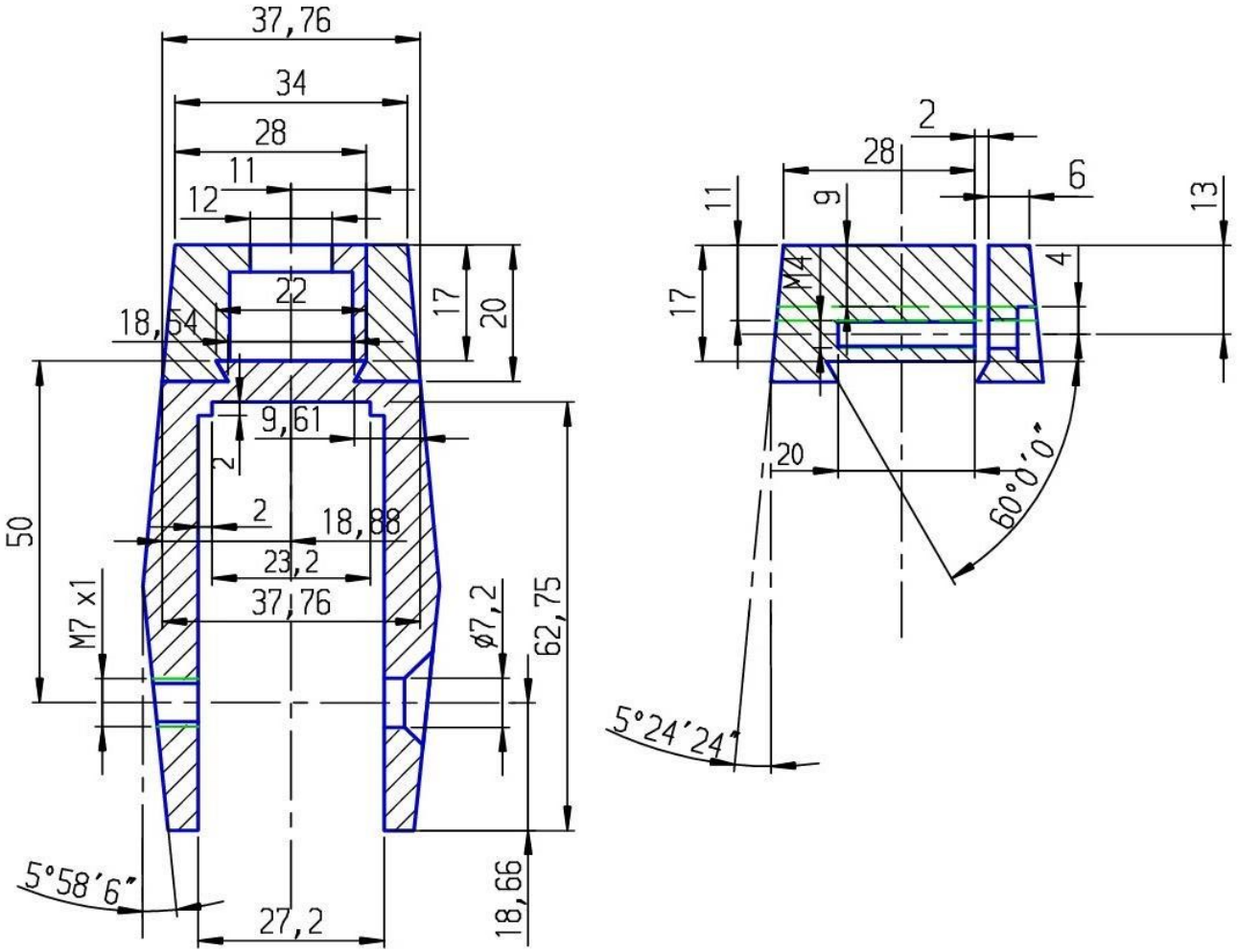
Fräsen 6,3

DIN 2768 f

MEDUSA4

Material Aluminium Dural			
Bezeichnung: Wechselrahmen			
Bearbeiter: T.Reimann	Datum: 09-01-2014	PROJEKT: P1	DWG: We.Sch.001
Geprüft: T.Reimann	Datum: 16-01-2014	A3 Maßstab 1:1	TYPE M Blatt 1 von 2
			Version _

NOT LICENSED FOR COMMERCIAL USE EXCEPT DRAWINGS ARE CONVERTED BY CAD SCHROER eSERVICES. eservices.cad-schroer.com



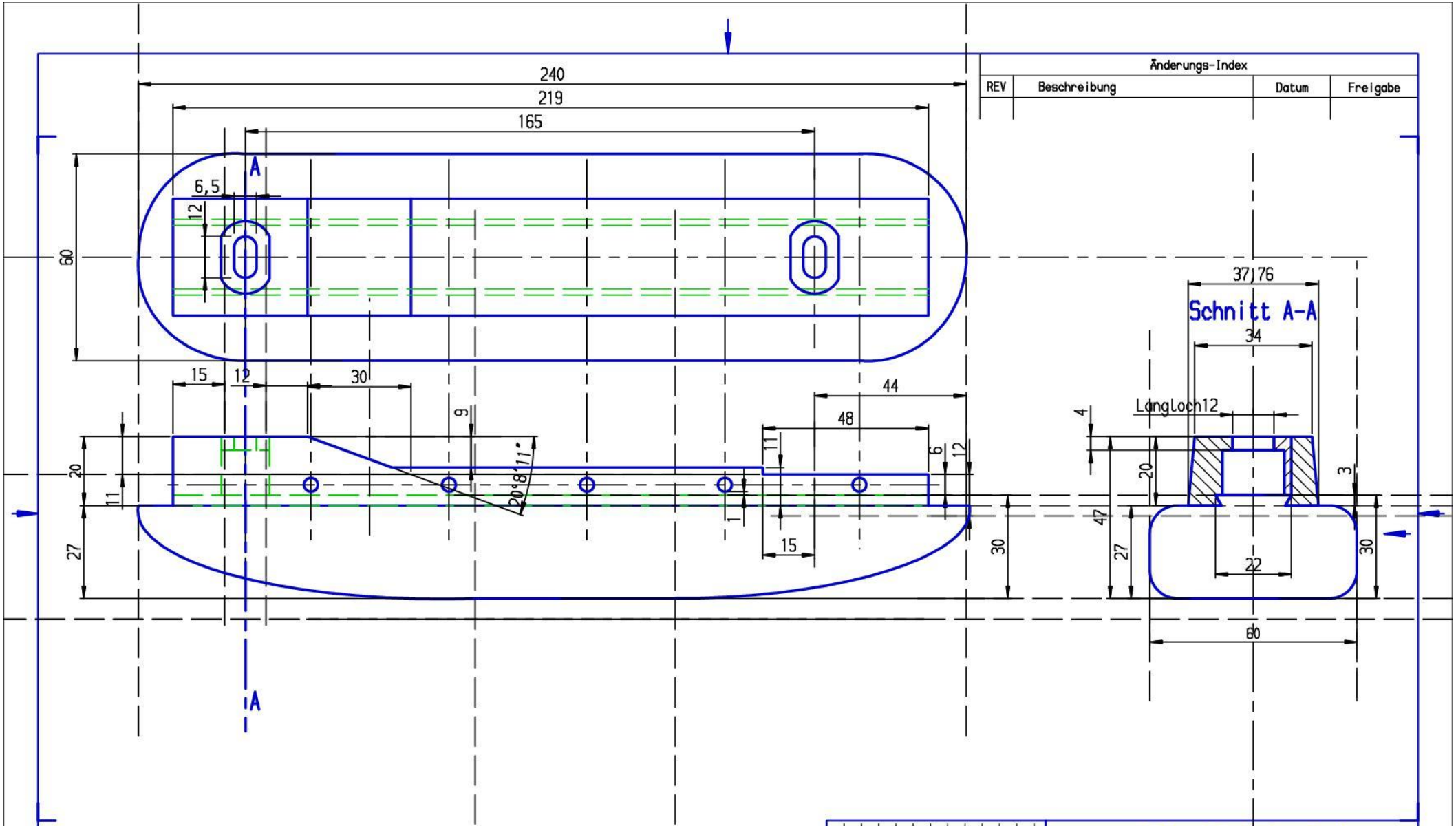
Fräsen
6,3

Dural AlCu4Mg1

MEDUSA4

Bearbeiter T.Reimann	Datum 23.01.2015	DIN 2768 f			
		Bezeichnung Wechselrahmen			
Geprüft T.Reimann	Datum 23.01.2015	PROJEKT P1	DWG We.Sch.002		Version _
		A4	Maßstab 1:1	TYPE M	Blatt 2 von 2

NOT LICENSED FOR COMMERCIAL USE EXCEPT DRAWINGS ARE CONVERTED BY CAD SCHROER eSERVICES. eservices.cad-schroer.com



Änderungs-Index			
REV	Beschreibung	Datum	Freigabe

60x30 Schnittlänge 240
Polyethylen

MEDUSA4

Material Polyethylen			
Bezeichnung: Geh-Schiene			
Bearbeiter: T. Reimann	Datum: 16-01-2015	PROJEKT: P1	DWG: GeSch_03	Version: _
Geprüft: T. Reimann	Datum: 30-01-2015	A3	Maßstab: 1 :	TYPE: M	Blatt: 1 von 1

NOT LICENSED FOR COMMERCIAL USE EXCEPT DRAWINGS ARE CONVERTED BY CAD SCHROER eSERVICES. eservices.cad-schroer.com

2.5. Materialien, Maschinen und Werkzeug

- Materialien:
  - Dural-Aluminium
    - AlCuMgPb (schwarz)
      EN AW-2007, EN AW-AlCu4PbMgMn
      T4 EN755-1,2,5 gepresst
      40 x 20 x 500 mm
    - 70 x 50 x 1200 mm
  - Polyethylen 60x30x500 mm
  - Kevlar-Textil 500 x 500 x 0,65 mm
  - Gummi 500 x 500 x 0,5 mm
  - 1 Rolle doppelseitiges Teppichklebeband
  - Schrauben
    - 10 M4x16-Rändelschrauben, aus Stahl DIN 464
    - 8 Senk-Sonderpassschrauben M7x1 mit innen T25 Torx aus Alu
    - 4 M6x10 Linsenkopfschrauben mit T25 Torx DIN 7985 aus Stahl
  - Unterlegscheiben
    - 20 M8 DIN 125 A
- Maschinen
  - BFM 45 Bohrfräsmaschine
  - Kaltsäge mit Pendelhupantrieb
  - BZT CNC-Portalfräsmaschine
  - Ständerbohrmaschine

- Werkzeug
  - Schrupp-Schaftfräser 25mm,20mm,16mm
  - 60° Prisma Winkelfräser 20mm und 16mm
  - 2 Schneider Schaftfräser 16mm, 6mm
  - M7x1 Gewindebohrer

3.1. Bestellung der Materialien Material-Bezugsquellen

- Dural-Aluminium: Gemmel-Metalle
- Polyethylen: B+S Kunststoffe
- M4 Rändelschrauben und Unterlegscheiben: Space Instruments
- Kevlar: Extremtextil.de
- M7x1 Senk-Sonderpassschrauben („Powerslide S4 Axles”): der-rollenshop.de
- M6 Linsenkopfschrauben („Frame setting set”): der-rollenshop.de
- Gummi: Hermann Betz & CO. K.G.
- Eloxieren: Oberflächenveredelung in Adlershof Gmbh

Hinweis:
Ein paar Schritte sind aufgrund der langen Produktionsdauer noch nicht erfolgt, diese enthalten noch keine Bilder. Dieser Umstand schränkt die Erklärung der zu tätigen Arbeitsschritte in der Detailgenauigkeit und der Komplexität ein.
Des Weiteren ist der zum Ende der Arbeit niedergeschriebene theoretische Teil stark abhängig von der produzierten Konstruktion.
Das hat zur Folge, dass es zu keiner eindeutigen Verfassung einer Beurteilung der von der Konstruktion abverlangten Funktionalität kommt, sprich ich kann nicht beurteilen ob meine an die Konstruktion gestellten Voraussetzungen erfüllt werden.
Zum Zeitpunkt der Präsentation werden diese Schritte detailreicher vorliegen und wurden bis dahin der Arbeit beigefügt.

3.2. Schneiden

Mit einer Kaltsäge (Abb.) wird die 70 x 50 x 1200 mm Aluminiumstange in vier gleichgroße 291mm (288 + 3mm Überstand) lange Stangen (Abb.) gesägt aus denen im nächsten Schritt vier Rahmen gefräst werden.
Danach wird die 40 x 20 x 500 mm Stange in zwei 222mm (219 + 3mm Überstand) Stangen gesägt, aus denen die Halterung gefräst wird.

Abb. 5: Kaltsäge beim schneiden

Abb. 6: Vier 291mm Stangen als Rahmenmaterial

Abb. 7: Zwei 222mm Stangen als Halterungsmaterial

Anschließend wird mit der Kaltsäge eine 60x30x500mm Polyethylen-Stange in zwei 240mm lange Stangen geschnitten, die jeweils in einem Stück zur Gehschiene weiterverarbeitet wird.

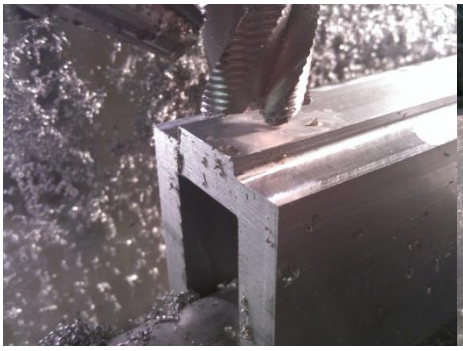
Mit einer Kevlar-Schere wird das 500 x 500 mm Kevlargewebe in zwei 250mm große Stücke geschnitten

3.3. Fräsen– Rahmen

Mit der Bohrfräsmaschine wird die Aussparung für die Rollen durch Verwendung des 25mm Schrupp-Schaftfräser gefräst.

Abb. 8: Rollenaussparung wird gefräst Abb. 9: „Rohlinge“ mit Rollenaussparung

Nun wird das prismenförmige Profil mit dem 25mm Schaftfräser vorbereitet und mit einem 20mm Prisma Winkelfräser mit einem 60° Winkel versehen.



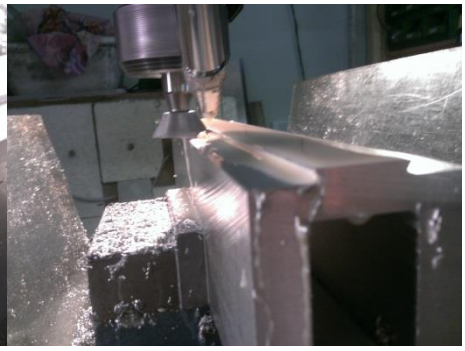


Abb. 10: Vorbereitung des Prismas Abb. 11: Prismenprofil wird gefräst

Sowohl die innere als auch die äußere Seite wird anschließend mit einem 20mm Schaftfräser geschmälert. Zusätzlich werden die äußeren Seiten durch Verwendung eines 25mm Schaftfräsers mit einem „Dach-Profil“ verschönert.
Danach wird der Rahmen in der langen Seite mit einem 3 Schneider 16mm Schaffräser um 3mm Sicherheitsabstand gekürzt.
Sowohl für Abrundung der Vorder- und Hinterseite als auch für die Bögen nahe der Rollen wird die CNC-Portalfräsmaschine mit einem 6mm Schaftfräser verwendet. Im gleichen Schritt findet auch die Kürzung des zu langen Prismenprofils auf 219mm statt.

Die die Schuhseite des Prismenprofils in der Halterung wird mit einem 16mm Schaftfräser vorbereitet. Anschnließend erfolgt das Fräsen des 60° Winkels mit einem 16mm Prisma Winkelfräser. Die Schräge von 6° wird in einem weiteren Schritt mit dem 16mm Schaftfräser erzeugt.

3.4. Fräsen – Gehschiene

Zuerst wird wie beim Rahmen auf die gleiche Weise, dass prismenförmige Profil in das Polyethylen gefräst. Dann wird mit der CNC-Fräse und einem Radiusfräser 6mm 2 Schneider das bogenförmige Profil als Sohle zum Abrollen des Fußes gefräst. Die Mitte bleibt dabei möglichst flach, um einen stabilen Stand zu gewährleisten.

3.5 Sohle der Gehschiene

Nun wird mit doppelseitigem Teppichklebeband die Gummimatte auf das bogenförmige Profil aufgeklebt. Als eine Art Versiegelung wird das abriebfeste Kevlar-Gewebe auf die gleiche Weise obendrauf geklebt.

3.6. Bohren

Bei der Halterung werden die Langlöcher mit 6mm Schaftfräser gebohrt.
Nachfolgend wird die Halterung mit den Gewinden für die M4 Klemmverschraubung versehen.
Beim Rahmen werden spezielle 7x1 Gewindebohrer verwendet.

3.7. Eloxieren

Die produzierten Aluminium Teile werden an die Firma „Oberflächenveredelung in Adlershof Gmbh“ für eine Eloxierung übergeben, um das Aluminium beständiger gegen Umwelteinflüsse (z.B. Korrosion – der Oxidation) zu machen. Die bei der Eloxierung entstehende Oxid-Schicht ist dicker als die natürlich entstehende Schicht und schützt das Aluminium vor weiteren chemischen Reaktionen mit der Umwelt.

3.8. Zusammenbau

Die Halterung wird mit den M6x10 Linsenkopfschrauben an die Außenschale des Inline Skate geschraubt. Hierbei lassen die Langlöcher eine Verschiebung des Rahmens zu, die die Anpassung der Inline-Skates an den Fahrstil ermöglicht. An die nun angeschraubte Halterung wird von vorne der Rahmen in das Prismenprofil eingeschoben. Mit den M4x16-Rändelschrauben wird durch das Festziehen dieser der Rahmen an der Halterung befestigt. Nach und nach werden die Rollen mittels der M7x1 Sonderpassschrauben im Rahmen festgeschraubt. Nicht zu vergessen dabei sind die Unterlegscheiben auf jeder Seite der Rolle. Sie verhindern das Wackeln der Rollen während der Fahrt.

4.1. Subejektive Einschätzung des Fahrverhaltens

Durch die Konstruktion hat sich insgesamt die Höhe des Fahrers und damit sein Schwerpunkt erhöht.
Es gilt nun zu testen, wie stark sich das auf das Fahren auswirkt.
Um dies zu tun, vergleiche ich den original Rahmen mit dem neu produzierten und werte die daraus gewonnenen Erfahrungen möglichst objektiv aus.

Folgende Situationen werden getestet: Stabiler Stand, geradeaus rollen, Kurvenfahren, bremsen (Beim „T-Stop“ wird ein Bein vertikal zur Fahrtrichtung angewinkelt. Dabei können die Rollen keine Kreisbewegung mehr ausüben, was zur Reibung führt, die den Fahrer ausbremst)

4.2. Vibrationstest

Stiftung-Wahrentest besitzt eine Vibrationstestmaschine. Mit einem durchschnittlichen Gewicht von 80 Kg wird schotterartiger Boden über eine längere Zeit simuliert. Sollte die Konstruktion, insbesondere die Klemmverschraubung zwischen Halterung und Rahmen, unverändert bleiben, so kann die Konstruktion bei normalem Fahrstil als sicher angesehen werden. Mit einem zusätzlichen Schocktest muss der aggressive Fahrstil (Sprünge) überprüft werden.

5.1. Resultat

Hier wird ein Bild der produzierten Konstruktion gezeigt. Sollte die Konstruktion von der technischen Zeichnung abweichen, so werden hier derartige Abweichungen erwähnt.

5.2. Abgleich Resultat mit den Anforderungen

1. Einfache Bedienung:

2. Universaler Einsatz:

3. wenig Gewicht:

4. Materialeinsparung:

5. Sicherheit:

6.1. Ausblick - erreichte bzw. unerreichte Ziele

Ist im momentanen Stand der Produktion nicht zu beurteilen!
Hier wird beurteilt, ob die Anforderungen erfüllt oder nicht erfüllt wurden.

6.2. Optimierungsmöglichkeiten

Ist im momentanen Stand der Produktion nicht zu beurteilen!
Momentan steht nur fest, dass die inneren Kanten des Rahmens abgerundet werden sollten, jedoch kann dem Mangel an Platz nicht mit der Fräse realisiert werden. Sicherheitstechnisch stellt das aber kein Problem dar.

7. Zusammenfassung

Ist im momentanen Stand der Produktion nicht zu beurteilen!
Hier werden voraussichtlich die wichtigsten Punkte der erreichten Ziele stehen und was verbessert werden kann bzw. was nicht verbessert werden kann.

8.1 Quellen- und Literaturverzeichnis: Alle links zuletzt eingesehen am 31.1.2015

1. muenster.de/~fstall/zentral1-01.htm#P120_13146
   Franz Stallkamp 1999
   1.2 Inline-Skateschuh

2. muenster.de/~fstall/zentral1-01.htm#P120_13146
   Franz Stallkamp 1999
   1.1 Inline-Skating von der Trend- zur Breitensportart

3. alu-verkauf.de/Werkstoffe-Aluminiumlegierungen
   Tim Winter
   Aluminium-Legierungen

4. en.wikipedia.org/wiki/6061_aluminium_alloy
   6061_aluminium_alloy

5. http://www.carbo-tex.de/index.php/de/produkte/produkteigenschaften
   Dipl.Ing. Jürgen Klimke
   Carbon produkteigenschaften

6. extremtextil.de/catalog/100-Kevlar-beschichtet-riffelblech-anthrazit-Kleinmenge::396.html
   Martin Gaebert
   Kevlar produkteigenschaften

8.2 Bildnachweis: Alle links zuletzt eingesehen am 18.1.2014

Abb. 1: Aufbau Inline Skates
Teoman Reimann

Abb. 2: Typischer Fitnessskate
Teoman Reimann

Abb. 3: A-A-Schnitt Rahmen und Halterung
Teoman Reimann

Abb. 4: : A-A-Schnitt Halterung
Teoman Reimann

Abb. 5: Kaltsäge schneidet Material
Teoman Reimann

Abb. 6: Rahmenmaterial
Teoman Reimann

Abb. 7: Halterungsmaterial
Teoman Reimann

Abb. 8: Rollenaussparung wird gefräst
Teoman Reimann

Abb. 9: Rohlinge mit Rollenaussparung
Teoman Reimann

Abb. 10: Vorbereitung des Prismas
Teoman Reimann

Abb. 11: Prismenprofil wird gefräst
Teoman Reimann

8.3 Unterstützer/in an der Friedensburg-Oberschule:

Herr Böker: Ideenbesprechung, Vermittler BfZ
Meinungsäußerung zur Form der Arbeit, Präsentation

Technischer Leiter des BfZ Berlins:

Herr Lederer: Hilfestellung bei der sicheren Umsetzung der Projektidee und einzelner Elemente der technischen Zeichnung,
Materialbesorgung/-bereitstellung,
Bereitstellung der Maschinen und Werkzeuge,
Einweisung in die Maschinenverwendung.

Hiermit bedanke ich mich für die
finanzielle Unterstützung vom Jugend forscht Sponsorpool Berlin!