

# KO2 Verlaufsprotokoll

Prof. Dr.-Ing. Carsten Schulz, Prof. Dr.-Ing. Florian Nützel

12. Juni 2024

KON2: Konstruktives Entwurfsprojekt

*Entwicklung eines Treppenlifters für Rollstühle*

Gruppe 11

Teilnehmer	Matrikelnummer
Janis Graf	
Raoul Pietschmann	
Phillipp Baumann	
Jonas Frosch	3333813

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
1.1	Meeting Protokoll . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Anforderungsliste</b>	<b>3</b>
2.1	Meeting Protokoll . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Patent Research</b>	<b>3</b>
3.1	Meeting Protokoll . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Funktionsstruktur</b>	<b>3</b>
4.1	Grad N und N-1 . . . . .	3
4.2	Grad N-2 . . . . .	3
4.3	Meeting Protokoll . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Wirkprinzipien</b>	<b>3</b>
5.1	Morphologischer Kasten . . . . .	3
5.2	Gewählte Lösungen . . . . .	3
5.3	Meeting Protokoll . . . . .	3
<b>6</b>	<b>Technische Bewertung</b>	<b>4</b>
6.1	Argumentenbilanz . . . . .	4
6.2	Punktebewertung . . . . .	4
6.3	Wirtschaftliche Bewertung . . . . .	6
6.3.1	Funktionen . . . . .	6
6.4	Wirtschaftliche Bewertung . . . . .	10
6.4.1	Funktionen . . . . .	10
6.4.2	Ergebnis . . . . .	10
6.5	Stärke-Schwächen-Diagramm . . . . .	10
6.6	Meeting Protokoll . . . . .	10
<b>7</b>	<b>Finale Lösungen</b>	<b>11</b>
7.1	CAD-Modell Stairmaster 3000: Rollstuhlfahrer Edition . . . . .	11
7.1.1	Vorgehen . . . . .	11
7.1.2	Problemstellungen . . . . .	11
7.1.3	Resümee . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>11</b>
8.1	Erklärung . . . . .	11
8.2	Quellen . . . . .	12

- 1 Aufgabenstellung
  - 1.1 Meeting Protokoll
- 2 Anforderungsliste
  - 2.1 Meeting Protokoll
- 3 Patent Research
  - 3.1 Meeting Protokoll
- 4 Funktionsstruktur
  - 4.1 Grad N und N-1
  - 4.2 Grad N-2
  - 4.3 Meeting Protokoll
- 5 Wirkprinzipien
  - 5.1 Morphologischer Kasten
  - 5.2 Gewählte Lösungen
  - 5.3 Meeting Protokoll

## 6 Technische Bewertung

### 6.1 Argumentenbilanz

### 6.2 Punktebewertung

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Schrauben	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.25
2	Bolzen	gew. Punkte	1	0.45	0.4	0.6	0.3	0.2	0.05	3
3	Schrauben	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.25
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 1: Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Keine Befestigung an Treppe	gew. Punkte	1	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.5
2	Befestigung an Treppendecke	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0.2	0.2	0.05	2.5
3	Saugnäpfe	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0.3	0.1	0.1	2.55
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 2: Befestigung an Treppe

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Elektromotor	gew. Punkte	1	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.5
2	Elektromotor	gew. Punkte	1	0.6	0.4	0.45	0.2	0.2	0.05	2.9
3	Hydraulik	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0.3	0.1	0.1	2.55
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 3: Antrieb

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.15	3.25
2	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.15	3.25
3	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.15	3.25
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 4: Energiequelle

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Riemenantrieb	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.6	0.2	0.3	0.1	2.8
2	Welle-Nabe	gew. Punkte	0.5	0.6	0.4	0.45	0.3	0.3	0.05	2.6
3	Zahnrad	gew. Punkte	0.5	0.45	0.4	0.45	0.3	0.3	0.1	2.5
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 5: Energieübertragung

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.1	3.2
2	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.1	3.2
3	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0.3	0.4	0.1	3.2
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 6: Transport zusätzlicher Objekte

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Dynamo	gew. Punkte	1	0.6	0.8	0.6	0.3	0.3	0.1	3.7
2	Regeneratives Bremssystem	gew. Punkte	0.5	0.15	0.4	0.45	0.1	0.4	0.05	2.05
3	Dynamo	gew. Punkte	1	0.45	0.8	0.6	0.3	0.3	0.1	3.55
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 7: Energierückgewinnung

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.1
2	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.1
3	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	3.1
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 8: Steuerung/Steuerungseinheit

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6	0.6	0.3	0.3	0.05	3.05
2	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	2.95
3	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.1	2.95
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 9: Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Auditives Warnsignal	gew. Punkte	1	0.45	0.4	0.6	0.2	0.3	0.1	3.05
2	Auditives Warnsignal	gew. Punkte	1	0.45	0.4	0.6	0.2	0.3	0.1	3.05
3	Warnblinker	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.1	2.95
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 10: Sicherheitseinrichtungen

Lösung	Element	Gew.	S	K	B	Z	W	E	F	Summe
1	Raupen/Ketten	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.15	3
2	Zahnradsschiene	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0.2	0.2	0.05	2.5
3	Radstern	gew. Punkte	0.5	0.6	0.4	0.6	0.4	0.3	0.2	2.5
Ideal			1	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	4

Tabelle 11: Kraftübertragung Antrieb auf Treppe

## 6.3 Wirtschaftliche Bewertung

### 6.3.1 Funktionen

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0.20	0.25	0.45	0.10	1.00	
<b>1</b>	3 0.6	3 0.75	3 1.35	3 0.3	3	0.75 0.75
<b>2</b>	3 0.6	3 0.75	3 1.35	3 0.3	3	0.75 0.75
<b>3</b>	4 0.8	4 1	4 1.8	4 0.4	4	1 1
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4	1

Tabelle 12: A Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0.20	0.25	0.45	0.10	1.00	
<b>1</b>	4 0.8	3 0.75	3 1.35	3 0.3	3.2	0.800
<b>2</b>	4 0.8	3 0.75	3 1.35	3 0.3	3.2	0.800
<b>3</b>	2 0.4	1 0.25	3 1.35	2 0.2	2.2	0.550
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4	2.150

Tabelle 13: B Befestigung an Treppe

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0.20	0.25	0.45	0.10	1.00	
<b>1</b>	3 0.6	2 0.5	3 1.35	2 0.2	2.65	0.663
<b>2</b>	2 0.4	3 0.75	2 0.9	3 0.3	2.35	0.588
<b>3</b>	2 0.4	3 0.75	2 0.9	3 0.3	2.35	0.588
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4	1.838

Tabelle 14: C Antrieb

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<b>1</b>	3 3	4 0	4 0	4 0	3	0,75
<b>2</b>	3 3	4 0	4 0	4 0	3	0,75
<b>3</b>	3 3	4 0	4 0	4 0	3	0,75
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4	2,25

Tabelle 15: D Energiequelle

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0.20	0.25	0.45	0.10	1.00	
<b>1</b>	4 0.8	4 1	3 1.35	1 0.1	3.25	0.813
<b>2</b>	4 0.8	3 0.75	2 0.9	1 0.1	2.55	0.638
<b>3</b>	2 0.4	2 0.5	2 0.9	1 0.1	1.9	0.475
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4	1.925

Tabelle 16: Energieübertragung

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	3 0,3	3,3	0,75
<b>2</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	3 0,3	3,3	0,75
<b>3</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	3 0,3	3,3	0,75
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	2,25

Tabelle 17: F Transport zusätzlicher Objekte

<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	3 0,3	3,3	0,750
<b>2</b>	1 0,2	2 0,5	2 1,1	3 0,3	2,1	0,477
<b>3</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	3 0,3	3,3	0,750
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	1,977

Tabelle 18: G Energierückgewinnung

<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	2 0,5	2 1,1	3 0,3	2,5	0,568
<b>2</b>	3 0,6	2 0,5	2 1,1	3 0,3	2,5	0,568
<b>3</b>	3 0,6	2 0,5	2 1,1	3 0,3	2,5	0,568
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	1,705

Tabelle 19: H Steuerung/Steuerungseinheit

<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	3 0,3	2,75	0,625
<b>2</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	3 0,3	2,75	0,625
<b>3</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	3 0,3	2,75	0,625
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	1,875

Tabelle 20: I Redundanzen



<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	4 0,4	3,4	0,773
<b>2</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	4 0,4	3,4	0,773
<b>3</b>	3 0,6	3 0,75	3 1,65	4 0,4	3,4	0,773
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	2,318

Tabelle 21: J Sicherheitseinrichtungen

<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	2 0,2	2,65	0,602
<b>2</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	2 0,2	2,65	0,602
<b>3</b>	3 0,6	3 0,75	2 1,1	2 0,2	2,65	0,602
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	1,807

Tabelle 22: K Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten

<b>Kriterium</b>	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
<b>Gewichtung</b>	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
<b>1</b>	2 0,2	2 0,25	1 0,55	3 0,4	1,4	0,318
<b>2</b>	1 0,2	1 0,25	1 0,55	4 0,4	1,4	0,318
<b>3</b>	2 0,4	2 0,5	2 1,1	1 0,1	2,1	0,477
<b>Ideal</b>	4	4	4	4	4,4	1,114

Tabelle 23: J Kraftübertragung auf Treppe

## 6.4 Wirtschaftliche Bewertung

### 6.4.1 Funktionen

### 6.4.2 Ergebnis

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten
Gewichtung	0.20	0.25	0.45	0.10
1 Verschraubung	3	3	3	3
2 Verschraubung	3	3	3	3
3 Bolzenverbindung	4	4	4	4
Ideal	4	4	4	4

Tabelle 24: Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus

Funktion	Prozent	Optimale Lösung	Wertigkeit	L1	L1-Nomiert	L2	L2-Nomiert	L3	L3-Nomiert
<b>A</b>	0,01	4	0,0400	0,7500	0,0075	0,7500	0,0075	1,0000	0,0100
<b>B</b>	0,1	4	0,4000	0,7955	0,0795	0,7955	0,0795	0,5682	0,0568
<b>C</b>	0,2	4	0,8000	0,6705	0,1341	0,5795	0,1159	0,5795	0,1159
<b>D</b>	0,02	4	0,0800	0,7500	0,0150	0,7500	0,0150	0,7500	0,0150
<b>E</b>	0,05	4	0,2000	0,8068	0,0403	0,6250	0,0313	0,4773	0,0239
<b>F</b>	0,06	4	0,2400	0,7500	0,0450	0,7500	0,0450	0,7500	0,0450
<b>G</b>	0,05	4	0,2000	0,7500	0,0375	0,4773	0,0239	0,7500	0,0375
<b>H</b>	0,2	4	0,8000	0,5682	0,1136	0,5682	0,1136	0,5682	0,1136
<b>I</b>	0,05	4	0,2000	0,6250	0,0313	0,6250	0,0313	0,6250	0,0313
<b>J</b>	0,01	4	0,0400	0,7727	0,0077	0,7727	0,0077	0,7727	0,0077
<b>K</b>	0,05	4	0,2000	0,6023	0,0301	0,6023	0,0301	0,6023	0,0301
<b>L</b>	0,2	4	0,8000	0,3182	0,0636	0,3182	0,0636	0,4773	0,0955
<b>M</b>	0	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Absolute Wertigkeit</b>	<b>100%</b>		<b>4,0000</b>		<b>0,6053</b>		<b>0,5644</b>		<b>0,5823</b>
<b>Prozentuale Erfüllung</b>			<b>100%</b>		<b>61%</b>		<b>56%</b>		<b>58%</b>

## 6.5 Stärke-Schwächen-Diagramm

## 6.6 Meeting Protokoll

## 7 Finale Lösungen

### 7.1 CAD-Modell Stairmaster 3000: Rollstuhlfahrer Edition

#### 7.1.1 Vorgehen

Die Vorgehensweise wurde zu Beginn durch eine gründliche Ausarbeitung festgelegt. Der morphologische Kasten mit seinen Lösungsvorschlägen fungierte dabei als Ausgangspunkt für die CAD-Entwicklung. Nachdem die grundlegenden Merkmale des Geräts im morphologischen Kasten definiert worden waren, erfolgte die schrittweise Umsetzung dieser spezifischen Lösungen in CAD. Der Fokus der Entwicklung lag zunächst auf dem Fahrgestell, gefolgt vom Aufbau darauf. Der Entwicklungsprozess umfasste die Konstruktion einer Trägerstange zur Montage eines Getriebes, eines Gehäuses für die Motoren, eines Akkus sowie sämtlicher Steuerelemente. Des Weiteren wurde ein Sitz entworfen, der mit einem 5-Punkt-Sicherheitsgurt, einem Bedienpanel an der rechten Armlehne sowie einer Fußablage bzw. -stütze ausgestattet ist. Parallel dazu wurde ein CAD-Modell der Treppe erstellt, um ein besseres räumliches Verständnis für die benötigten Proportionen zu erlangen.

Um eine universelle Anwendung für Personen unterschiedlicher Körpergrößen zu gewährleisten, wurden durchschnittliche Standardmaße zugrunde gelegt. Die Probanden waren im Durchschnitt 1,80 Meter groß, hatten eine Unterschenkellänge von 42 Zentimetern und eine Ellbogenhöhe über der Sitzfläche von 26 Zentimetern. Im weiteren Verlauf wurden die Raupen, auf denen der Fahrmechanismus basiert, hinzugefügt. In einem letzten Schritt wurde der Mechanismus für die Winkeländerung des Sitzes in Bezug zur Plattform konstruiert und in CAD umgesetzt. Des Weiteren wurden Motoren integriert, welche die Größenverhältnisse und den verfügbaren Raum für weitere Einbauten veranschaulichen sollen. Zum Abschluss wurde ein Korb integriert, welcher den Transport von Rucksäcken, Taschen oder Beatmungsgeräten erleichtern soll.

Nach Abschluss des CAD-Konstruktionsprozesses erfolgte die Materialauswahl bzw. -zuweisung im CAD. Für den Sitz wurde pflegeleichtes Kunstleder gewählt, während die tragenden Teile des Mechanismus aus rostfreiem Edelstahl gefertigt werden. Die Raupen bestehen aus Gummi, um einen maximalen Grip zu gewährleisten. Zur Veranschaulichung des erstellten Modells wurden Renderings sowohl des Treppen- als auch des Sitzbereichs erstellt.

#### 7.1.2 Problemstellungen

Während der Bearbeitung traten lediglich wenige unerwartete Herausforderungen auf, die jedoch ohne größere Schwierigkeiten bewältigt werden konnten. Die Hauptproblematik, die sich im Rahmen einer umfassenden Überprüfung als relevant herausstellte, war die Bewältigung der sich während der Fahrt verändernden Schwerpunktage. Die Lösung des Problems erfolgte durch die Möglichkeit, den Sitz-Winkel entsprechend anzupassen. Dennoch ist es empfehlenswert, den Schwerpunkt des Fahrzeugs so niedrig wie möglich zu halten, um eine optimale Stabilität und Funktionalität zu gewährleisten. Ebenfalls ist es von essentieller Bedeutung, ausreichend Platz für Bremsen, Sicherheitseinrichtungen und potenzielle zusätzliche Halterungen zu berücksichtigen.

#### 7.1.3 Resümee

Die vorliegende Ausarbeitung stellt für das spezielle Modell beziehungsweise diese spezifische Lösung aus unserer Sicht den optimalen Ansatz für die vorliegende Problemstellung dar. Dies wurde bereits im Verlauf der Arbeit beschrieben. Das Fahrzeug eignet sich in idealer Weise für einen sicheren und reibungslosen Transport körperlich eingeschränkter Personen über die beschriebenen Treppen. Darüber hinaus bietet unser Vorschlag eine Vielzahl an Varianten, die ihn zu einem exzellenten Einstiegsprojekt in ein Biomedical Engineering-Semester machen.

## 8 Anhang

### 8.1 Erklärung

Wir versichern, dass die vorliegende Studienarbeit eigenständig verfasst wurde und sämtliche Hilfsmittel und Quellen, die bei der Erstellung verwendet wurden, korrekt angegeben sind.

Name: Janis Graf Datum: 20.04.2024 Unterschrift: \_\_\_\_\_

Name: Philipp Baumann Datum: 20.04.2024 Unterschrift: \_\_\_\_\_

Name: Jonas Frosch Datum: 20.04.2024 Unterschrift: \_\_\_\_\_

Name: Raoul Pietschmann Datum: 20.04.2024 Unterschrift: \_\_\_\_\_

## **8.2 Quellen**