

KO2 Verlaufsprotokoll

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

10. Juni 2024

KON2: Konstruktives Entwurfsprojekt

Entwicklung eines Treppenlifters für Rollstühle

Gruppe 11

Teilnehmer	Matrikelnummer
Janis Graf	
Raoul Pietschmann	
Phillipp Baumann	
Jonas Frosch	3333813

Inhaltsverzeichnis

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

A	Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zeitverlässigkeit	Wartungsaufwand
Lösung 1.00	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15
1 3.25	Schraubenverbindung	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.6
2 3	Bolzenverbindung	gew. Punkte	1	0.45	0.4	0.6
3 3.25	Schraubenverbindung	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.6
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4

Tabelle 1: A Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus

6.3 Wirtschaftliche Bewertung

6.3.1 Funktionen

B		Befestigung an Treppe					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zeitverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15	0
1	Keine Befestigung an Treppe	gew. Punkte	1	0.6	0.6	0.6	0
3.5							
2	Befestigung an Treppendecke	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0
2.5							
3	Saugnäpfe	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0
2.55							
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4	0

Tabelle 2: Bewertung der Befestigungslösungen an der Treppe

C		Antrieb					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zeitverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15	0
1	Elektromotor	gew. Punkte	1	0.6	0.6	0.6	0
3.5							
2	Elektromotor	gew. Punkte	1	0.6	0.4	0.45	0
2.9							
3	Hydraulik	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.45	0
2.55							
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4	0

Tabelle 3: Bewertung der Antriebslösungen

D		Energiequelle					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zeitverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15	0
1	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
3.25							
2	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
3.25							
3	Elektrisch	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
3.25							
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4	0

Tabelle 4: Bewertung der Energiequellenlösungen

E		Energieübertragung					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15	0
1	Riemenantrieb	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4	0.6	0
2	Welle-Nabe	gew. Punkte	0.5	0.6	0.4	0.45	0
3	Zahnrad	gew. Punkte	0.5	0.45	0.4	0.45	0
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4	0

Tabelle 5: Bewertung der Energieübertragungslösungen

F		Transport zusätzlicher Objekte					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20	0.15	0
1	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
2	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
3	Korb	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6	0.45	0
Ideal		1	0.6	0.8	0.6	0.4	0

Tabelle 6: Bewertung der Transportlösungen zusätzlicher Objekte

G		Energierückgewinnung					
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit	Wartungsaufwand	
Lösung	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20		
1	Dynamo	gew. Punkte	1	0.6	0.8		
2	Regeneratives Bremssystem	gew. Punkte	0.5	0.15	0.4		
3	Dynamo	gew. Punkte	1	0.45	0.8		
Ideal		1	0.6	0.8	0.6		

Tabelle 7: Bewertung der Energierückgewinnung

H		Steuerung/Steuerungseinheit			
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit
Lösung 1.00	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20
1 3.1	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6
2 3.1	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6
3 3.1	Handsteuerung	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6
Ideal		1	0.6	0.8	0.6

Tabelle 8: Bewertung der Steuerung/Steuerungseinheit

K		Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten			
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit
Lösung 1.00	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20
1 3.05	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.45	0.6
2 2.95	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6
3 2.95	Rettungsdienstkonformität	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6
Ideal		1	0.6	0.8	0.6

Tabelle 9: Bewertung der zusätzlichen Anwendungsmöglichkeiten

J		Sicherheitseinrichtungen			
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit
Lösung 1.00	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20
1 3.05	Auditives Warnsignal	gew. Punkte	1	0.45	0.4
2 3.05	Auditives Warnsignal	gew. Punkte	1	0.45	0.4
3 2.95	Warnblinker	gew. Punkte	0.75	0.6	0.6
Ideal		1	0.6	0.8	0.6

Tabelle 10: Bewertung der Sicherheitseinrichtungen

L	Kraftübertragung Antrieb auf Treppe				
	Kriterium	Sicherheit	Kosten	Benutzerfreundlichkeit	Zuverlässigkeit
Lösung 1.00	Element	Gewichtung	0.25	0.15	0.20
1 3	Raupen/Ketten	gew. Punkte	0.75	0.3	0.6
2 2.5	Zahnrad-schiene	gew. Punkte	0.75	0.45	0.4
3 2.5	Radstern	gew. Punkte	0.5	0.6	0.4
Ideal		1	0.6	0.8	0.6

Tabelle 11: Bewertung der Kraftübertragung des Antriebs auf die Treppe

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
Gewichtung	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
1 Verschraubung	3	3	3	3		
	0,6	0,75	1,65	0,3	3,3	0,75
2 Verschraubung	3	3	3	3		
	0,6	0,75	1,65	0,3	3,3	0,75
3 Bolzenverbindung	4	4	4	4		
	0,8	1	2,2	0,4	4,4	1
Ideal	4	4	4	4	4,4	1

Tabelle 12: A Befestigung des Rollstuhls an Mechanismus

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
Gewichtung	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
1	4	3	3	3		
	0,8	0,75	1,65	0,3	3,5	0,795
2	4	3	3	3		
	0,8	0,75	1,65	0,3	3,5	0,795
3	2	1	3	2		
	0,4	0,25	1,65	0,2	2,5	0,568
Ideal	4	4	4	4	4,4	2,159

Tabelle 13: B Befestigung an Treppe

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
Gewichtung	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
1	3 0,6	2 0,5	3 1,65	2 0,2	2,95	0,670
2	2 0,4	3 0,75	2 1,1	3 0,3	2,55	0,580
3	2 0,4	3 0,75	2 1,1	3 0,3	2,55	0,580
Ideal	4	4	4	4	4,4	1,830

Tabelle 14: C Antrieb

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

Tabelle 15: D Energiequelle

Kriterium	Materialkosten	Fertigung Einzelteile	Fertigung Zusammenbau	Wartungskosten	Summe	Wirtschaftliche Wertigkeit
Gewichtung	0,20	0,25	0,55	0,10	1,10	
1	4 0,8	4 1	3 1,65	1 0,1	3,55	0,807
2	4 0,8	3 0,75	2 1,1	1 0,1	2,75	0,625
3	2 0,4	2 0,5	2 1,1	1 0,1	2,1	0,477
Ideal	4	4	4	4	4,4	1,909

Tabelle 16: E Energieübertragung

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

Tabelle 17: F Transport zusätzlicher Objekte

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

Tabelle 18: G Energierückgewinnung

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

Tabelle 19: H Steuerung/Steuerungseinheit

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

Tabelle 20: I Redundanzen

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

Tabelle 21: J Sicherheitseinrichtungen

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

Tabelle 22: K Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten

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

Tabelle 23: J Kraftübertragung auf Treppe

6.3.2 Ergebnis

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

6.4 Stärke-Schwächen-Diagramm

6.5 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 Unterschenkelhöhe 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