

MyClimate Projekt 24/25

Loris, Mauro, Sven, Maurus
4PK22b, BBW, Maschinenbau

Emissionsreduktion Flughafen



Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Planung.....	4
3. Ideensuche	7
4. Entwürfe.....	9
Idee 1:	9
Idee 2	10
Idee 3	11
Idee 4	12
5. Entscheidung	13
6. Lösung.....	14
Lösung:	14
Einsparung:	15
Zusammenfassung:	15
7. Reflexion.....	16
8. Quellen / Berechnungen.....	17

1. Einleitung

Im dritten Jahr unserer Lehre als Konstrukteure haben wir im Rahmen des Zeichnungs- /Maschinentechnik Unterrichts die Möglichkeit bekommen an einem Wettbewerb von MyClimate teilzunehmen. Das Ziel dieses Wettbewerbes ist es, einen Vorschlag zum Verbessern der Umwelt zu erarbeiten. Unser Thema behandelt die Problematik der hohen Emissionen welche von Flugzeugen beim Rollvorgang vom Gate zur Start- /Landebahn freigesetzt werden. Unser Ziel war es, ein Konzept auszuarbeiten, mit welchem die unseres Erachtens nach zu hohen Emissionen verringert werden können.

Funktionsbeschreibung

Hauptfunktion:

Ein fahrbarer "Roboter" der Flugzeuge bewegen kann.

Teilfunktionen:

- Verbindung von Flugzeug zur Konstruktion
 - Konfigurationen verschiedener Flugzeuge
 - Kopplung zu Flugzeug

- Bewegung der Konstruktion
 - Antrieb
 - Autonomie
 - Führung der Bewegung/ Navigation

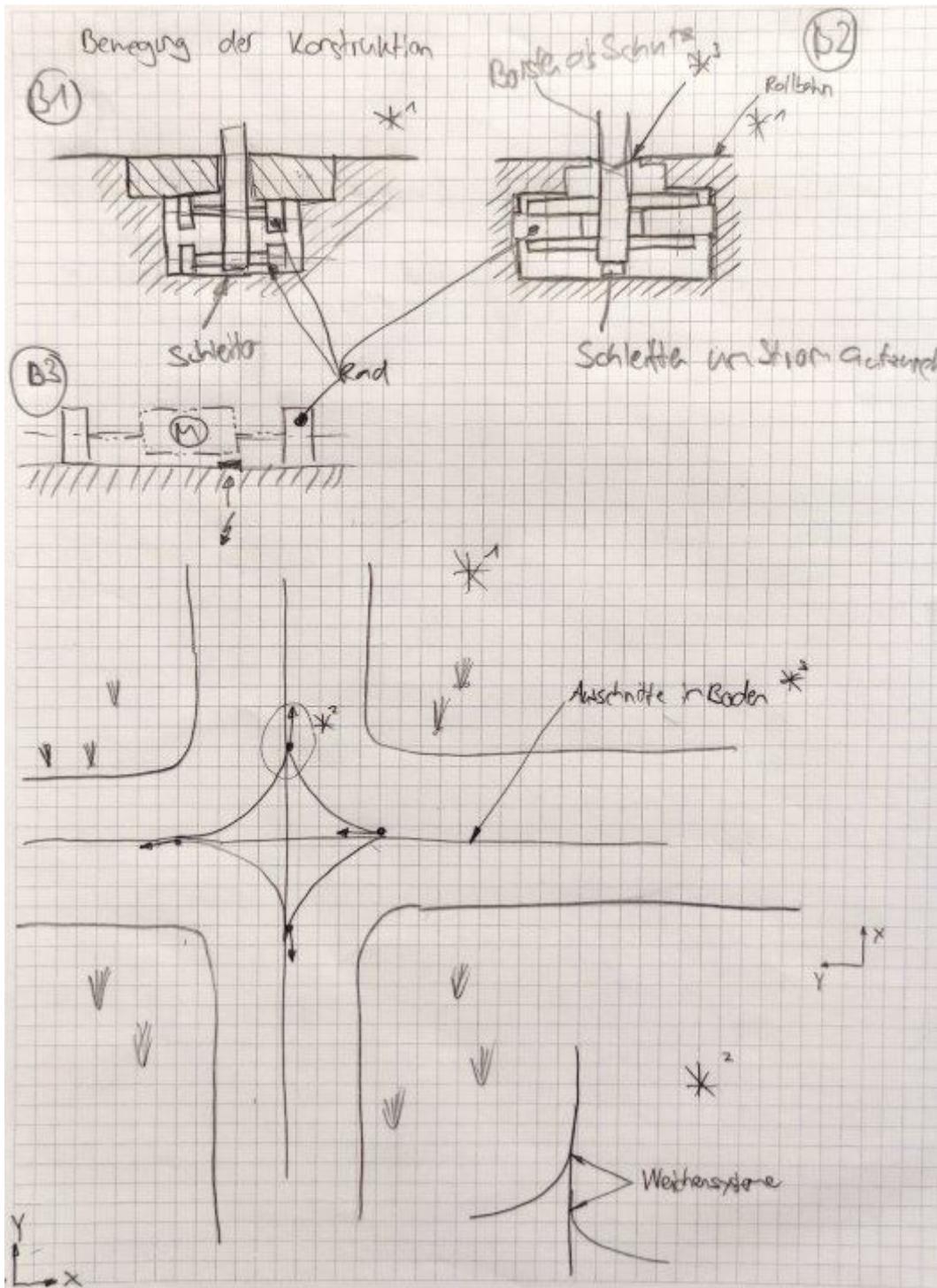
- GPU (Ground Power Unit) in Konstruktion
 - Stromanschluss Boden -- Konstruktion
 - Übertragung während Bewegung
 - Übertragung im Stand
 - Stromanschluss Konstruktion – Flugzeug
 - Übertragung koppeln / entkoppeln

- Stationierung der Konstruktionen
 - Wartung
 - Reparatur
 - Lagerung
 - Stationierung an der Start-/Landebahn
 - Stationierung an den Gates

Pflichtenheft

Funktions- und Leistungsanforderungen	
bewegen des Flugzeuges	F
Übertragung Strom von Boden --- Flugzeug (GPU)	W5
Schnelles Koppeln Flugzeug --- Konstruktion	F
Lagerung der Konstruktionen	F
Wartung der Konstruktionen	F
Bereitstellung der Konstruktionen bei Landebahn und Startbahn	F
Verlegen der Konstruktionen ohne Flugzeug	F
Qualitätsmerkmale	
Wetterrestistenz	W5
Zuverlässiges System	W4
Vernünftiger Sicherheitsfaktor bezüglich Zuglast	W3
Gutes Navigationssystem/"Flugzeugpositionstracker"	W4
Gute Wartungsanlagen	W3
Marktanforderungen	
Sicherheit für Bodenpersonal, Material und Passagiere	W4
Kompatibilität zu Flughäfen	F
Einfacher Umbau Flughafen	W4
Flugverkehr nicht beeinträchtigt für Flugzeuge, die nicht kompatibel sind	F
Flugzeug verbleiben im Original Zustand.	F
Fertigungskriterien	
-	
Umwelt	
-	
Kosten	
-	

3. Ideensuche

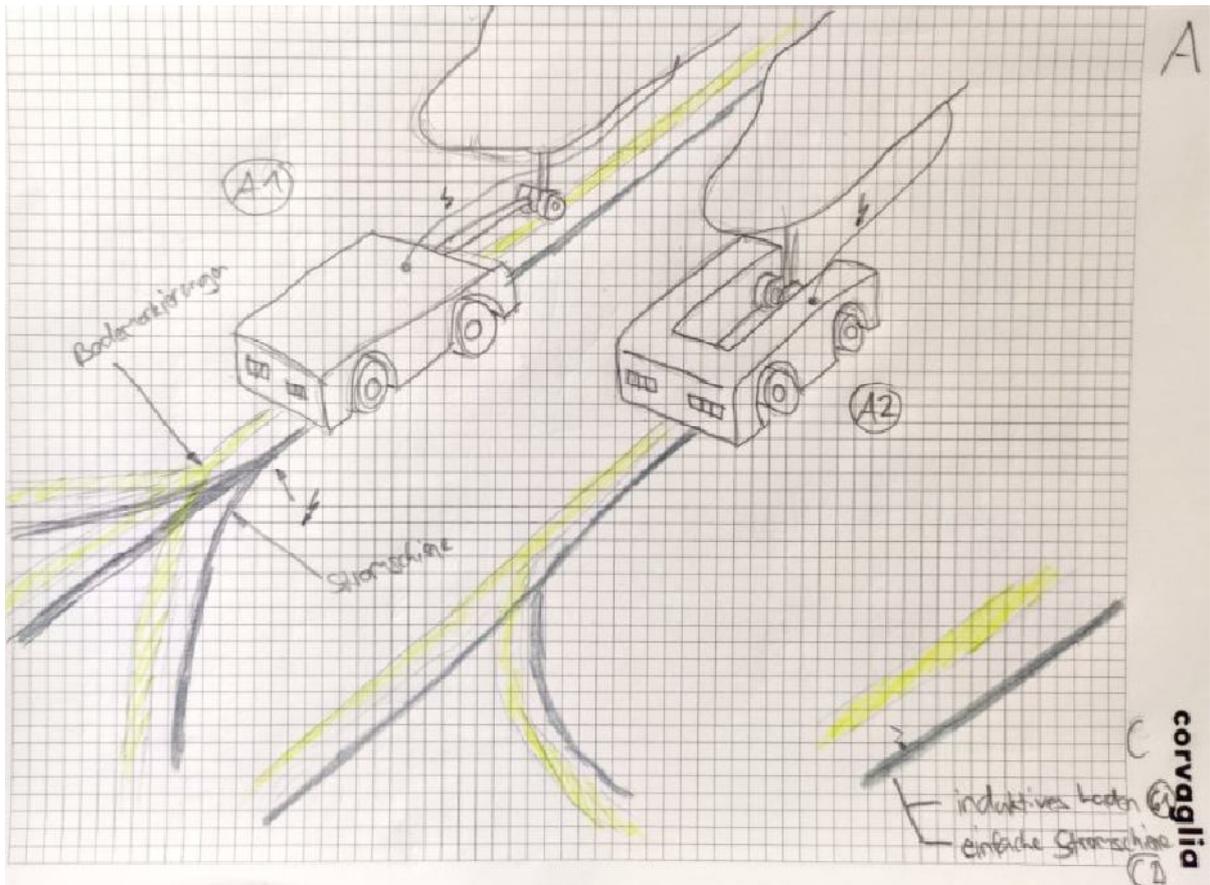


Navigation:

①

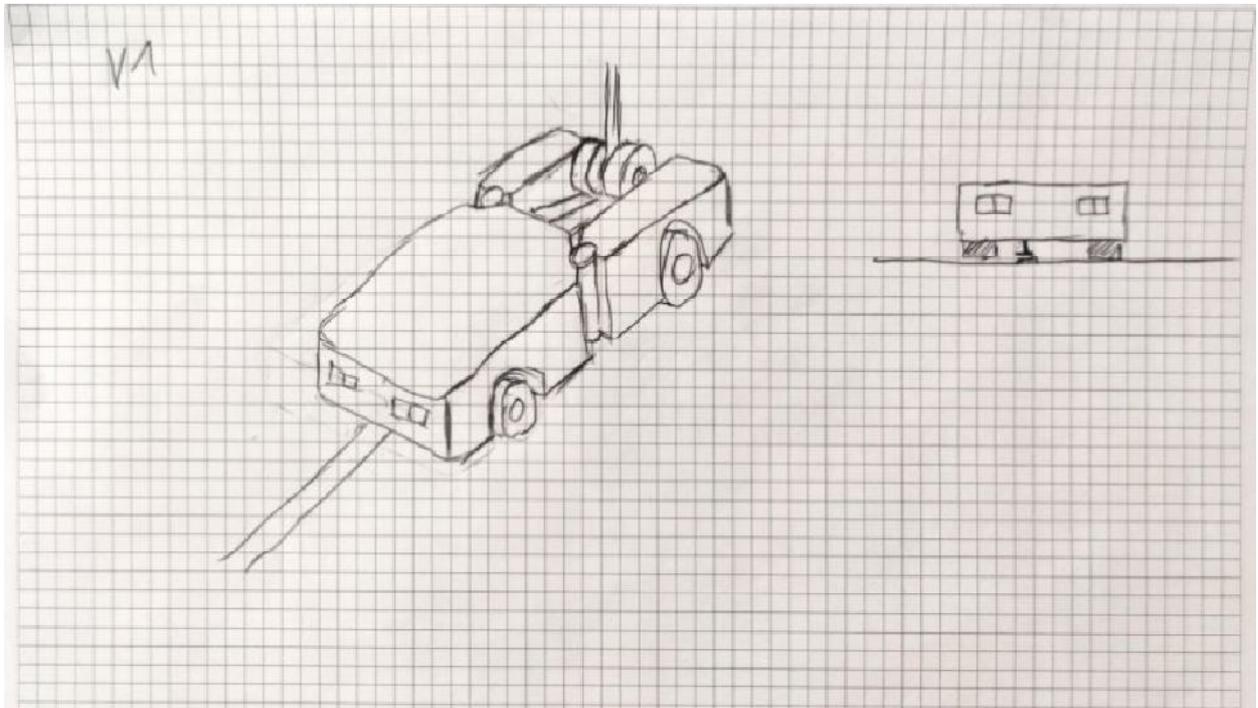
1.

- Linien nachfahren ①
- Durch "Code" (LED in Fahrbahn) Abwechslung (rechts/links/geradeaus) erzeugen ②
- wie "Spielzeug"-Roboter
- GPS ③
- (Schiene) Weichensystem ④



4. Entwürfe

Idee 1:



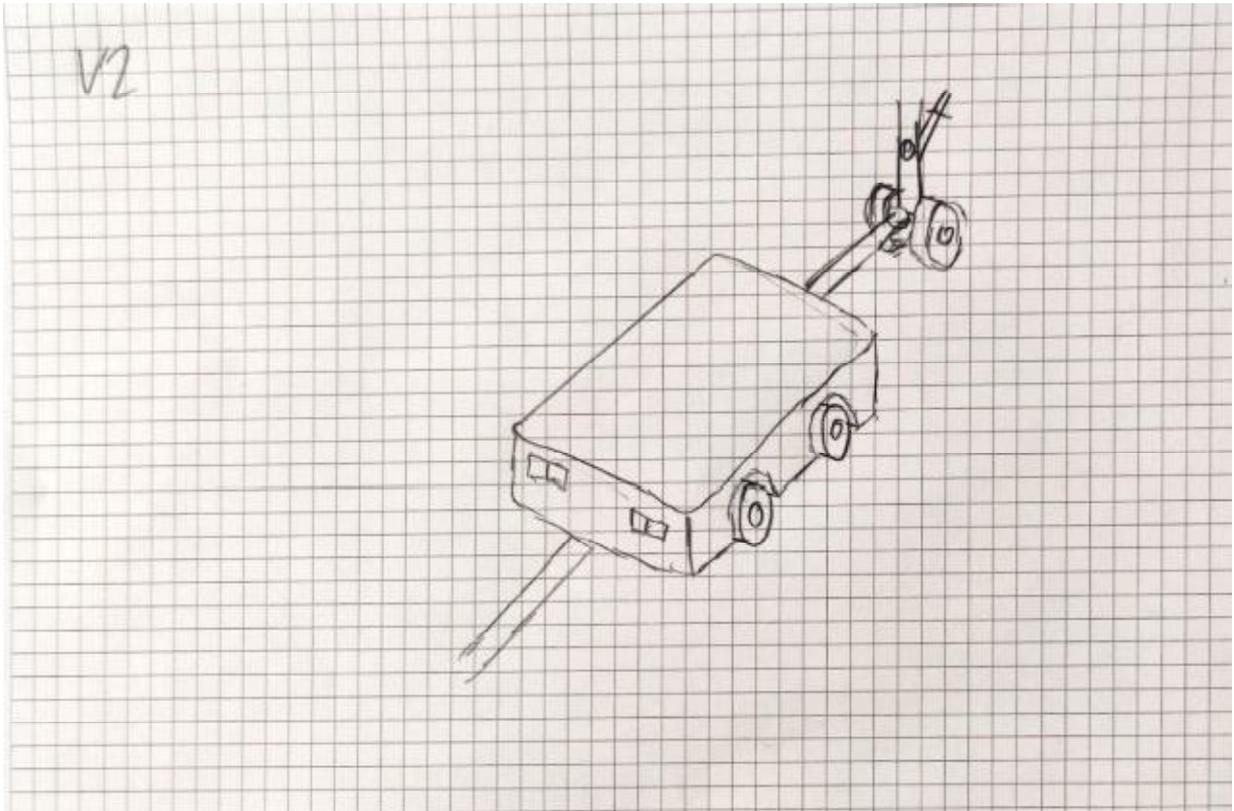
Ein Fahrzeug mit 4 Rädern und einem Hebemechanismus, der das Bugrad des Flugzeuges anheben kann und es so bewegen kann. Navigiert mit einer Linie am Boden, der es mit Sensoren nachfährt und mit Farbcodes (Lichter eingebaut in der Fahrbahn bei der Linie) entscheiden kann wie abbiegen. Mit Elektromotoren angetrieben und einer integrierten GPU die das Flugzeug während der Fahrt mit Strom versorgt. Der Strom wird von einer Stromschiene im Boden über Induktion aufgenommen.

Vorneweg gesagt: Diese Idee wird so umgesetzt nicht funktionieren da es perfektes Wetter und eine gut gereinigte Fahrbahn bräuchte, um das Fahrzeug Linien nachfahren zu lassen. Sobald es im Winter ein wenig Schnee auf der Fahrbahn hat, kann dieses Fahrzeug nicht mehr navigieren.

Mögliche Lösung um dieses Problem zu lösen:

Wie eine „Carrera-Bahn“ ein Spalt im Boden zu bauen der das Fahrzeug führt und navigiert. Das würde erheblich mehr Umbauarbeiten mit sich führen. Ausserdem wäre dieses Schienensystem mit Weichen zu versehen die Wartung vervielfachen.

Idee 2



Auch ein Fahrzeug mit 4 Rädern nur dieses Mal mit einer Verbindungsstange die das Fahrzeug mit dem Flugzeug verbinden. So wie es heutzutage auch an verschiedenen Flughäfen benützt wird. Navigiert wird wieder mit einer Linie am Boden und den Code-Lichtern. Das bedeutet das dies auch nicht funktionieren kann.

Eine Lösung wäre wieder wie oben.

Idee 3



Die 3. Idee ist einfacher umzusetzen. Schon vorhandene Fahrzeuge mit Automationstechnik ausstatten und diese fahren lassen. Da das Flugzeug zum Aufstarten Strom braucht, wird beim Eingang der Startbahn / Ausgang der Landebahn eine Stromstation eingerichtet sodass die Flugzeuge vor dem Befahren der Bahn aufstarten können. Ein Nachteil dabei ist, dass die Fahrzeuge auch Benzin-Motoren haben die nicht ganz so Umweltfreundlich sind wie Elektro betriebene Fahrzeuge. Die Navigation würde über programmierte Abläufe stattfinden. Ausserdem muss ein guter Akku eingebaut werden um die Flugzeuge während der Fahrt mit genug Strom zu versorgen das das Licht im Flugzeug funktioniert und die Notwendigen Prozeduren vor dem Aufstarten durchgeführt werden können

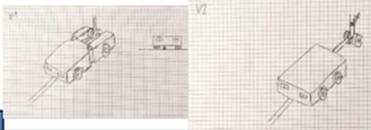
Idee 4



Die Firma Mototok hat ein ferngesteuertes Fahrzeug, das mit Elektromotoren betrieben ist schon im Verkauf. Dieses könnte man für den Autonomen verkehr aufrüsten. Auch bei dieser Idee müsste man in der Nähe der Startbahn ein Aufstart-Platz einplanen bei dem die Flugzeuge die so aufstarten können das sie sich selber bewegen können. Ausserdem müsste man hier auch einen Akku für die Stromversorgung des Flugzeuges einbauen.

5. Entscheidung

S-Diagramm:



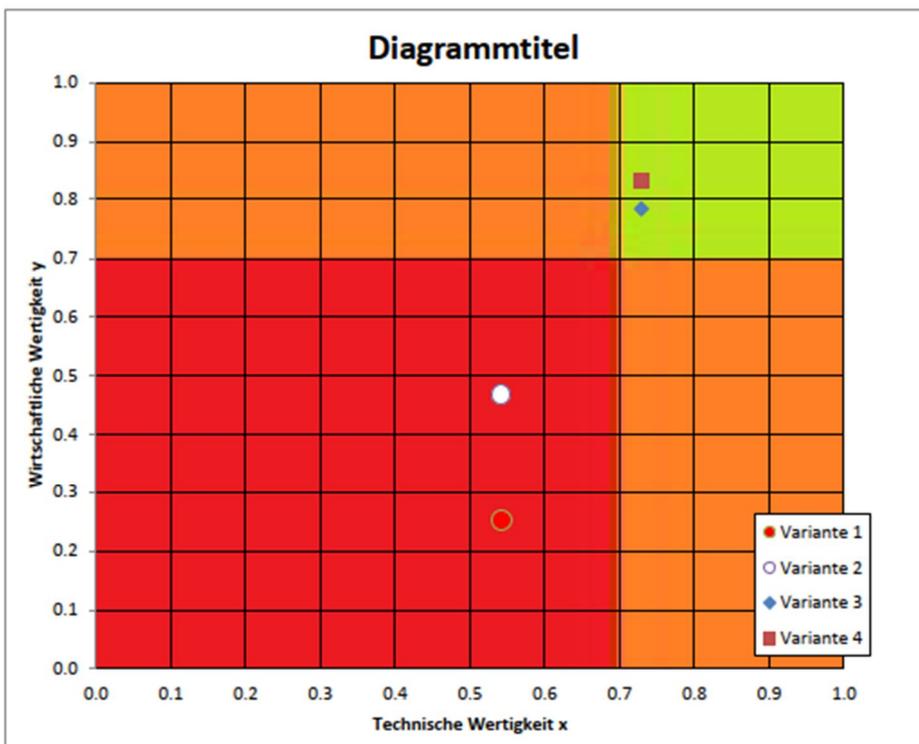
MOTOTOK mit GPU bei Landebahn ein gang

Vorhandene Fahrzeuge Autonom ausstarten und GPU bei Landebahn ein gang

S-Diagramm			Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
Technisch	Bewertungskriterien	Gewichtung	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis
	Bewegen verschiedener Flizgtypen	30	30	1	30	1	25	0.83333333	30	1
	GPU platzierung	20	15	0.75	15	0.75	5	0.25	5	0.25
	Wetterresistenz	30	5	0.16666667	5	0.16666667	25	0.83333333	30	1
	gutes Navigationssystem	20	5	0.25	5	0.25	20	1	20	0.66666667
	Gesamt	Max. Punkte= 100		55	0.54166667	55	0.54166667	75	0.72916667	85
Wertigkeit			1.92	1.92	1.92	1.92	2.25	2.25		

Wirtschaftlich	Bewertungskriterien	Gewichtung	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis	Punkte	Ergebnis	
	Kosten	35	10	0.28571429	15	0.42857143	25	0.71428571	30	0.85714286	
	einfachheit	20	5	0.25	15	0.75	15	0.75	15	0.75	
	Einfacher Umbau Flughafen	45	10	0.22222222	10	0.22222222	40	0.88888889	40	0.88888889	
	Gesamt	Max. Punkte= 100		25	0.2526455	40	0.46693122	80	0.78439153	85	0.83201058
	Wertigkeit			0.76	1.40	2.35	2.50				

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
x-Achse, technisch	0.54	0.54	0.73	0.73
y-Achse, wirtschaftlich	0.25	0.47	0.78	0.83

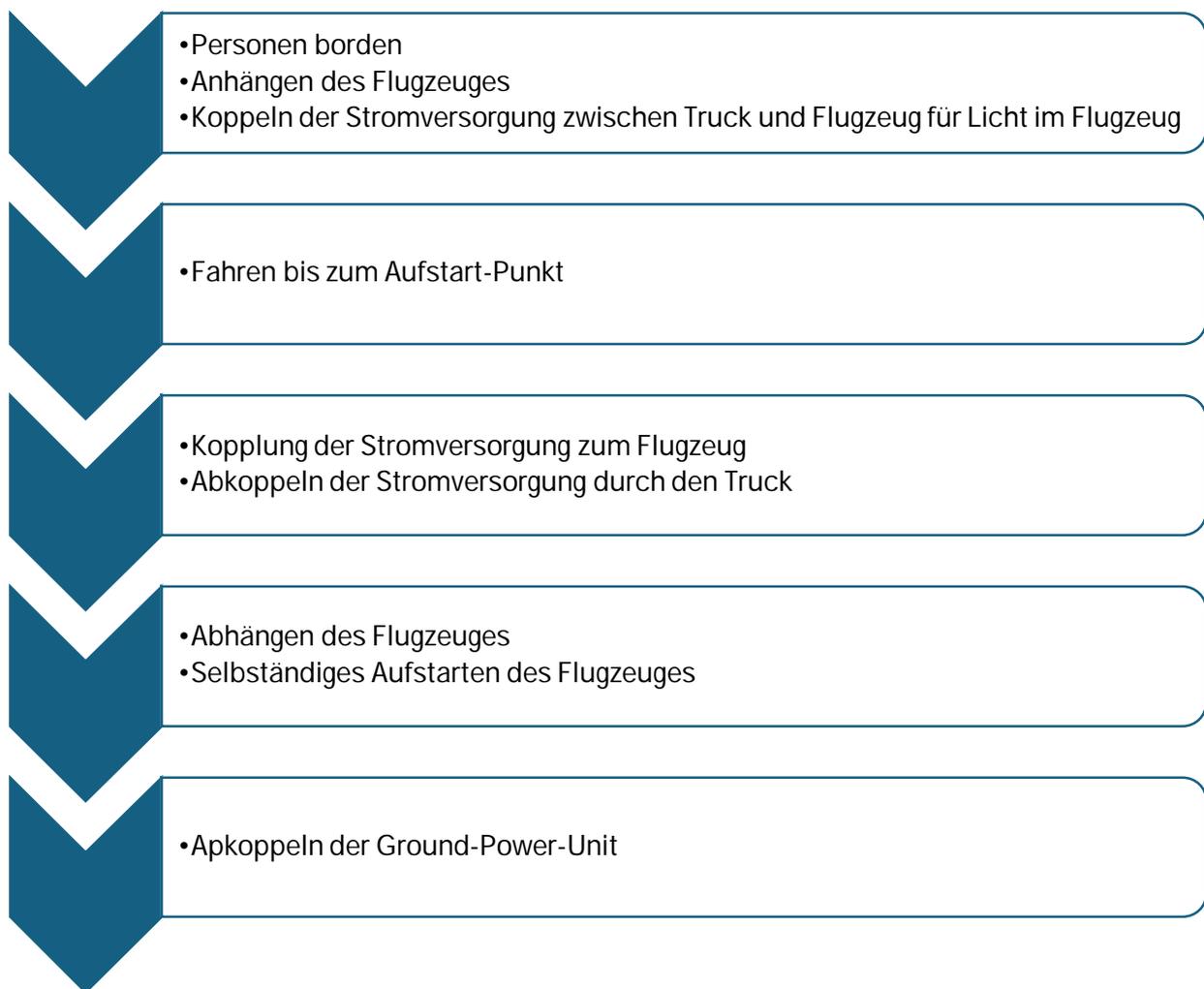


6. Lösung

Wir haben uns mithilfe des S-Diagramms entschieden, dass die 4. Lösung die beste ist aufgrund der Gewichtung auf Einfachheit und Kostengünstigkeit.

Lösung:

Schon vorhandene Pushback Trucks auf autonomes Fahren aufrüsten. So sieht der Ablauf folgendermaßen aus:



Einsparung:

Quelle: ChatGPT

1. Typisches Flugzeug: Ein Standardmittelstreckenflugzeug wie die Boeing 737 oder der Airbus A320 verbraucht etwa 10-30 Liter Treibstoff pro Minute beim Rollen, abhängig von der Geschwindigkeit und der Anzahl aktiver Triebwerke. Die Werte variieren stark je nach Flugzeugmodell und Last.

2. Rollzeit: Die Zeit, die ein Flugzeug vom Gate zur Startbahn benötigt, kann stark variieren, beträgt aber oft 10-20 Minuten. Dies würde bei einem Durchschnittsverbrauch von 20 Litern pro Minute zu einem Gesamtverbrauch von etwa 200-400 Litern führen.

3. Einfluss von Triebwerksnutzung: Einige Airlines praktizieren das sogenannte „Single-Engine-Taxiing“, bei dem nur ein Triebwerk läuft, um Treibstoff zu sparen. Dies reduziert den Verbrauch, ist jedoch nicht in allen Fällen möglich und hängt von der Flugzeugspezifikation ab.

4. Verkehr und Rollwege: Längere Rollwege und Verzögerungen durch Verkehr erhöhen den Treibstoffverbrauch zusätzlich.

5. Kohlenstoffdioxid (CO₂):

- CO₂ ist das bedeutendste Treibhausgas bei der Verbrennung von Kerosin und trägt direkt zur globalen Erwärmung bei.

- Je Liter verbranntem Kerosin werden ca. 2,5 kg CO₂ freigesetzt.

6. Durchschnittliche Flugbewegungen pro Tag am Flughafen Zürich: ca. 700 (also 350 Starts und 350 Landungen).

Beispielrechnung:

Angenommen, eine Boeing 737 verbraucht etwa 20 Liter pro Minute beim Rollen, und die durchschnittliche Rollzeit zum Start beträgt 15 Minuten:

20 Liter pro Minute multipliziert mit 15 Minuten ergibt **300 Liter pro Rollvorgang**

Danach kann man diese 300 Liter mit den 700 Rollvorgängen multiplizieren so dass als Ergebnis **210'000 Liter Treibstoff pro Tag** herauskommen

Weiter kann man dann die 210'000 Liter mit 2,5 kg CO₂ pro Liter multiplizieren. Somit erhält man **eine Emission von 525'000 kg oder 525 Tonnen CO₂ pro Tag**

Dies sind grobe Werte, da der tatsächliche Verbrauch je nach Flughafen, Rollwegen und Wetterbedingungen variiert.

Zusammenfassung:

Durchschnittlich 210000 Liter Treibstoff und 525 Tonnen CO₂ pro Tag

7. Reflexion

Anfangs waren wir unserem Zeitplan sogar etwas voraus, was leider aufgrund des Unterschätzens der Komplexität unseres Projektes nicht sonderlich lange anhielt. Schlussendlich mussten wir etwas umdisponieren und unser Projekt kürzen, weshalb wir nun keine Visualisierung der Idee und den verschiedenen Abläufen am Flughafen haben. Das Arbeitsklima innerhalb unserer Gruppe war sehr angenehm und respektvoll. Unseres Erachtens nach gelang uns unsere Arbeit und wir betrachten das Ergebnis als durchaus zufriedenstellend.

8. Quellen

Bilder:

<https://cdn2.hubspot.net/hubfs/219329/Why%20tracking%20pushback%20tractors%20brings%20huge%20value%20to%20your%20ramp%20operations.jpg>

https://flint.systems/wp-content/uploads/2024/02/1200px-KLM_Pushback_tractor_and_ground_power_unit.jpg

https://www.mototok.com/hubfs/future_of_pushback_tugs-.jpg

Berechnung Einsparung:

<https://chatgpt.com>