

Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

Hug, Jan (2017) Bachelorarbeit «Selbstfahrende Fahrzeuge – Business Case Campus», Präsentation Bachelorarbeit, ETH Zürich, Juni 2017.

Selbstfahrende Fahrzeuge – Business Case Campus

Jan Hug

IVT
ETH
Zürich

02 Juni 2017

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Autonome Fahrzeuge im Aufwind



Quelle: A.Mellano (2017), BestMile

Problemstellung

Es werden viele Pilot- und Forschungsprojekte lanciert, aber...

- unbekannte Kosten für Anschaffung, Betrieb und Unterhalt
- kann ein solcher Service auch kommerziell betrieben werden?

Business Case Campus:

- Welches Areal wäre prüfenswert?
- Welche Kosten fallen an?
- Wie entwickeln sich die Kostenstrukturen bei Ersatz einer konventionellen Transportlösung?
- Welche Betriebskonzepte machen Sinn?
- Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?

Ablauf der Arbeit

- Wahl eines geeigneten Campus
- Herstellung eines Kontakt zu den Verantwortlichen, um die Realisierbarkeit des Projekts sicherzustellen
- Entwicklung eines Business Case für eine Flotte selbstfahrender Elektroshuttle auf dem definierten Campus
- Berechnung der Kosten-Nutzen-Analysen
- Vergleich der Ergebnisse mit der bestehenden Transportlösung
- Diskussion der Ergebnisse

Erstellung des Business Case

«Welche finanziellen Konsequenzen entstehen, wenn eine Entscheidung so (und nicht anders) getroffen wird»

- Klärung der Aufgabenstellung und der Rahmenbedingungen
- Ausarbeitung von Alternativen
- Datensammlung
- Definition der Variablen
- Rechnen einer Kosten-Nutzen-Analyse

Tschaner, A. (2013) *Business Cases: Ein anwendungsorientierter Leitfaden*, Wiesbaden

Wahl des Campus und Situationsanalyse



zooh!
Z Ü R I C H

- Konventionelle Transportlösung vorhanden
- Grosse Erweiterungen in den nächsten Jahren geplant
- Besucher sind Familien, Kinder und Senioren

Aktueller Fall: «Masoala-Express»



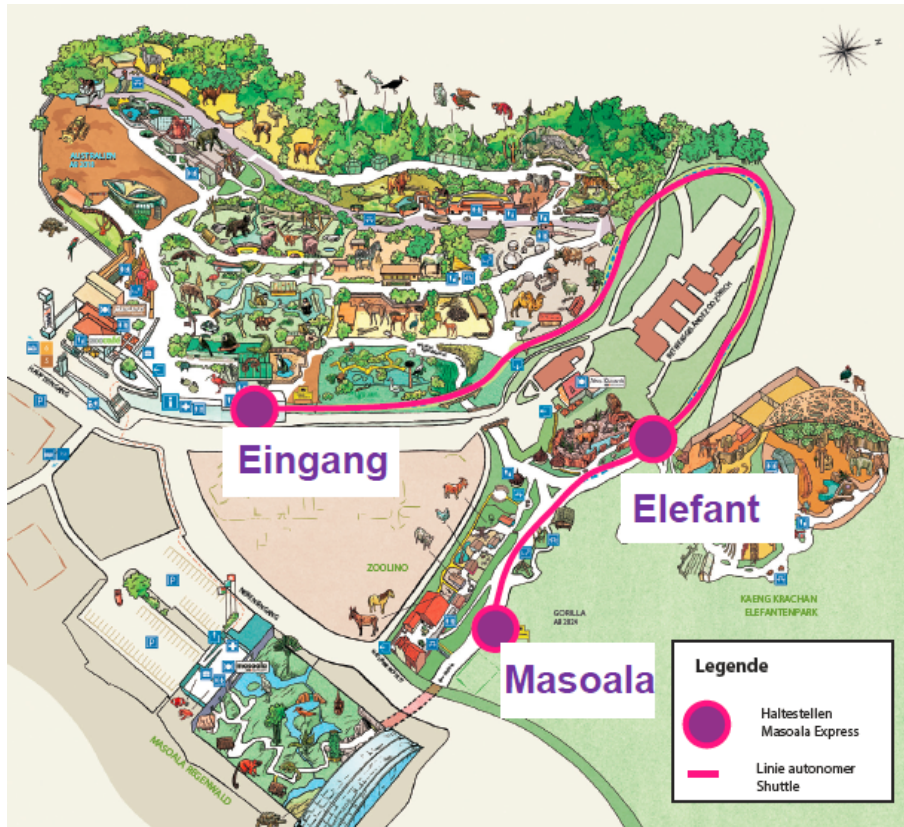
- Ein Fahrzeug mit 39 Plätzen
- Ticketing: Verkauf der Tickets über den Fahrer
- Ersatz 2022 nötig

Takt	40 min
Kapazität	1'014 Fahrgäste/Tag
Vergleich Spitzentag	9% der Besucher

Ausarbeitung der Alternativen

- **Variante 1: Masoala-Shuttle**
Die Linienführung und die Anzahl Haltestellen bleiben gleich wie im aktuellen Fall
- **Variante 2: Masoala-Shuttle++**
Die Linienführung bleibt gleich wie im aktuellen Fall, es werden zwei neue Haltestellen eingeführt
- **Variante 3: Lewa-Shuttle**
Strecke wird so abgeändert, dass sie die Erweiterungsmaßnahmen des Zoos miteinbezieht.

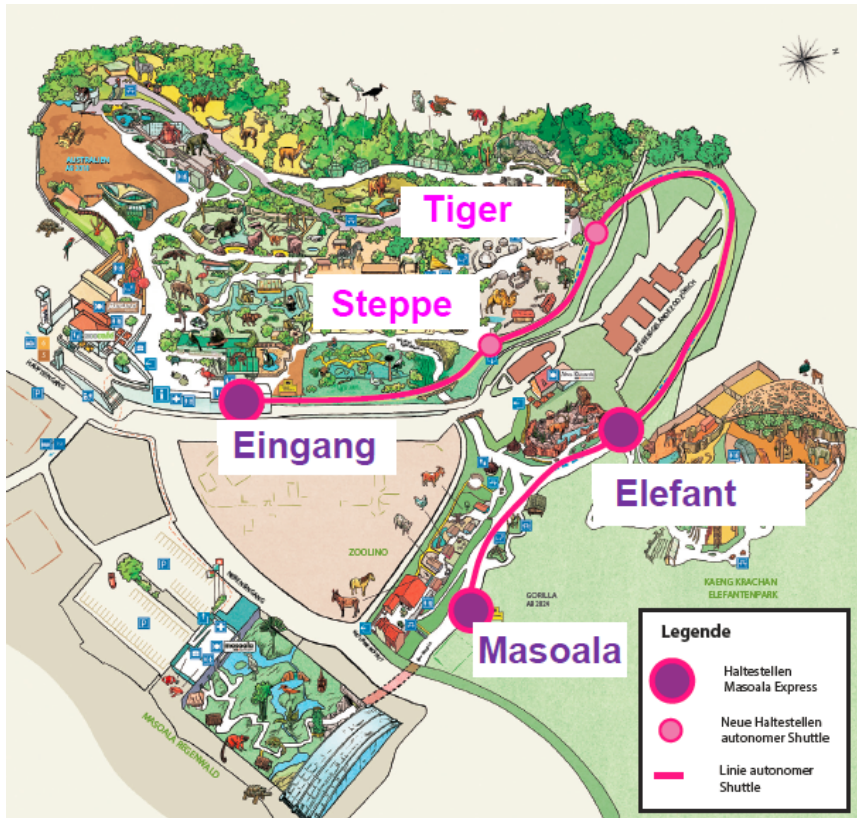
Variante 1 – Masoala-Shuttle



- Kauf von 2 autonomen Shuttle mit je 10 Plätzen
- Ticketing: Verkauf der Tickets über einen Automaten und Kontrolle über ein Drehkreuz / eine Schwenktüre

Takt	9.7 min
Kapazität	1'113 Fahrgäste/Tag
Vergleich Spitzentag	10% der Besucher

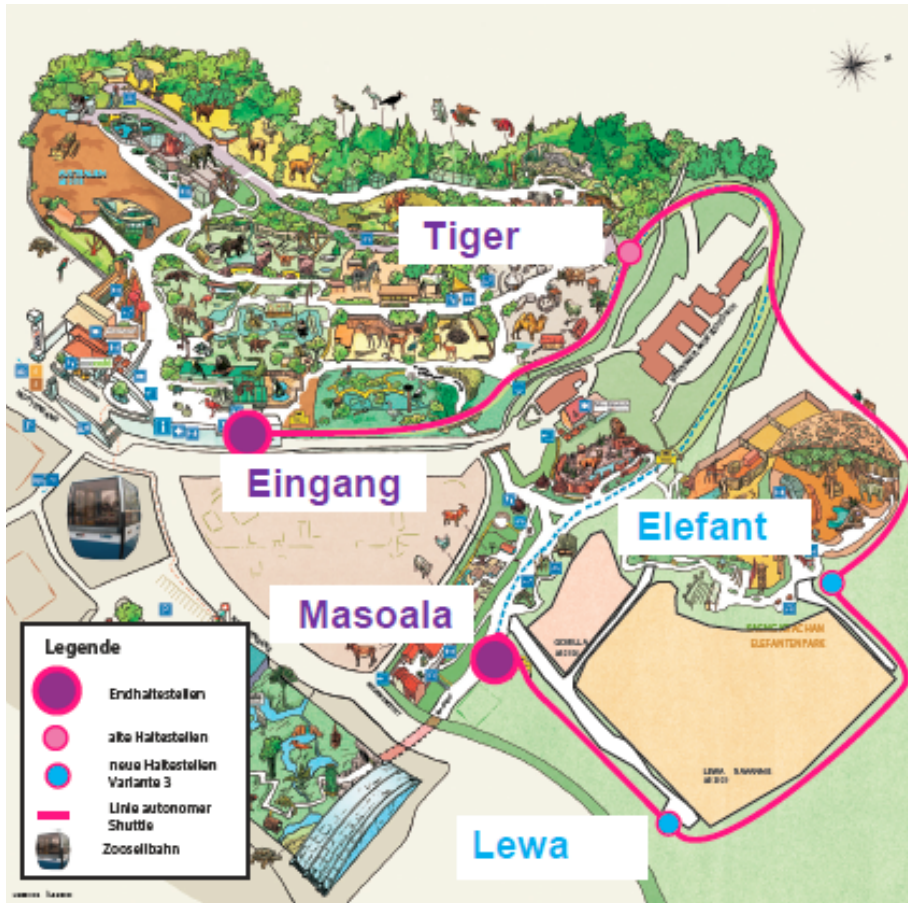
Variante 2 – Masoala-Shuttle++



- Kauf von 3 autonomen Shuttle mit je 10 Plätzen
- Ticketing: Gleich wie in Variante 1

Takt	7.8 min
Kapazität	1'285 Fahrgäste/Tag
Vergleich Spitzentag	13% der Besucher

Variante 3 – Lewa-Shuttle



- Kauf von 5 autonomen Shuttle mit je 10 Plätzen
- Ticketing: Der Shuttle ist gratis und wird durch eine Erhöhung des Eintrittspreises um 35 Rp. finanziert

Takt	4.3 min
Kapazität	2'486 Fahrgäste/Tag
Vergleich Spitzentag	23% der Besucher

Erstellung des Business Case

«Welche finanziellen Konsequenzen entstehen, wenn eine Entscheidung so (und nicht anders) getroffen wird»

- Klärung der Rahmenbedingungen
- Ausarbeitung von Alternativen
- Datensammlung
- Definition der Variablen
- Rechnen einer Kosten-Nutzen-Analyse

Tschaner, A. (2013) *Business Cases: Ein anwendungsorientierter Leitfaden*, Wiesbaden

Datensammlung

- Informationen des Zoos Zürich
 - Bilanz Masoala-Express
 - Spezialitäten Campus
 - Besucherstatistiken
 - Feedback zum Business Case

- Informationen des Start-up BestMile
 - Investitionskosten autonomer Shuttle
 - Unterhaltskosten autonomer Shuttle
 - Lebensdauer autonomer Shuttle

Definition der Variablen

- Investitionskosten Fahrzeug
- Investitionskosten Haltestellen
- Energie
- Unterhalt
- Personal
- Reifen
- Reinigung
- Versicherung
- Ticketeinnahmen
- Restwert



Quelle: PostAuto Schweiz AG (2017)

Getroffene Annahmen

- Lebensdauer: 8 Jahre «Masoala-Express», 5 Jahre autonome Fahrzeuge
- Unterhalt autonomer Shuttle: 10% der Anschaffungskosten
- Ticketeinnahmen:
 - **Masoala Express:** 370 verkaufte Tickets pro Tag, + 2% Wachstum pro Jahr
 - **Masoala-Shuttle:** 3% Wachstum und «Attraktionsbonus» von 20% in den ersten zwei Jahren
 - **Masoala-Shuttle++:** 3% Wachstum, «Attraktionsbonus» von 20% und 30% Wachstum aufgrund des besseren Angebots
 - **Lewa-Shuttle:** Erhöhung des Eintrittspreis um 35 Rappen

Vernachlässigt

- Sicherheit: Fahrzeuge bis 2022 soweit betriebssicher
- Betriebsstörungen: Betrieb bis 2022 ohne grössere Betriebsunterbrüche möglich
- Erweiterung des Perimeters zur Lösung von Erschliessungsproblemen
- Zusätzliche Einnahmen durch Sponsoring und Mehreintritte durch die neue «Attraktion»

Resultat der Kosten-Nutzen-Analyse

Vergleich Masoala-Express (8 Jahre) mit autonomen Varianten (5 Jahre)				
Best Estimated Case				
Indikator	aktueller Shuttle		Variante 1	
	Je Barwert in CHF		Je Barwert in CHF	
	Kosten	Nutzen	Kosten	Nutzen
Investitionskosten Fahrzeug	350'000		440'000	
Investitionskosten Haltestellen	-		99'000	
Energiekosten	23'156		10'785	
Unterhaltskosten	12'179		219'964	
Reifen	3'045		2'663	
Löhne	743'674		41'118	
Reinigung	18'738		57'187	
Versicherung	7'998		4'999	
Tickets		1'492'206		923'106
zus. Tickets Attraktion		-		69'554
zus. Tickets verbessertes Angebot		-		-
Erhöhung Eintritt		-		-
Restwert Fahrzeuge	-52474		-65979	
Total	1'106'316	1'492'206	809'739	992'660
Nettoarwert		385'890		182'921
Nutzen-Kosten-Verhältnis		1.35		1.23

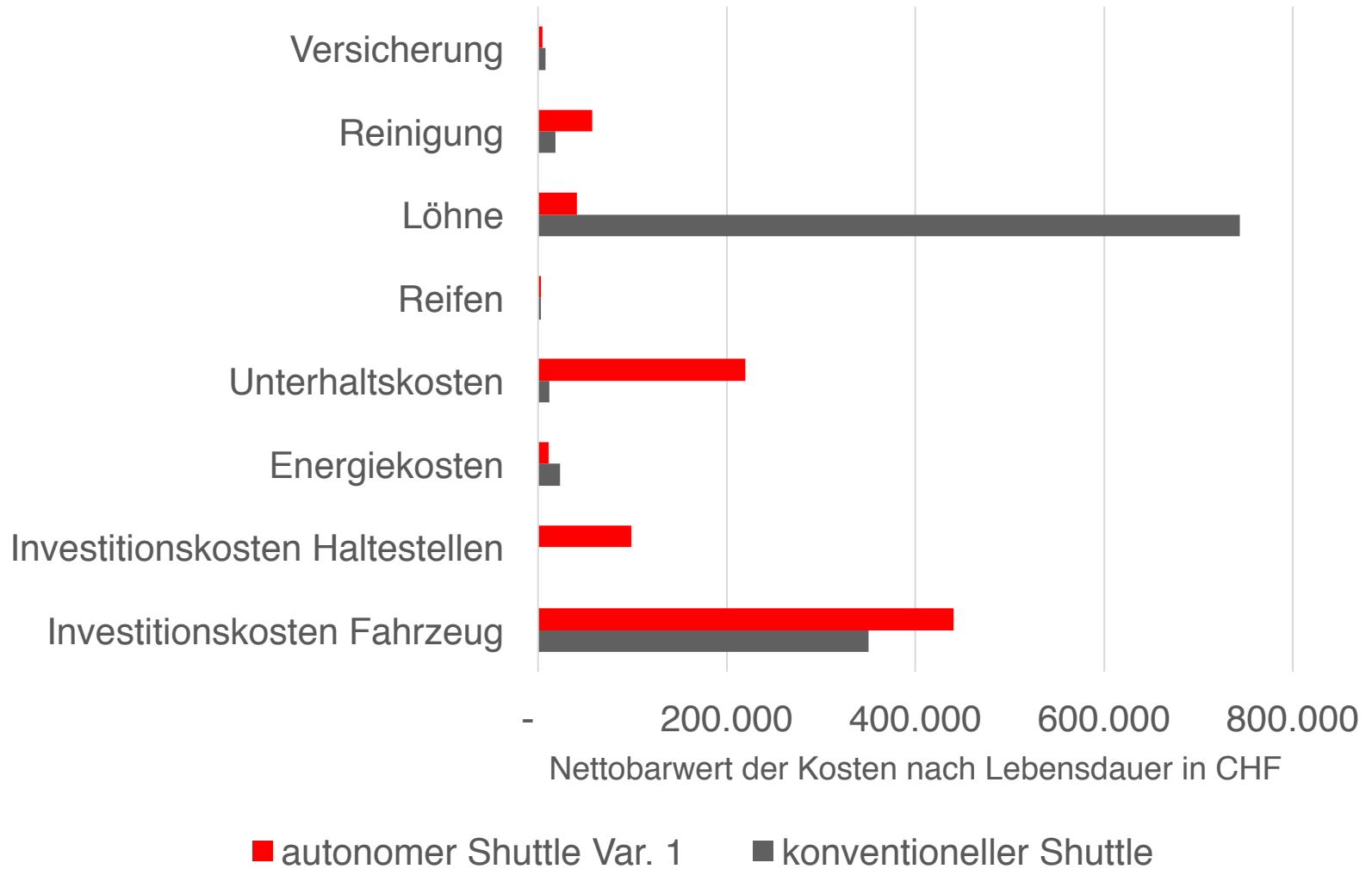
Resultat der Kosten-Nutzen-Analyse

Vergleich Masoala-Express (8 Jahre) mit autonomen Varianten (5 Jahre)				
Best Estimated Case				
Indikator	Variante 2		Variante 3	
	Je Barwert in CHF		Je Barwert in CHF	
	Kosten	Nutzen	Kosten	Nutzen
Investitionskosten Fahrzeug	660'000		1'100'000	
Investitionskosten Haltestellen	185'000		30'000	
Energiekosten	15'705		41'957	
Unterhaltskosten	329'946		549'910	
Reifen	3'324		8'880	
Löhne	41'118		41'118	
Reinigung	54'942		91'570	
Versicherung	4'499		7'499	
Tickets		923'106		-
zus. Tickets Attraktion		69'554		-
zus. Tickets verbessertes Angebot		260'808		-
Erhöhung Eintritt		-		1'749'715
Restwert Fahrzeuge	-98'968		-164'946	
Total	1'195'567	1'253'467	1'705'988	1'749'715
Nettobarwert		57'901		43'727
Nutzen-Kosten-Verhältnis		1.05		1.03

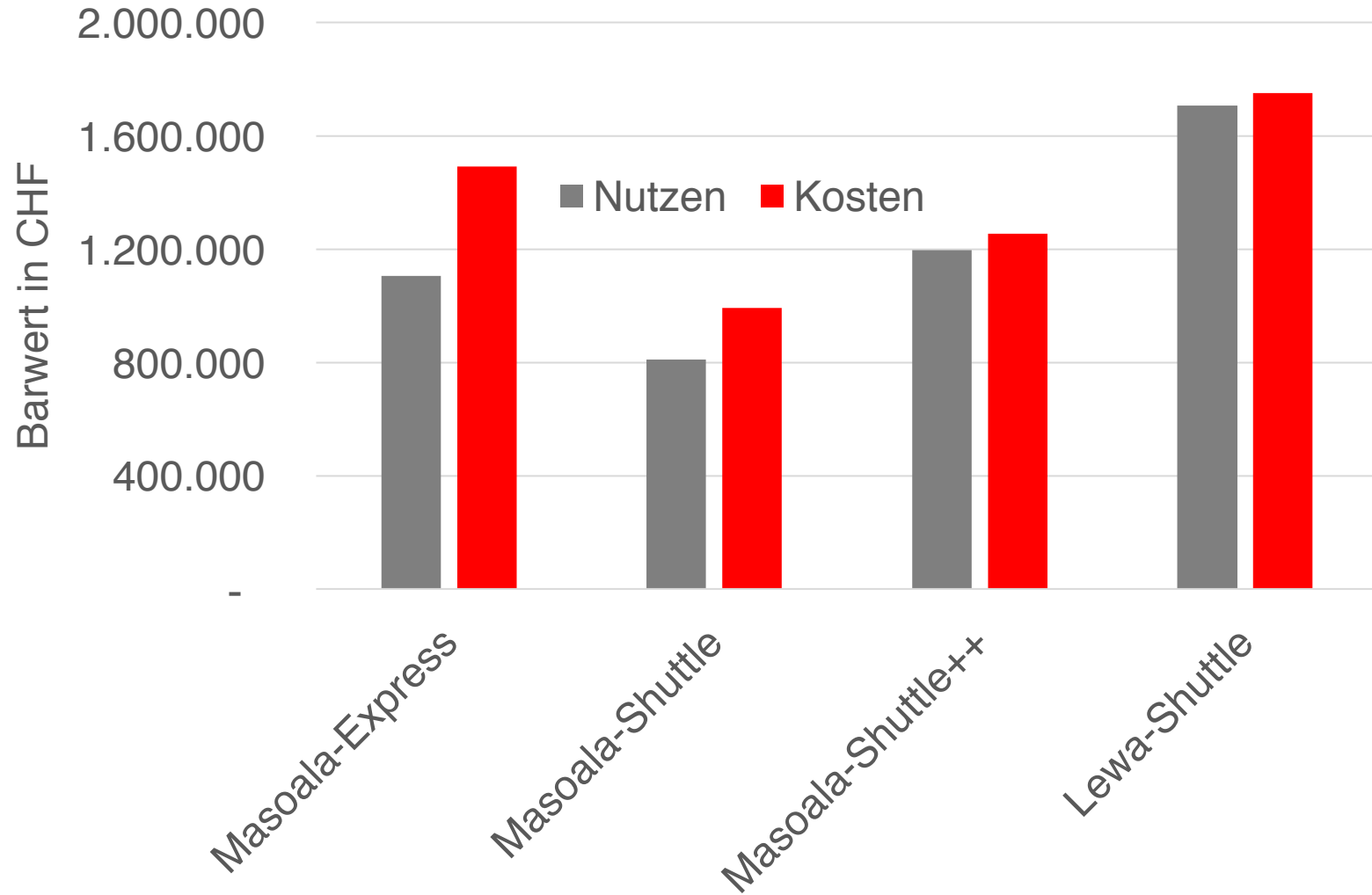
Nutzen-Kosten-Verhältnis

Nutzen-Kosten-Verhältnis	
Aktueller Shuttle	1.35
Variante 1	1.23
Variante 2	1.05
Variante 3	1.03

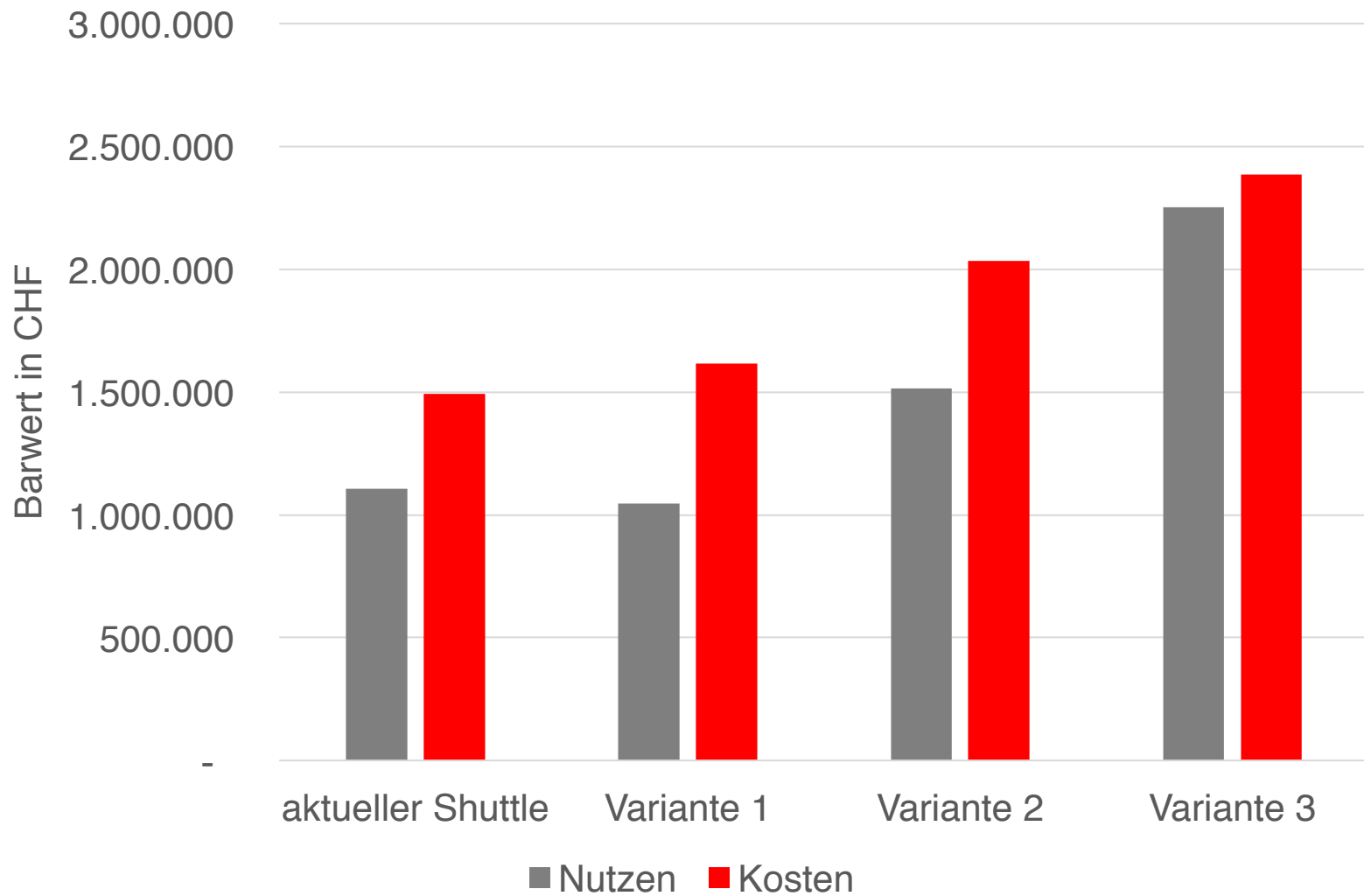
Vergleich Kosten konventioneller und autonomer Shuttle



Vergleich der verschiedenen Varianten



Vergleich bei 8 Jahre angenommener Lebensdauer



Diskussion des Business Case

- Annahmen:
 - Ist der Wert für die Unterhaltskosten zu hoch?
 - Wurde die Lebensdauer unterschätzt?
 - Wurde der Werbeeffect unterschätzt?

→ Annahmen wurden konservativ geschätzt
- Sicherheitsproblematik: Ist der Betrieb von autonomen Fahrzeugen schon sicher?
- Betriebsproblematik: Kann ein einwandfreier Betrieb schon sichergestellt werden?

Empfehlung an den Zoo Zürich

- Investition lohnt sich heute nicht
 - Unterhaltskosten zu hoch
 - Erwartete Lebensdauer zu kurz
 - Sicherheitsfragen ungeklärt
 - Technisches Risiko einer neuen Technologie zu hoch
 - In Zukunft jedoch eine prüfenswerte Alternative, wenn...
 - Die Fahrzeuge serienmässig hergestellt werden
 - Auf anderen Campus bereits Erfahrungen gesammelt wurden
- Variante 3 wird empfohlen