

Variantenanalyse Stadtbahn Krems

Verbindung der wichtigsten Verkehrsknotenpunkte in Krems

Endpräsentation 12.01.2021

Sommer- und Wintersemester 2020/21

Thomas Gerstenmayer

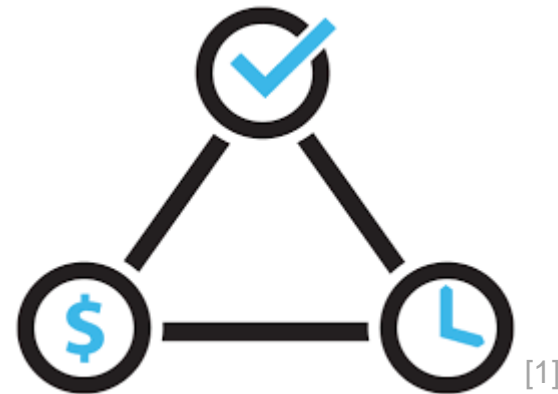
Mathias Schwarzingger

Markus Diem

Hakan Kadam

Michael Kuntner

Lukas Schmiedl



Interdisziplinäres Projekt 2020/21

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 *Einführung*

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 *Projektergebnisse*

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 *Einführung*

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 *Projektergebnisse*

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

Projektbeschreibung

Projektbeschreibung

Ausgangslage: Projekt wurde von der Stadt Krems eingereicht

Aufgabenstellung: Entwicklung eines Konzepts einer Stadtbahn in Krems zur Verbindung der wichtigsten Verkehrsknotenpunkte

Rolle des Projektteams: Das Projekt wird in der Sichtweise der Baudirektion Krems erarbeitet. Der Auftraggeber des Projekts ist die Stadt Krems

Bedürfnisse der Stadt Krems

Erarbeitung eines Konzepts mit verschiedenen, realistischen Umsetzungsvarianten einer Kremser Stadtbahn (Variantenanalyse).

In einer Kickoff-Veranstaltung mit dem Projekt-Auftraggeber hat man sich auf folgende Varianten geeinigt:

Antriebstechnologie	2h-Takt	1h-Takt	1/2h-Takt
Diesel			
Elektro + Oberleitung			
Akku-Hybrid			
Wasserstoff			

Projektziele

- Darstellung und Vergleich verschiedener Ausführungsvarianten für die Stadtbahn in Krems
- Konzept für die Errichtung vorgegebener Haltestellen
- Ausschließliche Nutzung bestehender Infrastruktur (Ausnahme: Errichtung/Adaptierung der Haltestellen)
- Potenzialanalyse über das Fahrgastaufkommen für die Stadtbahn
- Entwicklung eines Fahrplan- und Betriebskonzepts und Fahrzeuganforderungen
- Erarbeitung von Marketingstrategien inklusive eines Tarifsystems
- Durchführung einer wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung + LCC- und LCA-Betrachtungen

Projekt-Nichtziele

- Neubau bzw. Neu-Trassierung
- Neubau bestehender Haltestellen und Bahnhöfe
- Detailkalkulationen
- Veränderung des bestehenden Zugangebotes im Raum Krems

Aufgabenstellung und Schwerpunkte

Bautechnik



Betrieb



Systemtechnik

2 aus 3 der obigen Säulen

(z.B. Betrieb und Systemtechnik oder Bautechnik und Betrieb)
sowie zwingend folgende Managementthemen:



Rechtsgrundlagen



Wirtschaft; Umwelt



Markt und Kunde



Arbeits- und Teamtechniken



Im Projekt „Variantenanalyse Stadtbahn Krems“ wurde die Kombination der Säulen „Bautechnik“ mit „Betrieb“ gewählt (siehe Markierung)

Zusätzlich wurde die Variante wirtschaftliche Berechnung mit anschließender Kosten-Nutzen-Bewertung gewählt (AP Wirtschaftlichkeit), weshalb der Teil *Businessplan* entfällt

Projektbegrenzung

Der **Fokus** bei der Variantendarstellung im Projekt liegt auf folgenden Aspekten:

- Wahl der Traktionsart
- Wahl der Taktichte (Betriebsprogramm)



Kostenfaktor	berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
<i>Technologiespezifische Kosten</i>		
Anschaffungskosten Fahrzeuge	x	
Traktionsenergie	x	
Tankfahrten	x	
Instandhaltung je Fahrzeugteil	x	
Austausch Energiespeicher Fahrzeug	x	
Ladung des Energiespeichers Fahrzeug	x	
Austausch Brennstoffzelle	x	
<i>Taktbezogene Kosten</i>		
Wege- und Stationsentgelt	x	
Fahrpersonal	x	
<i>Abgrenzung</i>		
Verschub und Remisendienst		x
Wagenmeister		x
Betriebsplanung und Disposition		x
Errichtung Werkstätten-Infrastruktur Fahrzeuge		x
Zugbegleitpersonal		x
Fahrzeugreinigung (Außen und Innen)		x
Vertrieb (Systeme, Automaten, Personenkassen)		x
Marketingkosten		x
Afa Fahrzeuge		x
Kapitalrendite		x

Projektstruktur

Projektmanagement
Gerstenmayer,
Schwarzinger

A

- Projektstart
- Projektkoordination & -controlling
- Projektabschluss

Auftraggeber
Stadt Krens

Projektmanager
Schwarzinger

Projektleiter
Gerstenmayer

PLA
Grossberger, Russ,
Michelberger,

Ausgangslage / Zielnetz
Schmiedl

B

- Bestandsaufnahme (IST-Zustand)
- Ziele und Anforderungen der Stadtentwicklung (SOLL-Zustand)

Bedarfsanalyse
Kadam

C

- Durchführung einer Bestandsanalyse
- Analyse der Verkehrsströme
- Feststellung des Fahrgastbedarf für Ausführungsplanung

Marketing
Kadam

D

- Ermittlung der Kundengruppen und deren Reisezweck
- Kundenangebot für Verkehrsleistungen
- Strategische Empfehlungen

Recht

E

- Gerstenmayer
- Erläuterung der rechtlichen Ausgangslage
 - Darlegung der erforderlichen Verfahren im Genehmigungsprozess

Variantendarstellung
Diem

F

- Bündelung Inhalte aus den Arbeitspaketen Bau, Betrieb und Fahrzeuge
- Darstellung von Verschiedenen Varianten

Wirtschaftlichkeit
Schmiedl,
Gerstenmayer

G

- Vergleich von verschiedenen Varianten
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- LCC, LCA Berechnungen

Die Leistungsfortschrittsmessung innerhalb der Arbeitspakete erfolgt anhand der abgeschlossenen AP-Ziele.

Bau

Schwarzinger,
Kuntner

H

- Streckenplanung der Stadtbahn in Krens
- Möglichst Nutzung bestehender Infrastruktur
- Erhebung der Kosten

Betrieb

Kuntner, Diem

I

- Entwicklung eines Fahrplan- und Betriebskonzept
- Einbindung in Fahrplan 2027+
- Ermittlung des Fahrzeugbedarfs

Fahrzeuge

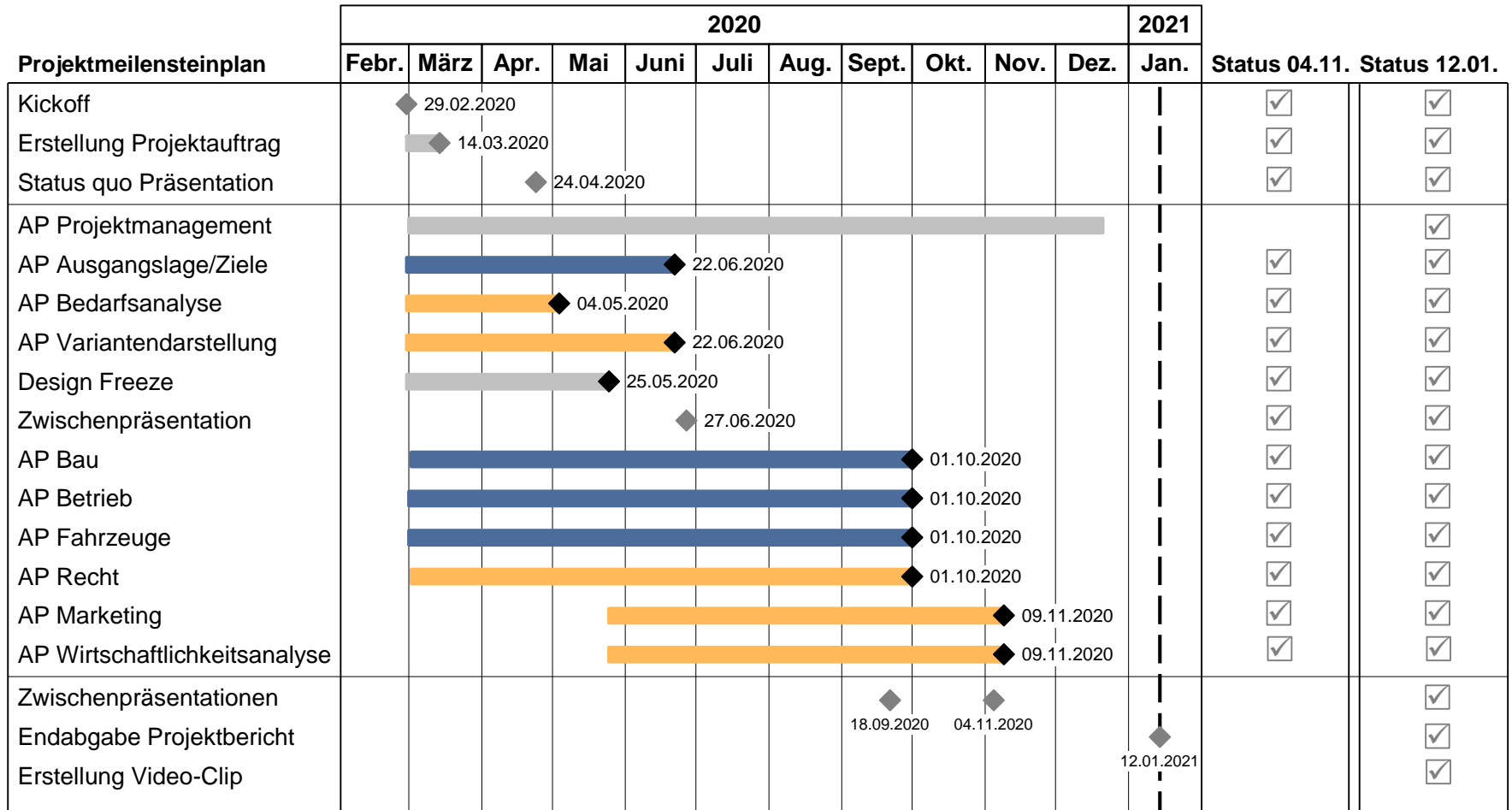
Diem,
Gerstenmayer

J

- Ermittlung von Anforderungen an die Fahrzeuge
- Fahrzeugstrategie: Auslegung, Kapazität, Geschwindigkeit, Antriebstechnologien

PLA = Projektlenkungs-Ausschuss

Projektzeitplan



 *Technischer Teil*

 *Wirtschaftlicher Teil*

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 Einführung

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 *Projektergebnisse*

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

Übersicht Stadtbahn

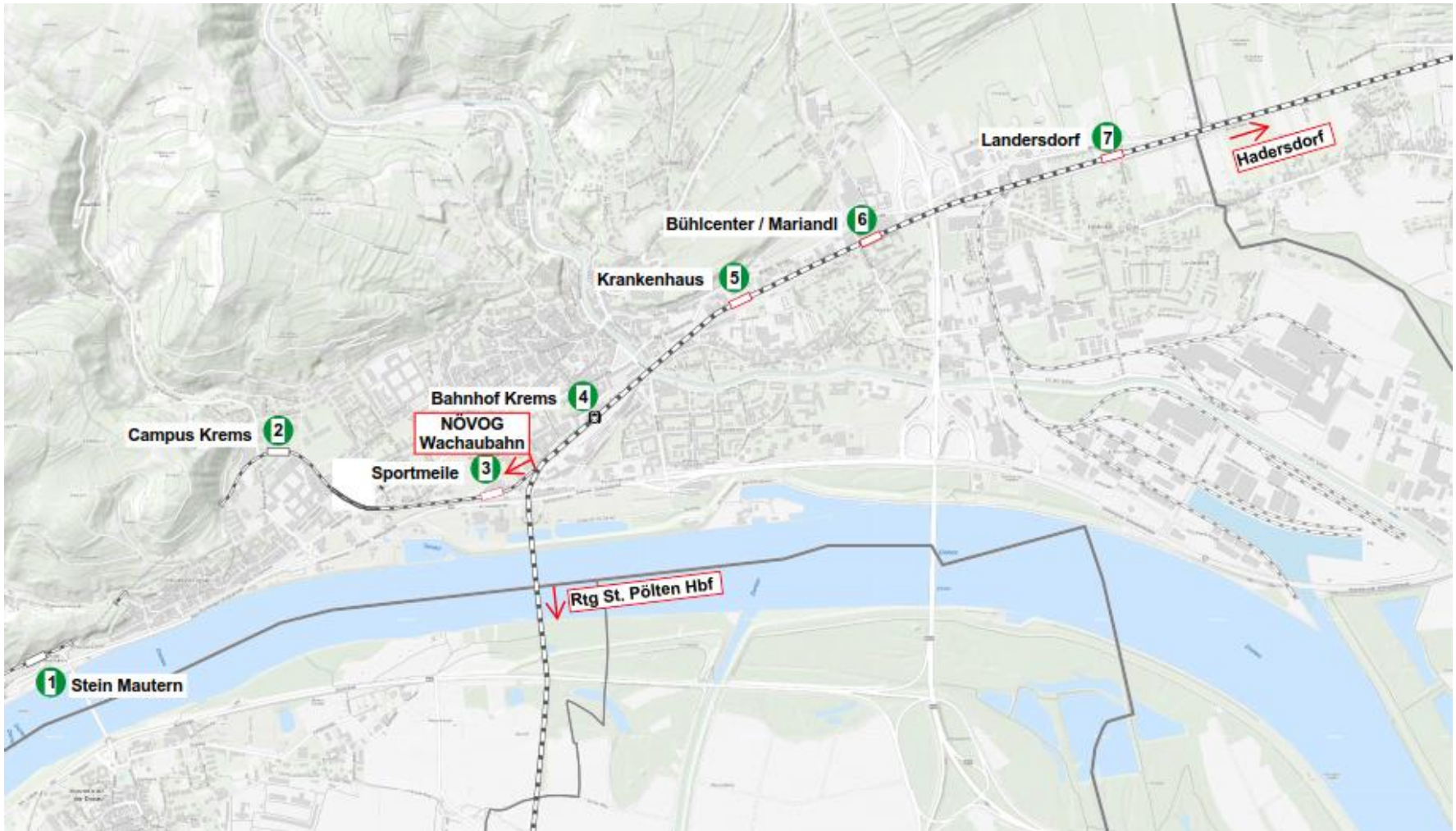


Abbildung erstellt durch die Autoren

Bestandsanalyse – Status quo

Arbeitspaket B Bestandsanalyse

Aufgabenstellung

- Entwicklung von Anforderungen an die Stadtbahn auf Basis der Zielsetzungen der Kremser Stadtentwicklung

Ziele

- Darlegung der verkehrspolitischen Ziele der Stadt Krets
- Ermittlung des derzeitigen Verkehrsangebotes der Stadt Krets
- Eruierung von aktuellen Schwachstellen und Optimierungsmöglichkeiten im Verkehrssektor der Stadt Krets
- Beurteilung des IST-Zustandes der bestehenden Infrastruktur der Stadtbahn

- Das Angebot des ÖPNV innerhalb der Stadt Krets beschränkt sich derzeit auf einen Stadtbusbetrieb. Zusätzlich gibt es noch ein Anrufsammeltaxi.
- Es kommt daher zu einem hohen Aufkommen im Individualverkehr.
- Die Züge am Netz der ÖBB verkehren täglich
- Auf der Wachaubahn werden Züge ab dem Bahnhof Krets Richtung Stein Mautern geführt, allerdings nur saisonal.
- Das bestehende Busangebot soll bis 2030 verdoppelt werden und um eine Stadtbahn ergänzt werden
→ Anpassung des Busbetrieb an die Stadtbahn geplant
- Aufgrund der bestehenden Infrastruktur sind günstige Voraussetzungen für die Implementierung einer Stadtbahn gegeben.

Analyse der bestehenden Infrastruktur:

- Streckenabschnitt Landersdorf – Krems an der Donau: **Infrastrukturbetreiber ÖBB Infrastruktur AG**
 - Spurweite: 1455mm
 - Länge: ca. 4km
 - durchgängig elektrifiziert
 - Streckenklasse D4
 - Zugsicherung: PZB (Punktförmige Zugbeeinflussung)

- Streckenabschnitt Krems an der Donau – Stein Mautern: **Infrastrukturbetreiber NÖVOG mbh**
 - Spurweite: 1455mm
 - Länge: ca. 3km
 - Nicht elektrifiziert
 - Streckenklasse C4
 - Zuggleitbetrieb

Arbeitspaket C Bedarfsanalyse

Aufgabenstellung

- Durchführung einer Bedarfs- und Potenzialanalyse für die Stadtregion Krems

Ziele

- Quantifizierung der zu erwartenden Nachfrage
 - Ableitung der erforderlichen Beförderungskapazität
 - Schaffung einer Datengrundlage für die Dimensionierung der Infrastruktur-Maßnahmen
 - Haltestellen
 - Ausstattung der Haltestellen

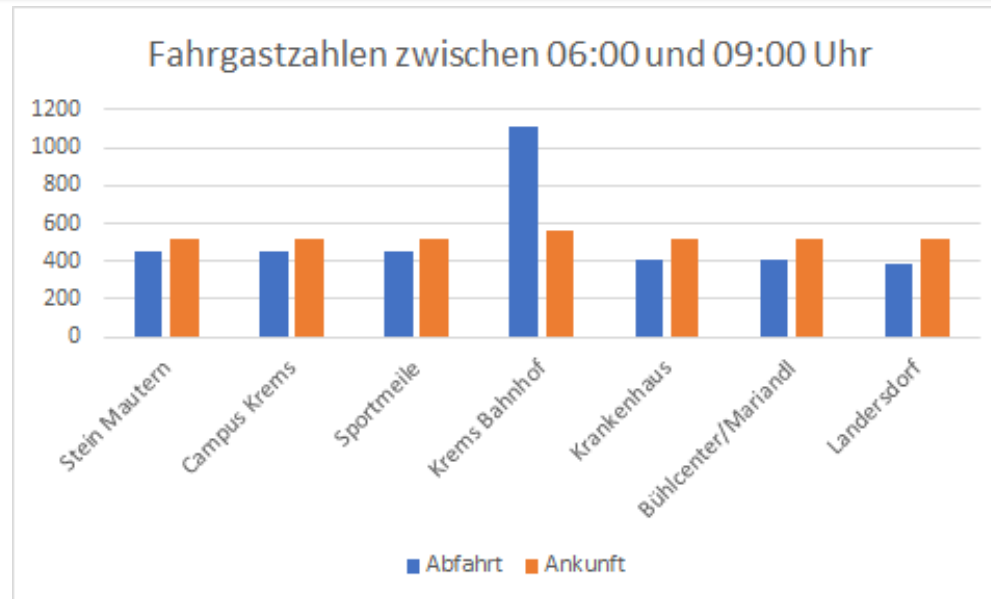
Methodik bei der Bedarfsanalyse

Analyse mehrerer Datenquellen, u.a.:

- Zentrum für Verwaltungsforschung (Mobilitätsdaten, Pendlerströme)
- WKO Statistik (Pendlerstatistik nach Bezirken)
- Mobilität in NÖ - Ergebnisse der landesweiten Mobilitätserhebung 2018 (Verkehrsmittelanteil, Wegzweck)
- **Analyse der Pendlerströme, z.B.:**
 - Meistfrequentierte Strecken
 - Genutzte Verkehrsmittel
- **Auswertung der Daten in Excel**
- Treffen von **Annahmen** zur Abschätzung einer realitätsnahen erforderlichen Beförderungskapazität

Ergebnis Bedarfsanalyse

- Das tägliche Verkehrsaufkommen erreicht zwischen 06:00 und 09:00 Uhr den Maximalwert.
- Im Mittagsverkehr zwischen 10:00 und 13:00 Uhr und am Nachmittag ab 16:00 Uhr steigt das Verkehrsaufkommen wieder, das Tageshoch wird jedoch nicht erreicht.
- Daher werden zur Ermittlung der erforderlichen Beförderungskapazität die Fahrgastzahlen im Morgenverkehr betrachtet.
- Diese Zahlen dienen als Grundlage für die weiteren Berechnungen für Bau und Betrieb sowie für die Auswahl der Fahrzeuge.



A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 Einführung

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 technischer Teil

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 wirtschaftlicher Teil

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 Projektergebnisse

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

Arbeitspaket H Bau

Aufgabenstellung

- Streckenplanung der Stadtbahn
- Bestandsaufnahme und Adaptierung der bestehenden Infrastruktur
- Kostenermittlung der erforderlichen Baumaßnahmen

Ziele

- Bestandsaufnahme der bestehenden Infrastruktur
- Streckenplanung der Stadtbahn nach Stand der Technik
- Abbildung der erforderlichen Maßnahmen
- Kostenschätzung
- Miteinbeziehung der Kundenbereiche

Dimensionierung der Infrastruktur

- Breite der Bahnsteige – 3,70m – 4,00m – je nach prognostiziertem Fahrgastaufkommen
- Regelbahnsteighöhe - 0,55m über Schienenoberkante
- Haltestellenlänge - mindestens 80m
- Verkehrsstationsplanungen für
 - Stein Mautern – Bahnhof (Bestand)
 - Campus- Krems (Bestand) - kleine Adaptierungen
 - Sportmeile
 - Bahnhof Krems (Bestand)
 - Krankenhaus
 - Bühlcenter
 - Landersdorf – Bahnhof
- Herstellung von Park&Ride und Bike&Ride Anlagen
- Einbindungen bestehender Unterführungen / Überführungen

Bau - Ausstattung der Stadtbahn-Stationen

Stationen	Bahnsteigbreite [m]	Beleuchtung	Ausstattung	B+R	P+R	Eigentümer
Stein Mautern	4,0	ja	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	ja	NÖVOG
Campus Krems	4,0	Bestand	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	nein	NÖVOG
Sportmeile	4,0	ja	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	nein	Stadtbahn
Bahnhof Krems	Bestand	Bestand	Bestand	Bestand	Bestand	ÖBB-Infrastruktur
Krankenhaus	3,8	ja	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	nein	Stadtbahn
Bühlcenter/ Mariandl	3,8	ja	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	nein	Stadtbahn
Landersdorf	3,7	ja	Vitrinen und Sitzgelegenheiten	ja	ja	Stadtbahn
Summe Kosten in €	825 000	70 000	150 000	155 000	750 000	Summe: ~1 950 000€

Spezifische Errichtungskosten In Landersdorf: ~1 100 000€

(Stumpfgleis, Weiche, Sicherungstechnik, Bau- und Baunebenkosten)

Die Kosten für die Errichtung der Stadtbahn-Stationen belaufen sich auf rund 3 Mio.€

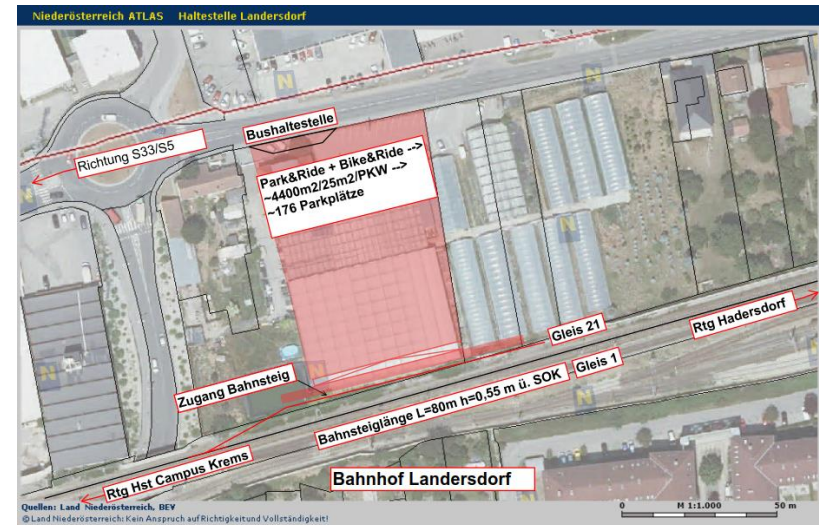
- Die Dimensionierung der Haltestellen basiert auf dem Ergebnis der Bedarfsanalyse
- Beim Errichtungskonzept wurde eine Mindest-Ausstattung gewählt

Bau – Planung ausgewählter Stationen

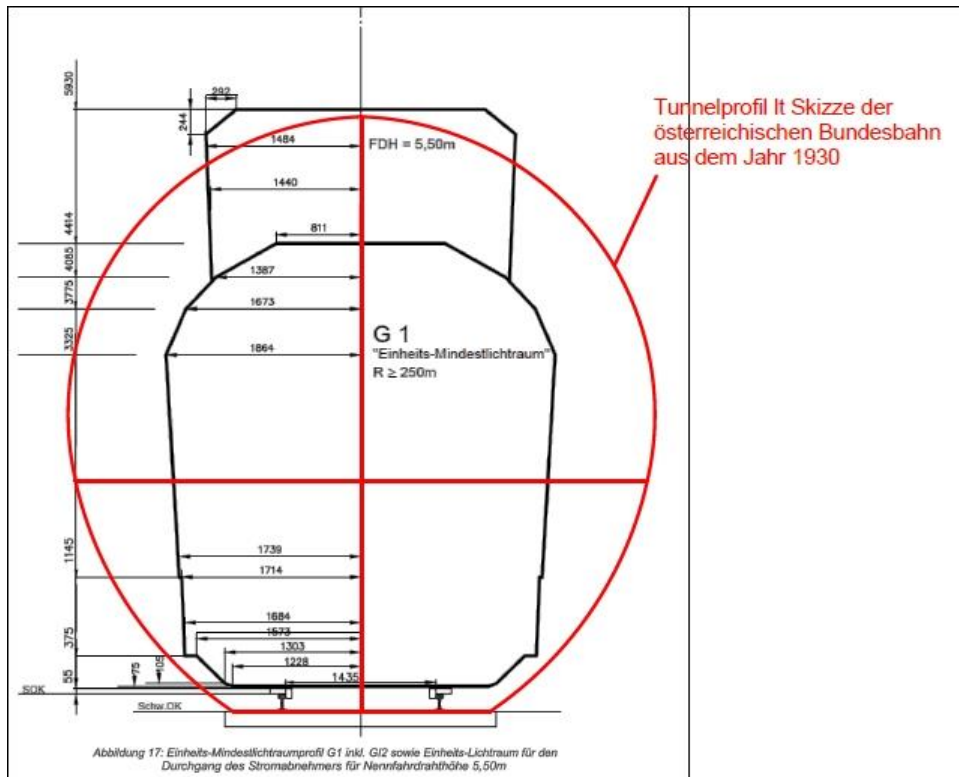
Haltestelle „Sportmeile“



Haltestelle Landersdorf



Bau – Planung einer Elektrifizierung



Fazit

- Die Tunnel entlang der Stadtbahn sind für den Einheits-Mindestlichtraum G1 nicht ausgelegt.
- Bei einer Elektrifizierung (Kettenwerk, Stromschiene) ist durch die örtlichen Gegebenheiten von einem höheren Aufwand (Mehrkosten) bei der Errichtung auszugehen
- Im Falle einer Umsetzung der Variante Elektrofahrzeuge und Elektrifizierung, wird eine Detail-Prüfung über die Machbarkeit einer Streckenelektrifizierung empfohlen

Arbeitspaket I Betrieb

Aufgabenstellung

- Entwicklung eines Fahrplan- und Betriebskonzepts
- Einbindung in den zukünftigen Fahrplan unter Beachtung der Zugfolge- und Mindestübergangszeiten
- Schaffung eines Fahrplans, der im Knotenpunkt Bahnhof Krems auf Basis der Verkehrsdienstevertrag-Vorankündigung (2027+) optimale Anschlüsse in alle Richtungen gewährleistet
- Ausarbeitung verschiedener Takt-Varianten

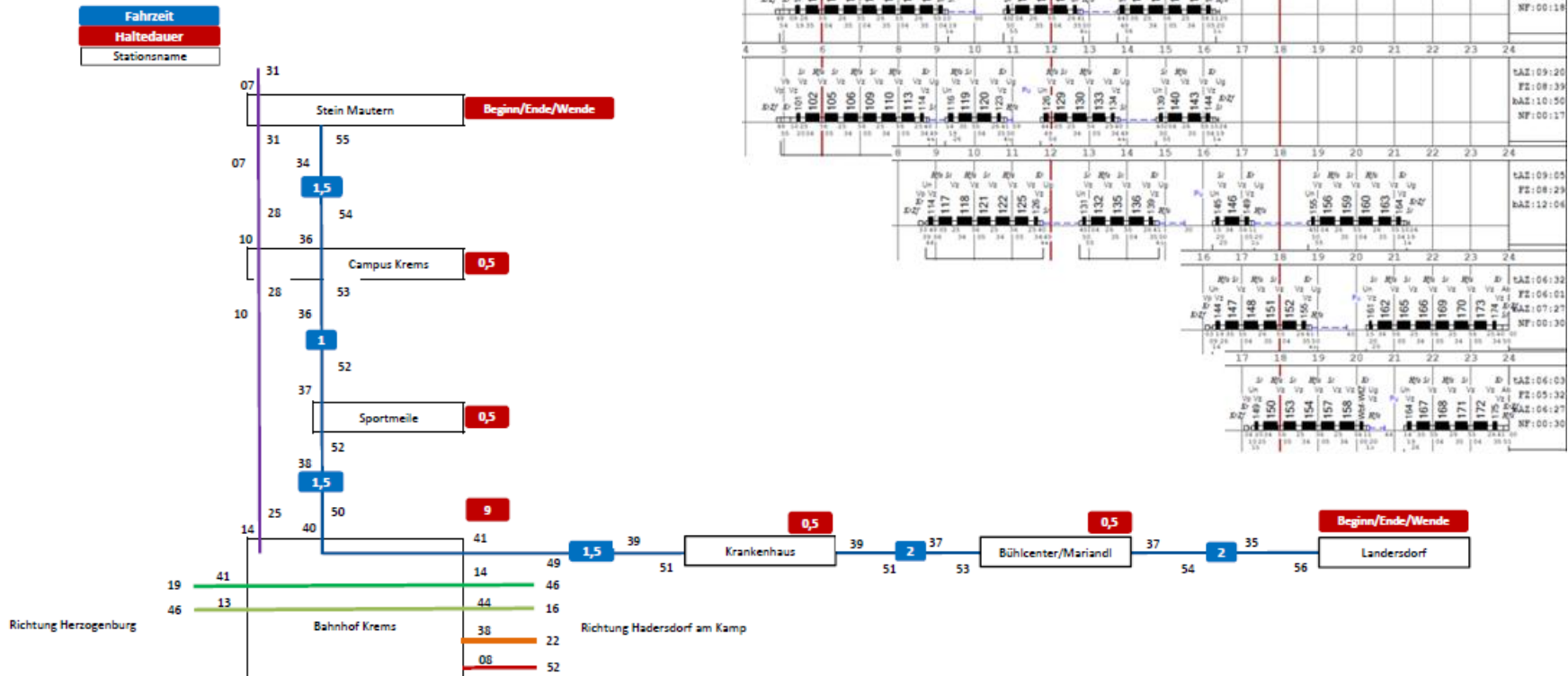
Ziele

- Erstellung des Betriebskonzepts
- Ermittlung des Fahrzeugbedarfs
- Ermittlung des Fahrpersonalbedarfs



Ergebnis Arbeitspaket Betrieb

- Linientaktkarte als Basis für die Gestaltung des Betriebskonzeptes (inkl. Netzwirkung)
- Fahrpläne für die Takt-Varianten 2h-, 1h- und 1/2h- Takt entworfen
- Umlaufpläne und Erhebung des Fahrzeugbedarfs sowie des Fahrpersonalbedarfs für 2h-, 1h- und 1/2h- Takt-Varianten erstellt



Arbeitspaket J Fahrzeuge

Aufgabenstellung

- Ausarbeitung einer Fahrzeugstrategie für die Stadtbahn-Verkehre

Ziele

- Festlegung von Anforderungen an die Fahrzeuge
- Ermittlung der erforderlichen Fahrzeugkapazität
- Beschreibung der Antriebstechnologien
- Angabe wesentlicher Leistungsdaten der Antriebstechnologien

Erforderliche Fahrgastkapazität

- Höchst frequentierte Station ist der Bahnhof Krems
- 1.111 Personen nutzen den Zug von 06:20 bis 09:20 Uhr (im Szenario 1/2h-Takt gemäß den Ergebnissen des AP Bedarfsanalyse)

Fahrzeugkapazität		
Personen/Tag im Bhf Krems	1111	100%
Abfahrtszeit im Bhf Krems Richtung Landersdorf	Personen	Anteil in %
06:20	144	13%
06:50	155	14%
07:20	200	18%
07:50	167	15%
08:20	167	15%
08:50	144	13%
09:20	134	12%

→ Empfehlung: Sitzplatz-Kapazität von 200 Personen

Systemtechnische Anforderungen

- Teileelektrifizierter Streckenverlauf: Investition in eine Voll-Elektrifizierung oder in fahrdrahtunabhängige Fahrzeugtechnologie
- maximale Achslast der Fahrzeuge von 20 Tonnen (Streckenklasse C4)
- Maximale Fahrzeuglänge: 80m (entspricht kürzester Bahnsteiglänge)

Marktanforderungen

- Komfort: Klimaanlage im Innenraum, WLAN, Leseleuchten und Steckdosen
- Einstiege: Barrierefreie Einstiege auf 600 mm über SOK durch Schiebetritte zur Spaltüberbrückung
- Fahrzeug-Layout: Mehrzweckflächen für Rollstühle, Kinderwägen, Fahrräder

Sicherheitsanforderungen

- Interoperabilitätsrichtlinie mit den 6 grundlegenden Anforderungen: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, Gesundheit, Umweltschutz, Technische Kompatibilität, Zugänglichkeit
- Verbindliche Vorschriften: Technische Spezifikationen für Interoperabilität (TSI)
- In den TSI angeführte Normen

Arbeitspaket E Recht

Aufgabenstellung

- Erläuterung der rechtlichen Ausgangslage
- Darlegung der erforderlichen Verfahren im Genehmigungsprozess

Ziele

- Rechtliche Einordnung der Stadtbahn
- Nennung der Rechtsgrundlagen für die baulichen Maßnahmen
- Schaffung von Klarheit über die zu erledigenden Verfahren für die Umsetzung des Projekts
- Darlegung von Behördenverantwortungen
- Beschreibung der Vorgehensweise für die Vergabe der Stadtbahn Verkehrsleistungen

Rechtliche Ausgangslage:

- Streckenabschnitt Krems Hbf – Stein-Mautern
- 2010 Übernahme der Nebenbahn durch NÖVOG und Einstellung des Betriebs mittels Bescheid des Landeshauptmanns gem. §28 EisbG
- 2011 Genehmigung der Bezirkshauptmannschaft eines beschränkt öffentlichen Verkehrs gem. §17 EisbG auf der Anschlussbahn

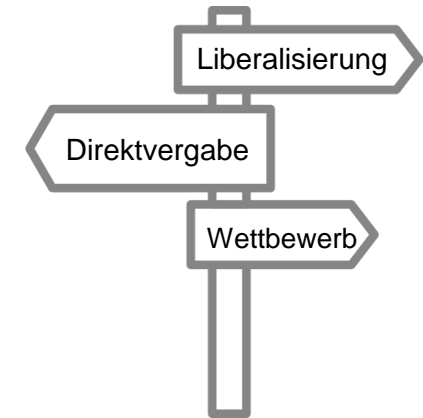
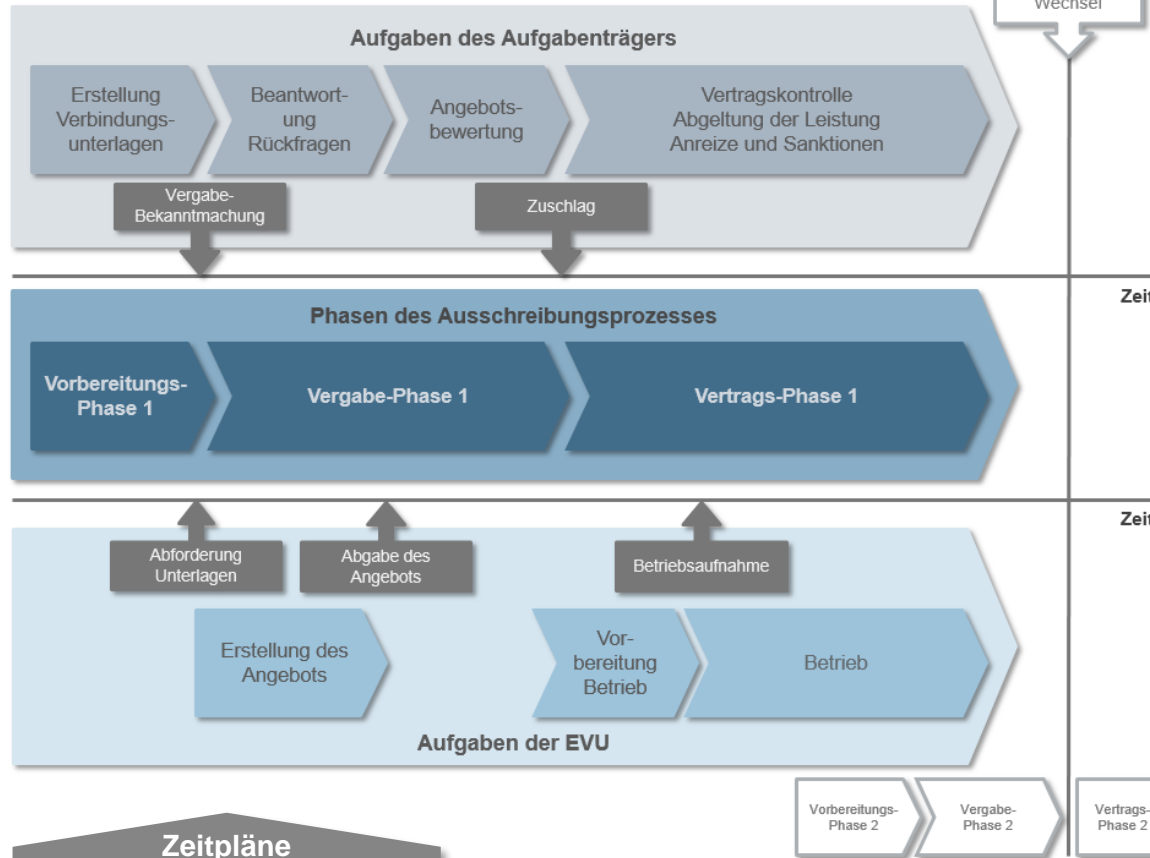
Erforderliche Genehmigungsverfahren:

- Eisenbahnanlagen: §31 und §34
- Fahrzeuge: §32 + §34

Erfordernis für Stadtbahnverkehre:

- Konzession für den Betrieb von Haupt- und vernetzten Nebenbahnen gem. §14 EisbG

Umsetzung des Projekts



Abbildungen erstellt durch die Autoren

Zeitpläne

Im Projekt wurden neben den Akteuren im Eisenbahnsektor die Erfordernisse für die Umsetzung des Projekts dargelegt

Vertragsformen

	Bruttovertrag	Nettovertrag	Anreizvertrag
Einnahmen des Betreibers	Fixer Betrag	Fixer Betrag + Fahrgelderlöse	Fixer Betrag (bei Netto)
Fahrgelderlösrisiko trägt	Aufgabenträger	Betreiber	Aufgabenträger (Betreiber)
Kostenrisiko trägt	Betreiber	Betreiber	Betreiber
Kundenorientierung des Betreibers	Nein	Ja (abhängig vom Anteil der Fahrgelderlöse)	Abhängig vom Bonus-Malus-System

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 Einführung

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 technischer Teil

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 wirtschaftlicher Teil

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 Projektergebnisse

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

Arbeitspaket D Marketing

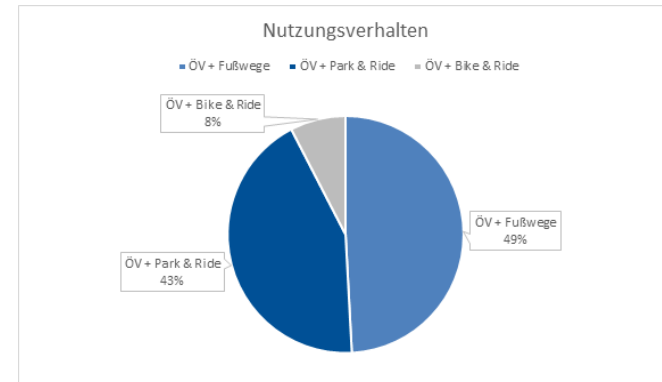
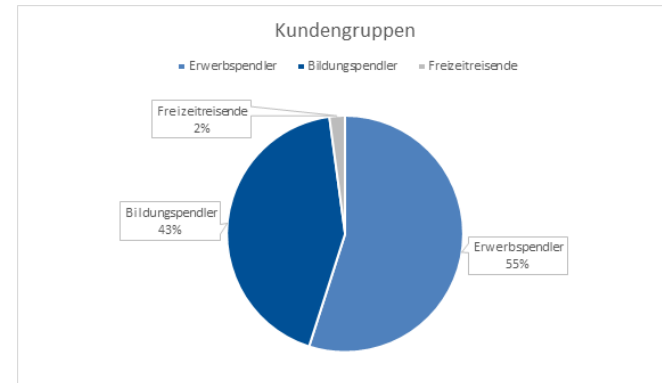
Aufgabenstellung

- Marktanalyse
- Überlegungen zu Tarifsystem und Vertriebskanal
- Beschreibung und SWOT-Analyse der Stadtbahn

Ziele

- Ermittlung von:
 - Kundengruppen
 - Analyse des Nutzungsverhaltens
 - Schlüsselpartner
 - Schlüsselressourcen
- Empfehlung für die Entwicklung einer Marketingstrategie für den öffentlichen Stadtbahn-Verkehr in Krems

Auf Basis der Ergebnisse der Bedarfsanalyse wurden die Kundengruppen und deren Nutzungsverhalten als Input für das AP Marketing abgeleitet:



Erwartete Kunden pro Werktag: ~7300

Marketing – Canvas-Modell (1/2)

■ Preisgestaltung und Distribution

- VOR-Tarifsystem (Einzeltickets, Tages-, Wochen- und Monatskarten)
- Nutzung der VOR-Distributionskanäle
- Nutzung der Verkaufskanäle des Stadtbusses
- Zusätzliche Möglichkeit von Ticketautomaten an Haltestellen und Verkehrsmitteln

■ Einnahmequellen

- Ticketverkäufe
- Werbeflächen
 - z.B. Stationen, Fahrzeuge
- Vermietung von Flächen
- Kooperationen

■ Werbekanäle

- Online:
 - Social Media, Google Ads, YouTube, krems.at
- Klassisch:
 - Werbeflächen, Flyer
 - Verkaufs-/ Infostände

Marketing – Canvas-Modell (2/2)

▪ Schlüsselpartner

- Land Niederösterreich
- Verkehrsverbund Ost-Region
- EIU, EVU
- Kapitalgeber
- Stadt Krems

▪ Schlüsselressourcen

- Moderne umweltfreundliche Flotte
- Zeitgerechte Ausführung von Haltestellen
- Motivierte und engagierte Mitarbeiter
- Moderne Webseite, Online-Präsenz
- Kapital
- Zuweisung von Fahrwegkapazität

▪ Schlüsselaktivitäten

- Finanzierung und Umsetzung des Projektes
- Entwicklung einer Marketingstrategie
- Werbekampagne
- Öffentlichkeitsarbeit

Auf Basis der Marktanalyse wurden Empfehlungen für eine Marketingstrategie abgeleitet.

Arbeitspaket F Variantendarstellung

Aufgabenstellung

- Bündelung der Inhalte aus den Arbeitspaketen Bau, Betrieb, Fahrzeuge
- Darstellung verschiedener Varianten

Projektziele

- Einholung von Informationen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Sicherstellung der Angaben von Kosten in Arbeitspaketen
- Aufteilung der Kosten in fixe und variable Kosten
- Erstellung der verschiedenen Varianten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Verwendete Quellen in den Kostenermittlungen:

- Literatur:
 - VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik (Hrsg.): Alternativen zu Dieseltriebzügen im SPNV - Einschätzung der systemischen Potenziale
 - Müller, Andre, u.a.: Wissenschaftliche Bewertung von alternativen, emissionsarmen Antriebskonzepten für den bayrischen SPNV
- Aus Referenzprojekten
- Erfahrungswerte und Kostenannahmen des Projektteams

Kostenaufbereitung für Wirtschaftlichkeitsberechnung:

- Aufteilung in fixe und variable Kosten
- Erstellung der verschiedenen Varianten (Diesel, Elektrozüge + Elektrifizierung, Batterie-Hybrid, Wasserstoff)

Variantendarstellung

Kostenblöcke	Diesel	Elektro + Elektrifizierung	Batterie-Hybrid	Wasserstoff
Errichtungskosten Stationen (Bahnsteige, Stumpfgleis, ...)	Baumaßnahmen (Fix-Kosten)	Baumaßnahmen (Fix-Kosten)	Baumaßnahmen (Fix-Kosten)	Baumaßnahmen (Fix-Kosten)
Instandhaltung (Hst. Stadtbahn)	IH-Kosten	IH-Kosten	IH-Kosten	IH-Kosten
Wegeentgelt (Hst. NÖVOG, ÖBB-Infra; 2h-, 1h- und 1/2h-Takt)	Wegeentgelt	Wegeentgelt	Wegeentgelt	Wegeentgelt
Kosten Fahrpersonal (2h-, 1h- und 1/2h-Takt)	Personalkosten	Personalkosten	Personalkosten	Personalkosten
Anschaffung von Fahrzeugen (2h-, 1h- und 1/2h-Takt)	Fahrzeugkosten	Fahrzeugkosten	Fahrzeugkosten	Fahrzeugkosten
Infrastrukturkosten Energie	Errichtungs- und Betriebskosten Diesel-Tankstelle,	Errichtung und Betriebskosten Oberleitung, Stromanschluss	Abschnittsweise Errichtungskosten- und Betriebskosten Oberleitung	Errichtungs- und Betriebskosten Wasserstoff-Tankstelle
Betriebskosten (2h-Takt, 1h-Takt und 1/2h-Takt)	Traktionsenergie (Tankfahrten), Fahrzeugrevision, IH je Fahrzeugteil	Traktionsenergie, Fahrzeugrevision, IH je Fahrzeugteil	Traktionsenergie, Fahrzeugrevision, IH je Fahrzeugteil	Traktionsenergie (Tankfahrten), Fahrzeugrevision, IH je Fahrzeugteil
Spezielle Betriebskosten			Austausch Batterie	Austausch Batterie, Austausch Brennstoffzelle

Variantenunabhängige fixe Kosten

Kostenfaktor	Kosten €	Einheit	Kostenart	Quelle
Errichtung Bahnsteige	824.010	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Errichtung Beleuchtung	70.000	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Errichtung Bahnsteigausstattung (Vitrinen, Bänke, ...)	150.000	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Errichtung B+R	151.200	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Errichtung Stumpfgleis Landersdorf	1.058.160	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Errichtung P+R	745.250	Einmalkosten	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁸
Instandhaltung Bahnsteige	12.000	€/Jahr	varianten-unabhängige Fixkosten	¹⁴⁹

Variantenabhängige variable Kosten

Variante Batterie-Hybrid-Triebzüge (beispielhaft)

Kostenfaktor	Kosten	Einheit	Kostenart	Quelle
Anschaffungskosten Fahrzeug	6.200.000	€/Fahrzeug/ 35 Jahre	variable Antrieb	¹⁶²
Traktionsenergie	0,3384	€/km	variable Takt	¹⁶³
Instandhaltung je Fahrzeugteil	0,850	€/km	variabel Takt	¹⁶²
Fahrzeugrevision	230.000	€/8 Jahre	variabel Antrieb	¹⁶²
Austausch Batterie	1.300	€/kWh/8 Jahre	variabel Antrieb	¹⁶²
Wege- und Stationsentgelt 2h-Takt	142.157	€/Jahr	variabel Takt	¹⁶⁴
Wege- und Stationsentgelt 1h-Takt	268.633	€/Jahr	variabel Takt	¹⁶⁴
Wege- und Stationsentgelt 1/2h-Takt	520.586	€/Jahr	variabel Takt	¹⁶⁴

Quellen

¹⁴⁸ und ¹⁴⁹ Kostenberechnung durch die Erfahrungswerte des Projektteams auf Preisbasis 2020.

¹⁶² Vgl. VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik (Hrsg.): Alternativen zu Dieseltriebzügen im SPNV - Einschätzung der systemischen Potenziale. Frankfurt am Main, 2019, S.60ff.

¹⁶³ Vgl. Müller, Andre, u.a.: Wissenschaftliche Bewertung von alternativen, emissionsarmen Antriebskonzepten für den bayrischen SPNV, Dresden, 2017, S. 27/47ff.

¹⁶⁴ Vgl. Berechnung der Autoren.

Arbeitspaket G Wirtschaftlichkeit

Aufgabenstellung

- Vergleich von verschiedenen Varianten
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Life-Cycle-Costs, Life-Cycle-Assessment Berechnungen

Ziele

- Analyse und Abbildung der Kosten der einzelnen Maßnahmen
- Berechnung der einzelnen Varianten
- Erstellung einer Gesamtkostenanalyse
- Interpretation der anfallenden Kosten aus Sicht des Kostenmanagements
- Berücksichtigung aller relevanten Kosten für die Projekt Szenarien

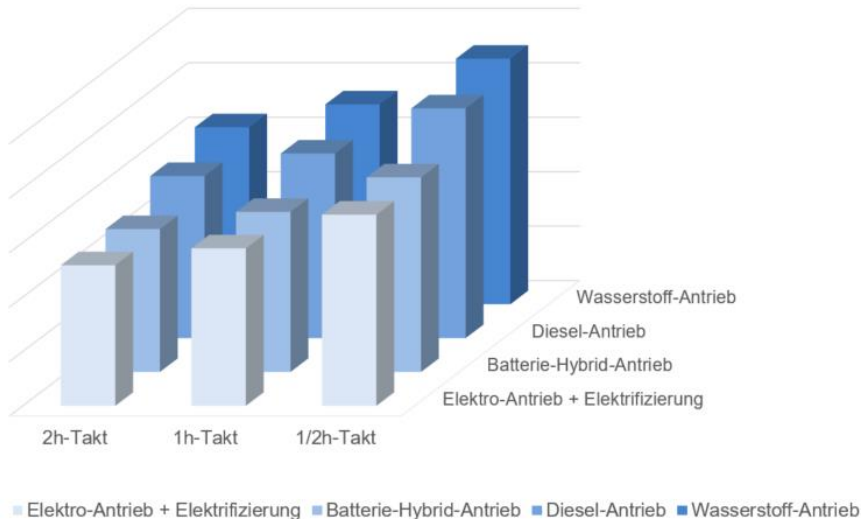
Vorgehen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung

- Berechnung nach festgelegten Rahmenbedingungen
- Die Kosten wurde in variantenunabhängige Fixkosten und variable Kosten der einzelnen Takt- und Fahrzeugvarianten unterteilt, bewertet.
- Bestimmung der lauleistungsabhängigen Kosten: nach Jahreslaufleistung der verschiedenen Taktvarianten aus Umlaufplan mit fahrleistungsabhängigen Kosten multipliziert
- Nutzwertanalyse für die Quantifizierung des Nutzens der Antriebsvarianten



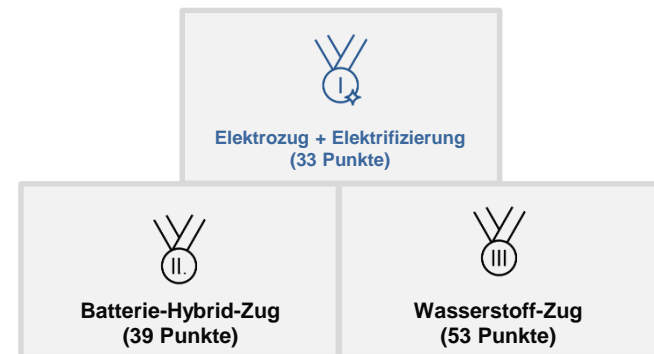
Wirtschaftlichkeit – Gegenüberstellung Kosten/Nutzen

Kosten der Varianten



Kostenvergleich der verschiedenen Ausführungsvarianten bestehend aus Fixkosten (variantenunabhängig) und variablen (variantenabhängig) Kosten

Nutzen der Varianten



Bewertung des Nutzens erfolgte anhand von Schulnoten für ausgewählten Kriterien. Somit entspricht die niedrigste Zahl der Variante mit dem höchsten Nutzen

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 *Einführung*

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 Projektergebnisse

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

- Die Nutzwertanalyse ergab, dass sich im Anwendungsfall in Krems durch Elektro- und Batteriezüge der größte Nutzen erzielen lässt
- Die Betrachtung im Stadt-Inneren (Landersdorf - Stein Mautern) erwies sich die Variante Elektrozüge + Elektrifizierung als vorteilhafteste Option mit dem besten Kosten/Nutzen-Verhältnis. Dem hohen Nutzen von Elektrofahrzeugen stehen jedoch hohe Errichtungskosten für die Oberleitungsinfrastruktur gegenüber.
- In den Tunneln entlang der Stadtbahn sind ungünstige örtliche Gegebenheiten vorzufinden, weshalb eine gesonderte Prüfung über die Machbarkeit einer Streckenelektrifizierung empfohlen wird.
- Beim Kostenvergleich der Varianten wurde lediglich ein Kostenansatz (Literatur) angewendet und es wurden keine Erschwerniskosten einer Elektrifizierung in den Tunneln berücksichtigt
- Mögliche zukünftige Verlängerungen der Stadtbahnverkehre Richtung Wachau sind für die Variante Elektrozüge + Elektrifizierung nachteilig
- Batteriezüge können ohne Investitionen in die Infrastruktur eingesetzt werden

- Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen hinsichtlich des Betriebsprogramms auf der Kremser Stadtbahn wird von der Variante 2h-Takt abgeraten.
- Die Einführung eines 1h- bzw. 1/2h-Takts ist zielführend, um eine gesamthafte Netzwirkung mit den schienengebundenen Anschlussverbindungen im Bahnhof Krems und dem Stadtbahnssystem zu erreichen.
- Auf Basis des neu geschaffenen Verkehrsangebots in und um Krems ist eine Verlagerung von StraßenverkehrsnutzerInnen auf öffentliche Verkehrsmittel als realistisch anzusehen.

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 *Einführung*

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 *Projektergebnisse*

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

- Hoher Bedarf eines schienengebundenen Massentransportmittels in einer Stadt mit ca. 24.000 Einwohnern (ermittelt durch Bedarfsanalyse)
- Massive Reduktion an Flächenverbrauch und Treibhausgasemissionen durch die Einführung eines Stadtbahnsystems möglich
- Eindruck über die finanziellen Erfordernisse für die Einführung und den Betrieb einer Stadtbahn
- Bewusstsein über den langfristigen Nutzen einer Stadtbahn
- Die Projektarbeit kann in Städten mit einer bestehenden Bahninfrastruktur, die über ähnlich günstige Verhältnisse wie Krems verfügen, als Referenz herangezogen werden

Projektabschluss – Lessons Learned

„Die Planung eines Stadtbahnsystems erfordert eine gesamthafte Betrachtung aller Teilbereiche des System Bahn, da jede Entscheidung ein anderes Teilsystem beeinflussen kann. Daher musste stets vor der Implementierung einer Maßnahme die Aus- und Wechselwirkung zu den anderen Bereichen überprüft und abgeschätzt werden.“

Stadt Krems als Auftraggeber mit konkreten Anforderungen: Definition der Projekt-Ziele erfolgte in Abstimmungen mit den Auftraggeber

Komplexe Aufgabenstellung mit einer Vielzahl an Abhängigkeiten zwischen den Arbeitspaketen

Qualitativ hochwertige Abarbeitung der Aufgabenstellung wurde durch eine enge Kommunikation im Projekt sichergestellt

Schlagkräftiges Projektteam aus unterschiedlichen Vertiefungen: Die Stärken jedes einzelnen konnten im Projekt genutzt werden

Im Projekt wurde im März 2020 von einer sequenziellen Meilensteinplanung auf eine agile Projektmanagement Methode (Scrum) umgestellt und hat sich bewährt

Erkenntnisse/Empfehlungen:
→ exakte Definition von Projekt-Zielen ist unabdingbar
→ Projektkommunikation ist ein kritischer Erfolgsfaktor
→ „Man gewinnt oder verliert nur gemeinsam“

A, B Projektmanagement

C Projektbericht

C.1 *Einführung*

- AP Bestandsanalyse
- AP Bedarfsanalyse

C.2 *technischer Teil*

- AP Bau
- AP Betrieb
- AP Fahrzeuge
- AP Recht

C.3 *wirtschaftlicher Teil*

- AP Marketing
- AP Variantenanalyse
- AP Wirtschaftlichkeit

C.4 *Projektergebnisse*

D Projektabschluss

E Öffentlichkeit/Fachwelt

Einreichung LIST-PREIS 2021

- Zur Verbesserung der städtischen Verkehrs- und Parkraumsituation
- Gefragt sind in die Praxis umsetzbare kreative Lösungen, Konzepte und Analysen, die geeignet sind, zu effektiven und effizienten Bausteinen der Stadtplanung zu werden
- Wesentliche Kriterien sind:
 - Klarheit der definierten Zielsetzung und Aufgabenstellung
 - Ideologiefreie und methodisch saubere Bearbeitung
 - Nachvollziehbarkeit und Klarheit der Schlussfolgerungen
 - Kreativität
 - Relevanz für die Praxis



[2]

- Sieger des LIST – PREIS 2021 wird bis zum 31.01.2021 schriftlich verständigt

- ✓ Projekt wurde fristgerecht eingereicht
- ✓ Vollständigkeit der Einreichung wurde bestätigt
- ✓ Begutachtung durch die Jury läuft

Von: Office-List <Office@list.co.at>
Gesendet: Mittwoch, 9. Dezember 2020 15:58
An: Schwarzingner Mathias <bm191811@fhstp.ac.at>
Betreff: AW: Förderpreis der List Group - Verbesserung der städtischen Verkehrs- und Parkraumsituation

Sehr geehrter Herr Ing. Schwarzingner!

Vielen Dank für Ihr Interesse und die Einreichung Ihrer Projektarbeit zum List Förderpreis 2021!
Gerne kann ich bestätigen, dass uns die Unterlagen fristgerecht erreicht hatten und bereits heute der Jury zur ersten Begutachtung vorgelegt wurden.

Ich wünsche Ihnen bzw. dem Team viel Glück & Erfolg und sende liebe Grüße,

SABRINA JOSEF
Sekretariat / Assistenz der Geschäftsführung

LIST BETEILIGUNGSGES.M.B.H.

Feedback



[3]