

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

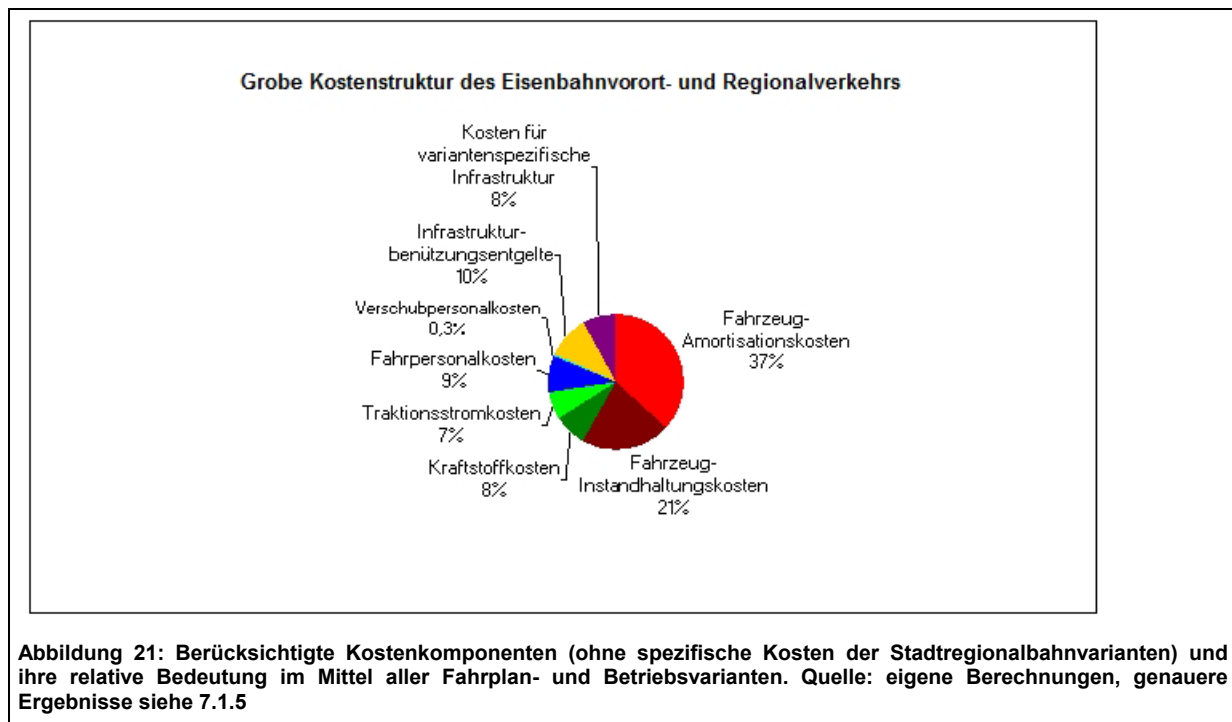
Dieses Kapitel befasst sich mit spezifischen Kostensätzen oder Einheitspreisen: Kosten beispielsweise für die Arbeitsstunde eines Triebfahrzeugführers oder ein MJ Endenergie aus der Fahrleitung. Die Kostensätze gelten gleichermaßen für den ganzen Südmährischen Kreis, eigentlich für die ganze Tschechische Republik. Die in diesem Kapitel erhobenen Kostensätze werden im weiteren für die Berechnung der Endergebnisse nach dem Muster $\text{Gesamtkosten} = \sum (\text{Kostensätze} * \text{Mengengerüste})$ verwendet. Aufgrund der ähnlichen Berechnungsmethode nach globalen Einheitskosten sind hier auch die geschätzten Kosten variantenspezifischer Infrastrukturausbauten angeführt.

4.1 Überblick über die berücksichtigten Kostenkomponenten und ihre Bedeutung

Die Kosten des Eisenbahnvorort- und -regionalverkehrs lassen sich in folgende wesentliche Komponenten gliedern, die im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt wurden:

- **Fahrbetriebskosten**
 - Fahrzeugamortisationskosten
 - Fahrzeuginstandhaltungskosten
 - Kraftstoffkosten
 - Traktionsstromkosten
 - Fahrpersonalkosten
 - Verschubpersonalkosten
- **Kosten für Schieneninfrastruktur**
 - Kosten für Infrastrukturerhaltung und Betriebsführung: berücksichtigt in Form der Infrastrukturbenützungsentgelte (und somit variabilisiert und eher den Fahrbetriebskosten ähnlich)
 - Kosten für variantenspezifische Infrastrukturausbauten
- **Einsparungen bei Straßenbahnleistungen aufgrund der Bedienung durch die Stadtrationalbahn, gegebenenfalls auch im Busverkehr bei Ausweitung des Bahnangebots.**

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten



In Abbildung 21 sind die groben Verhältnisse der einzelnen Kostenkomponenten (ohne spezifische Kosten der Stadtrahionalbahnvarianten) zueinander dargestellt, es handelt sich um die durchschnittliche Kostenstruktur aller untersuchten Varianten. Die in Abbildung 21 nicht angeführten Kosten für variantenspezifische Stadtrahionalbahninfrastruktur beträgt in den Varianten mit Stadtrahionalbahn auf einem der sechs Streckenbündel etwa 5% aller berücksichtigten Kosten, auf zwei weiteren Streckenbündeln 0,5-1%; auf einem Streckenbündel sind sie gänzlich vernachlässigbar.

Die Einsparungen im Straßenbahnbetrieb, die durch die Einführung der Stadtrahionalbahn ermöglicht werden, erreichen in der Regel Werte von 2-4%, auf einem der Streckenbündel jedoch 10-16% aller berücksichtigten Kosten. Die Einsparungen durch diese Kompensationseffekte setzen sich zusammen aus entfallenden Amortisationskosten wegen einer geringeren Zahl erforderlicher Straßenbahnfahrzeuge (etwa 30-60%), Einsparungen bei Energieverbrauch und Wartung von Straßenbahnen (20-50%) sowie bei Fahrpersonalkosten und Infrastrukturbenützungsentgelten (18-32%).

4.2 Wechselkurs, Preisstand, Inflation und Zinssatz

Sämtliche Preis- und Kostenangaben sind in der Landeswährung Tschechische Krone (Kč), der den Berechnungen zugrundegelegte Wechselkurs zum Euro vom Mai 2007 beträgt 28 Kč = 1 Euro.

Die verwendeten Informationen über Preise stammten überwiegend aus dem Zeitraum 2004-2006. Ältere Daten wurden mit dem Lohnindex im Verkehrssektor⁶⁵ oder dem Baukostenindex⁶⁶ auf das Jahr 2005 umgerechnet. Zwecks Preisprognose zum Zeithorizont der Arbeit wurde eine Zeitspanne von zwölf Jahren zwischen dem Preisstand der verwendeten Quellen (2004-2006) und dem Zeithorizont dieser Untersuchung (2015 – 2018) angenommen. Die Personalkosten wurden mit der angenommenen Lohnsteigerung im Verkehrssektor indexiert (4,6% jährlich, was dem Zuwachs im Zeitraum 2001-2005 entspricht⁶⁷), alle anderen Kosten etwa mit der Verbraucherpreisindex in den letzten Jahren (2% jährlich)⁶⁸. Die Entwicklung des Baukostenindex war in den letzten Jahren praktisch identisch mit der des Verbraucherpreisindex und wurde daher nicht extra prognostiziert. Bis auf die Preise von Fahrzeugen wurden für alle Kostenkomponenten nur Daten gesucht, welche sich auf die Verhältnisse in der Tschechischen Republik beziehen.

Der Zinssatz für alle Investitionen (Fahrzeuganschaffung, variantenspezifische Bauten, Einsparungen durch Stadtrahionalbahn-Kompensationseffekte) wurde mit 3,5% jährlich angenommen, was dem realen Zinssatz entspricht (nomineller Zinssatz neuer Kredite, fast ident mit dem für den gesamten Bestand an Krediten⁶⁹ minus angenommene Inflation).

Die in diesem Kapitel angeführten Zahlen stammen aus dem Zeitraum 2004-2006 oder sind mittels Index hochgerechnete ältere Daten. Die Werte bei den Ergebnissen sind jedoch bereits mit der Inflations- bzw. Lohnsteigerungsrate zum Horizont der Arbeit (Jahr 2017) hochgerechnet.

4.3 Fahrbetriebskosten

4.3.1 Fahrzeugkosten

4.3.1.1 Fahrzeugamortisationskosten

4.3.1.1.1 Anschaffungspreise von Elektro- und Dieselmotoren

Durch Recherche in verschiedensten Presseausendungen und anderen Quellen wurden die ungefähren Auftragssummen der folgenden Fahrzeugbeschaffungen ermittelt und auf die Anzahl an Sitzplätzen umgerechnet. Es handelt sich stets um ungefähre Preise, da in Presseausendungen in der Regel nur Angaben wie „im Wert von mehr als 30 Mio. Euro“ zu finden sind. Weiters ist oft die Finanzierungsmethode unklar und ob der Vertrag beispielsweise auch Ersatzteile oder Wartung umfasst. Preise in Euro wurden mit einem Kurs von 28 Kč/EUR um gerechnet, Preise in CHF mit einem Kurs von 0,61 CHF/EUR⁷⁰.

Hersteller	Fahrzeug	Verkehrsunt. / Eigentümer	Antrieb	Preis (Kč / Sitzplatz)
Pars Nova	RegioNova	ČD	Diesel	238095 ^{71,a}
Vossloh / Siemens	Lok Euro 4000 + 5 ÖBB-Doppelstockwagen	AngelTrains (Lok) / ÖBB (Waggons) ^b	Diesel	432877 ⁷²
Bombardier	Talent, 3-teilig	Connex	Diesel	452525 ⁷³
Siemens	Lok Taurus + 5 Doppelstockwagen	ÖBB	elektrisch	465099 ^{74,75,76}
Alstom	Coradia LINT	DB	Diesel	480392 ⁷⁷
Alstom	Coradia LIREX, 4-teilig	DB	elektrisch	504505 ⁷⁸
Stadler	Flirt, 4-teilig	Eurobahn	elektrisch	509091 ^{79,80}
Stadler	Flirt, 4-teilig	PKP	elektrisch	542222 ^{81,c}
Bombardier	Talent, 4-teilig	ÖBB	elektrisch	555779 ⁸²
Bombardier / Alstom	ET 422	DB	elektrisch	560897 ^{83,84}
-	-	Regiotram Nisa	Diesel	566667 ^{85d}
Bombardier	Talent, 3-teilig	Connex (NWB)	Diesel	571429 ⁸⁶
Siemens	RABe 514	SBB	elektrisch	577079 ⁸⁷
Stadler	GTW 2/6 a GTW 2/8	Veolia NL	Diesel	583820 ⁸⁸
Stadler	Flirt, 5-teilig	DB	elektrisch	592701 ^{89,90}
Bombardier	VIRM	NS	elektrisch	595774 ^{91,92}
Siemens	Desiro Classic	-	Diesel	598796 ^{93,e}
Siemens	Desiro	BDŽ	Diesel	600320 ⁹⁴
PESA	3-teiliger Triebzug	Ferrovie Sud-Est	Diesel	605769 ⁹⁵
Stadler	RegioShuttle	BOB Friedrichshafen	Diesel	614035 ⁹⁶
Alstom	Coradia Lirex	SL Stockholm	elektrisch	617647 ⁹⁷
Siemens	RABe 514	SBB	elektrisch	628978 ^{98,f}
Bombardier	Talent, 4-teilig	MÁV	elektrisch	633166 ⁹⁹
ČKD Vagonka	CityElefant	ČD	elektrisch	645161 ¹⁰⁰
Stadler	GTW 2/8 und GTW	Arriva NL	elektrisch	724138 ¹⁰¹

^a Umbau, daher unglaubwürdig niedriger Preis

^b rein hypothetische Kombination von Lok und Waggons

^c Inklusive Service und Schulung des Personals

^d Angenommener Preis gemäß Machbarkeitsstudie

^e In der Quelle sind Raten eines zehnjährigen Leasingmodells angeführt, der Kaufpreis wurde vom Verfasser mit einem Zinssatz von 3,5% errechnet.

^f Zweite Serie

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

	2/6			
Alstom	RegioCitadis	RBK (Kassel)	Tram-Train hybrid	808889 ^{102,a}
Alstom	RegioCitadis	Randstadrail (Den Haag)	Tram-Train elektrisch	933333 ¹⁰³
-	"ähnliches Fahrzeug wie RegioNova ausländischer Provinienz"	ČD	Diesel	952381 ^{104,b}
Siemens / Bombardier	GT 8-100 D/2S-M	VBK (Karlsruhe)	Tram-Train elektrisch	963768 ¹⁰⁵
Alstom	Citadis Dualis	SNCF	Tram-Train elektrisch oder hybrid	1026393 ¹⁰⁶
Stadler	GTW 2/6	Capital Metro Austin, Texas	Diesel	1136420 ^{107,c}
Stadler	Flirt, 4-teilig	Algerische Staatsbahnen	elektrisch	1177390 ^{108,d}
Siemens	Avanto	SNCF	Tram-Train elektrisch	1302326 ¹⁰⁹
-	-	Regiotram Nisa	Tram-Train elektrisch	1333333 ^{110,e}
Siemens	Avanto	Region Alsace	Tram-Train elektrisch	1432558 ^{111,f}
-	-	Regiotram Nisa	Tram-Train hybrid	1666667 ^{112,g}

Tabelle 1: Näherungsweise Anschaffungspreise von Eisenbahnfahrzeugen, auf Sitzplätze umgerechnet. Preisstand 2004-2006.

Gemäß der oben angeführten Beispiele (Tabelle 1) beträgt nach Ausschluß unglaubwürdiger Werte der durchschnittliche Preis elektrischer Fahrzeuge 585.000 Kč pro Sitzplatz, Dieselfahrzeuge kosten im Durchschnitt 544.000 Kč pro Sitzplatz. Angesichts der großen Bandbreite der Preise und der Unglaubwürdigkeit, dass Dieselfahrzeuge kostengünstiger wären (in der Regel ist eine hydraulische oder elektrische Kraftübertragung nötig, während elektrische Fahrzeuge nur Leistungselektronik und Elektromotoren benötigen), wird ein einheitlicher Preis für Diesel- und Elektrofahrzeuge angenommen, und zwar 550.000 Kč pro Sitzplatz, was in etwa der Durchschnitt aller Garnituren außer der Tram-Train-Fahrzeuge ist.

Es wurde damit gerechnet, dass der Preis pro Sitzplatz von der Größe der Garnitur unabhängig ist, da keine signifikante Korrelation zwischen Preis und Größe festzustellen war:

^a Unglaubwürdig niedriger Preis, umgerechnet aus dem Gesamtpreis der gemischten Beschaffung (Elektro- und Hybridfahrzeuge) und dem Preis der elektrischen Fahrzeuge für Randstadrail.

^b Unglaubwürdig hoher Preis, vermutlich war die Kapazität nicht „ähnlich“

^c inklusive Ersatzteile, vielleicht daher unglaubwürdig hoher Preis

^d inklusive Wartung und Ersatzteile, möglicherweise auch wenig Sitzplätze und mehr Stehplätze, daher unglaubwürdig hoher Preis.

^e Angenommener Preis gemäß Machbarkeitsstudie

^f Die Garnituren wurden von der Region angeschafft

^g Angenommener Preis gemäß Machbarkeitsstudie

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

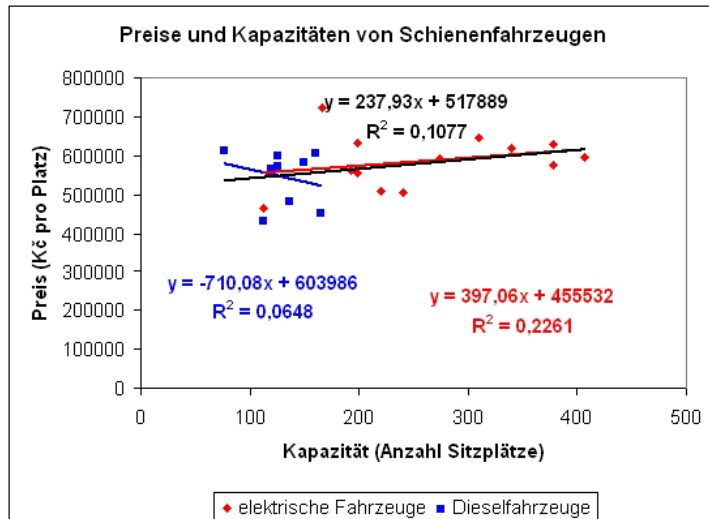


Abbildung 22: Versuch der Bestimmung einer Korrelation zwischen Sitzplatzkapazität und Preis pro Sitzplatz bei Fahrzeugen des Eisenbahnpersonenverkehrs. Preisstand 2004-2006.

Wie in Abbildung 22 zu sehen ist, beträgt die Korrelation zwischen Kapazität und Einheitspreis bei Dieselfahrzeugen nur 6%, bei elektrischen Fahrzeugen zwar 23%, und bei allen Fahrzeugen zusammen 11%, allerdings in der unplausiblen Richtung, dass größere Garnituren pro Sitzplatz teurer wären. Weiters wurden keine Mengenrabatte nach Anzahl bestellter Fahrzeuge berücksichtigt, da unklar ist, ob die selbe Fahrzeuggattung vom selben Verkehrsunternehmen auf allen Streckenbündeln oder möglicherweise auch in anderen Kreisen verwendet werden, oder ob die Fahrzeuge durch einen Lokpool angeschafft werden können und vom Verkehrsunternehmen lediglich gemietet werden. Im übrigen ist es denkbar, dass ein gegebenenfalls niedrigerer spezifischer Preis einer größeren Garnitur (geringere Bedeutung von Kosten für Führerstände, Steuerungs- und Sicherungseinrichtungen sowie evtl. automatische Kupplungen) durch niedrigere Preise kleinerer Fahrzeuge aufgrund der größeren Anzahl gleichartiger Fahrzeuge kompensiert wird.

4.3.1.1.2 Anschaffungspreise von Tram-Train-Fahrzeugen für die Stadtregionalbahn

Der Markt für Fahrzeuge, die für Straßenbahn- und Vollbahnstrecken geeignet sind, ist selbstverständlich viel kleiner als für reine Vollbahnfahrzeuge. Daher stehen nur über eine kleinere Anzahl an Beschaffungen Informationen zur Verfügung (insgesamt fünf plausible Beispiele) und der Unterschied zwischen den einzelnen Preisen ist höher. Im Vergleich zu den Vollbahnfahrzeugen ist ein größerer Einfluss der Anzahl bestellter Fahrzeuge auf den Preis zu erwarten: Die Hersteller haben in den 90er Jahren die zukünftige Entwicklung von Tram-Train-Systemen in Europa eher überbewertet, hohen Entwicklungskosten stehen enttäuschend wenig verkaufte Fahrzeuge gegenüber¹³. Ältere Beispiele von Fahrzeugbeschaffungen (z.B. Kassel) oder Lieferungen weiterer Exemplare älterer Typen (Karlsruhe) waren noch im Bereich von 3-3,5 Mio. Euro pro Fahrzeug (noch unter 1.000.000 Kč pro Sitzplatz), neuere Beispiele kleinerer Serien (Paris, Mulhouse) erreichen hingegen bis zu 4,4 Mio. Euro pro Fahrzeug (über 1.400.000 Kč pro Sitzplatz). Das kann bedeuten, dass die Hersteller nicht mehr mit einer größeren Anzahl verkaufter Fahrzeuge rechnen und ihre Preise vorsichtiger kalkulieren¹⁴. Die neueste Nachricht ist hingegen, dass die französischen Staatsbahnen SNCF und der Hersteller ALSTOM einen Vertrag über die Lieferung von 31 Garnituren des neuen Typs Citadis Dualis für nur etwa 100 Mio. Euro unterzeichnet haben (1.030.000 Kč pro Sitzplatz)¹⁵. Gerade dieser Typ ist neben der Straßenbahnspannung für das „südmährische“ Traktionssystem 25 kV / 50 Hz oder Dieselantrieb ausgelegt. Darüber hinaus wäre Brno im Fall der Realisierung der Stadtregionalbahn hinsichtlich der Anzahl benötigter Fahrzeuge eine der größten Stadtregionalbahnstädte Europas: Die erforderliche Anzahl beträgt je nach Variante am wichtigsten Streckenbündel Nordost 41 bis 47 Stück, auf allen Streckenbündeln zusammen 64 bis 74, inklusive 15%-iger Reserve sogar 74 bis 82. Zum Vergleich: In Karlsruhe sind 114 Fahrzeuge in Betrieb, in Saarbrücken 28, in Kassel 28 und in Paris 14¹⁶.

Angesichts der großen Menge erforderlicher Fahrzeuge und des ähnlichen Typs Citadis Dualis wurde ein Preis von 1.050.000 Kč pro Sitzplatz oder 3,375 Mio. Euro pro Fahrzeug mit 90 Sitzplätzen angenommen.

4.3.1.1.3 Zusatzkosten für Hybridfahrzeuge

Es wurden keine Beispiele planmäßig eingesetzter Vollbahnfahrzeuge mit Hybridantrieb gefunden. Der Hersteller ALSTOM erwog eine Hybridvariante des Triebzugs LIREX, welche jedoch nie in Serie erzeugt

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

wurde, der Hersteller war auch nicht bereit, Informationen über mögliche Zusatzkosten von Hybridfahrzeugen preiszugeben¹¹⁷. In der Machbarkeitsstudie der RegioTram Nisa (RTN-2) wurden um 15-20% höhere Anschaffungskosten für Hybridstadtrahnen gegenüber Elektro-Zweisystemstadtrahnen angenommen¹¹⁸. Nach Angaben der Firma Phoenix-Zeppelin, Lieferant von Caterpillar-Diesellaggregaten zur Remotorisierung von Schienenfahrzeugen, beträgt der Preis eines dieselektrischen Aggregats mit einer Nennleistung von 600 kW ca. 210000 Kč¹¹⁹, umgerechnet auf 80 Plätze eines Fahrzeugs dieser Leistung betragen die Zusatzkosten für den Hybridantrieb 73500 Kč pro Sitzplatz (um 13% mehr als ein elektrisches Fahrzeug). Für Hybridvollbahn und -Tram-Train-Fahrzeuge wurde mit diesen absoluten Zusatzkosten pro Sitzplatz gerechnet.

4.3.1.1.4 *Zusatzkosten elektrischer Zweisystemfahrzeuge*

Auf dem Territorium des Südmährischen Kreises selbst gibt es zwar nur ein Traktionssystem (25 kV / 50 Hz), in den Nachbarkreisen hingegen teilweise auch das Gleichstromsystem (3 kV =), daher erfordern verschiedene verglichene Varianten in unterschiedlichem Ausmaß zweisystemfähige elektrische Fahrzeuge. Es wurden keine glaubwürdigen Informationsquellen über die zusätzlichen Kosten dieser Fahrzeuge gegenüber einsystemigen (Wechselstrom-) Fahrzeugen gefunden. Es ist lediglich festzustellen, dass zumindest Fahrzeuge, die für zwei verschiedene Wechselstromsysteme geeignet sind, nicht erheblich teurer sein können, als einsystemige, denn sie werden auch in Fällen eingesetzt, wo die Zweisystemausrüstung gar nicht nötig ist: Zum Beispiel kauften die ungarischen Staatsbahnen MÁV Zweisystem-Talent-Triebzüge, die baulich mit der ÖBB-Reihe 4124 ident sind, jedoch nur innerhalb Ungarns mit dem Traktionssystem 25kV / 50 Hz¹²⁰ eingesetzt werden.

Zumindest eine Zweisystem-Lok der Reihe ÖBB 1116 (Taurus) wurde sogar für den Einsatz auf den Flughafenzügen CAT umlackiert¹²¹. Es ist daher zu erwarten, dass die zusätzlichen Kosten elektrischer Zweisystemfahrzeuge erheblich niedriger sind als die von Hybridfahrzeugen, nachdem Hybridfahrzeuge eine Rarität sind, Elektro-Zweisystemfahrzeuge hingegen auch dort eingesetzt werden, wo sie nicht gebraucht werden. Es wurde daher angenommen, dass der Unterschied im Kaufpreis 5% des Preises eines Einsystemfahrzeugs beträgt.

4.3.1.1.5 *Zusatzkosten für automatische Kupplungen*

Die Anschaffungskosten für automatische Kupplungen des Scharfenberg-Systems von der Firma Voith liegen in der Bandbreite von 280000 – 1120000 Kč (hängt in erster Linie vom gewünschten Komfort und der Übertragungsmöglichkeiten für Energie und Daten ab) gegenüber 56000 – 140000 Kč bei der konventionellen Kupplung¹²². Der durchschnittliche angenommene Preisunterschied beträgt daher 560000 Kč pro Kupplung, was in der Größenordnung des spezifischen Preises von einem Sitzplatz liegt und somit gänzlich vernachlässigbar ist.

4.3.1.1.6 *Lebensdauer der Fahrzeuge, Reservefahrzeuge und Annuitätenberechnung*

Die **Lebensdauer** der Fahrzeuge wird oft als fix und von der zurückgelegten Betriebsleistung unabhängig angenommen oder eher von der Finanzierungsmethode, der Buchhaltung oder dem Planungshorizont des Unternehmens abhängig gemacht. In Wirklichkeit ist es jedoch plausibler, dass die Abnutzung des Fahrzeugs in erheblichem Ausmaß davon abhängt, wieviel Kilometer es bereits zurückgelegt hat, ggf. wie viele Stunden es in Betrieb war. Um den Einfluss der jährlichen Laufleistung auf die Anschaffungskosten besser zu berücksichtigen, wurde daher eine teilweise Abhängigkeit der Lebensdauer von der zurückgelegten Entfernung angenommen.

Folgende Informationsquellen standen zur Verfügung:

- Laut dem Hersteller ČKD Vagonka beträgt die Lebensdauer von Schienenfahrzeugen 40 Jahre bei einer angenommenen jährlichen Laufleistung von 120000 km, einige Teile (Inneneinrichtung, rotierende elektrische Maschinenteile und Klimaanlage) müssen jedoch bereits nach 20 Jahren getauscht werden¹²³.
- In einer Modellrechnung von Siemens über die Betriebskosten des Triebzugs Desiro Classic¹²⁴ sind Raten eines 10jährigen Leasings angeführt, aus denen mittels Zinssatz ein entsprechender Kaufpreis errechnet werden kann, der auch realistisch ist (siehe Tabelle 1). Weiters ist die Möglichkeit einer gleichmäßigen Abschreibung angeführt, woraus eine Lebensdauer (bzw. Abschreibungsdauer) von 30 Jahren errechnet werden kann. Bei diesem Beispiel wurde eine jährliche Laufleistung von 180000 km zugrunde gelegt.

Aus diesen zwei Punkten wurde eine hypothetische Funktion mit der Annahme völliger Proportionalität der Lebensdauer und der jährlichen Laufleistung, d.h. einer fixen Laufleistung während des Lebenszyklus des Fahrzeugs, gebildet (violette und orange Farbe in der Abbildung 23 oben). Diese Funktionen sind

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

selbstverständlich unrealistisch, denn auch ein Fahrzeug, das ständig im Depot steht, hat keine unendliche Lebensdauer. Als weitere Annäherung zu einer realistischen Lebensdauer wurde eine gemischte Funktion gebildet, die beide Punkte (40 Jahre bei 120000 km jährlich und 30 Jahre bei 180000 km jährlich) berührt. Es handelt sich auch um eine Hyperbel, die allerdings „nach links oben verschoben“ ist, ihre Funktion ist:

$$y = 7200000 / (x + 60000)$$

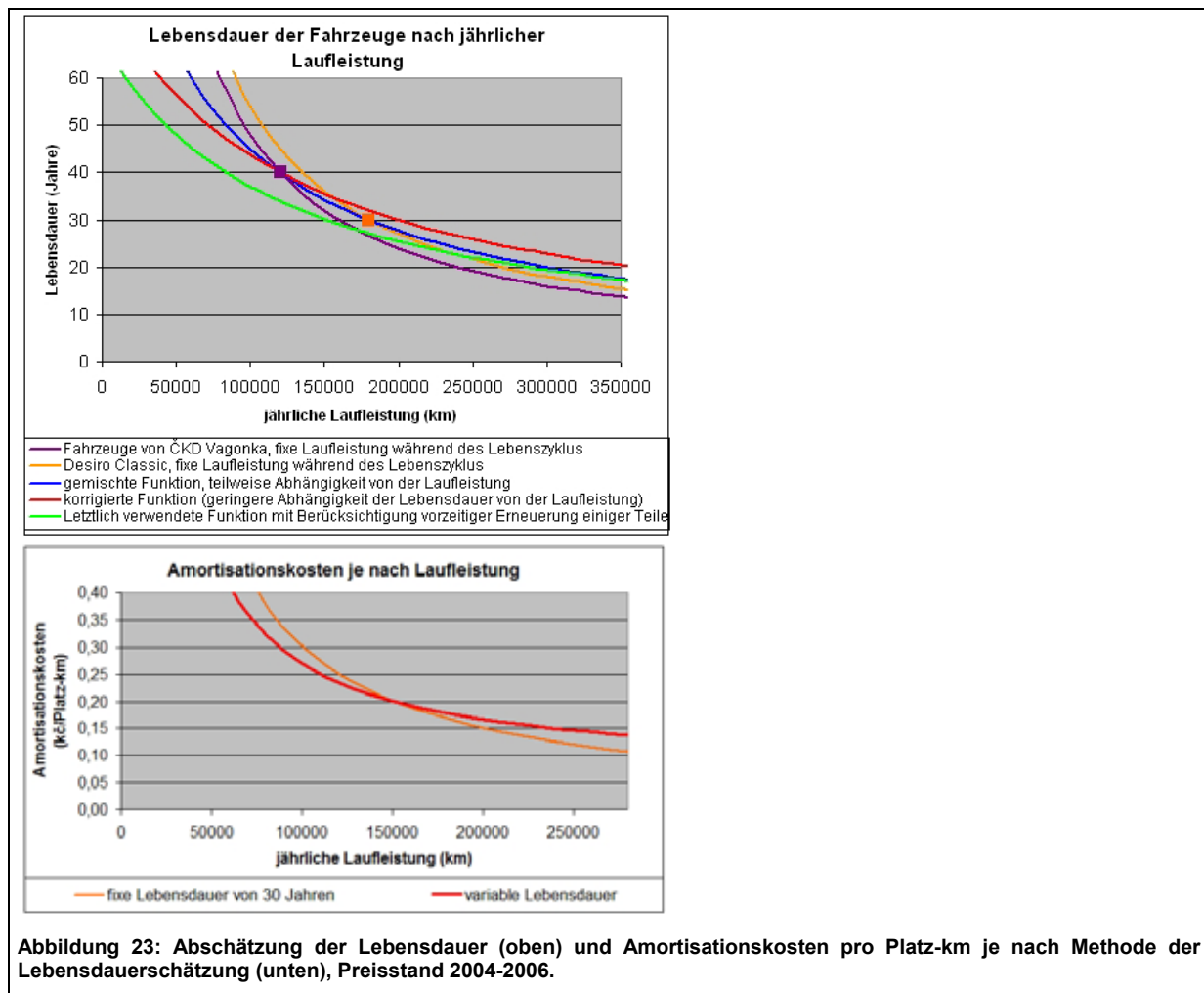
Diese Funktion (blaue Farbe im Diagramm) war jedoch ebenfalls unplausibel: Die jährlichen Laufleistungen sind in den Varianten dieser Arbeit erheblich höher, als die oben angeführten Beispiele (in einigen Varianten mehr als 300000 km jährlich), was eine Lebensdauer von weniger als 20 Jahren bedeuten würde. Die Hyperbel wurde daher nochmals so verschoben, dass die Lebensdauer bei einer Laufleistung von 120000 km jährlich bei einem Wert von 40 Jahren bleibt. Eine noch längere Lebensdauer wäre insofern wenig nützlich, als völlig unklar ist, ob das Fahrzeug nach einer so langen Zeit nicht schon zu veraltet sein und den zukünftigen Anforderungen nicht mehr entsprechen wird. Bei größeren jährlichen Laufleistungen wurde die Hyperbel jedoch so korrigiert, dass sie flacher ist und die Lebensdauer erst bei einer Laufleistung von 360000 km auf 20 Jahre fällt (rote Farbe), ihre Funktion ist:

$$y = 9600000 / (x + 120000)$$

Von der Lebensdauer nach dieser Funktion wurden nochmals 15% abgezogen, um die Erfordernis einer früheren Erneuerung einiger Komponenten zu berücksichtigen (grüne Farbe).

Der Bedarf an **Reservefahrzeugen** wurde anhand einiger Beispiele^{125,126,127} mit 15% der Anzahl an Fahrzeugen angesetzt, die theoretisch für die Umläufe erforderlich wären. Bei der Berechnung der Lebensdauer wurde berücksichtigt, dass die jährlichen Laufleistungen der einzelnen Fahrzeuge um diesen Prozentsatz zu verringern sind. Angesichts der Möglichkeit des Einsatzes der gleichen Fahrzeuge auch andernorts bzw. der Miete aus einem Pool wurde auch mit nicht ganzzahligen Fahrzeugzahlen gerechnet.

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten



Die jährlichen Amortisationskosten (periodisierte Anschaffungskosten) wurden mit der nach obiger Methode errechneten Lebensdauer (für jede eingesetzte Fahrzeuggattung einzeln) und dem angenommenen Zinssatz ermittelt (siehe 4.2).

In Abbildung 23 unten sind die spezifischen Amortisationskosten pro Platz-km in Abhängigkeit von der jährlichen Laufleistung dargestellt und im Vergleich dazu die spezifischen Amortisationskosten pro Platz-km bei Annahme einer fixen Lebensdauer von 30 Jahren. Bei geringeren Laufleistungen sind die Amortisationskosten bei der Annahme einer fixen Lebensdauer um bis zu 40% höher, im Falle größerer Laufleistungen um bis zu 30% geringer.

4.3.1.2 Fahrzeuginstandhaltungskosten

Die Kosten für die Fahrzeugwartung betragen laut ČKD Vagonka¹²⁸ im Fall eines eingeschossigen, vierachsigen Dieseltriebwagens etwa 0,3 Euro pro km, laut Siemens¹²⁹ für den Triebzug Desiro Classic 10 Kč/km, das ergibt etwa 0,13 (ČKD) bzw. 0,08 (Siemens) Kč pro Sitzplatz-km. Für die weiteren Berechnungen wurde ein Mittelwert von 0,105 Kč pro Platz-km angenommen. Da die Wartung zu großen Teilen von privaten Drittunternehmen durchgeführt wird (größere Ausbesserungen), wird davon ausgegangen, dass es sich um Vollkosten handelt, nicht etwa um variable Kosten bei vorhandenen Werkstätten.

Ein Überblick über die verwendeten Kostensätze im Bereich Fahrzeugkosten ist in Tabelle 2 dargestellt:

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

Fahrzeugkosten		
Fahrzeuganschaffung	Elektro	550000 Kč/Sitzplatz
	Diesel	550000 Kč/Sitzplatz
	Elektro-Zweissystem	577500 Kč/Sitzplatz
	Hybrid	623500 Kč/Sitzplatz
	Tram-Train elektro	1050000 Kč/Sitzplatz
	Tram-Train hybrid	1123500 Kč/Sitzplatz
Fahrzeuginstandhaltung		0,105 Kč/Sitzplatz-km

Tabelle 2: Verwendete Kostensätze für Fahrzeuganschaffung und -amortisation

4.3.2 Traktionsenergiekosten

4.3.2.1 Spezifischer Energieinhalt und Wirkungsgrad der Energieumwandlung

Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung in elektrischen Triebfahrzeugen wurde mit 92% angenommen, der Wirkungsgrad der Kraftübertragung in Dieselfahrzeugen (hydraulisches Getriebe oder Generator und Elektromotor) auf 85% und der Wirkungsgrad des Dieselmotors selbst mit 35%. Aus einigen Quellen^{130,131,132} wurde ein eher pessimistischer Wert gewählt, da Dieselmotoren ihren höchsten Wirkungsgrad im Teillastbereich haben¹³³, diese im Eisenbahnbetrieb sie hingegen entweder unter Vollast oder während des Auslaufs im Leerlauf laufen. Der Heizwert des Diesels wurde mit 35,28 MJ/l angesetzt¹³⁴.

4.3.2.2 Traktionsstrompreis

Der Preis elektrischer Energie für Eisenbahnverkehrsunternehmen wird weder durch die Infrastrukturverwaltung SŽDC¹³⁵ festgelegt noch vom Eisenbahnbetreiber¹³⁶ veröffentlicht, noch wurde er von diesem dem Verfasser mitgeteilt. Es wurden jedoch Beiträge über mögliche Traktionsenergieeinsparungen und damit verbundene finanzielle Einsparungen veröffentlicht.^{137,138} Aus den dort angeführten Beispielen wurde ein Strompreis berechnet, der in einer Bandbreite von 0,35 – 0,45 Kč/MJ^a liegt. Zur Plausibilitätsprüfung wurde dieser Preis noch mit dem Strompreis am DB-Netz¹³⁹ verglichen, auch wurde ein Vergleich der Großhandels-Strompreise für die Industrie in Tschechien und Deutschland durchgeführt¹⁴⁰: Während der durchschnittliche^b Traktionsstrompreis in Deutschland ungefähr gleich hoch ist wie der Großabnehmerpreis für die Industrie (umgerechnet 0,78 Kč/MJ), ist der Eisenbahn-Traktionsstrompreis gemäß den angeführten tschechischen Quellen deutlich niedriger, als der Strompreis für industrielle Großabnehmer, der 0,56 Kč/MJ beträgt. Ein möglicher Grund wäre, dass das integrierte Unternehmen České Dráhy mit jenem Preis kalkuliert hat, zu dem es die elektrische Energie aus dem öffentlichen Stromnetz bezieht, nicht jedoch mit dem Preis für Verkehrsunternehmen, der auch noch einen Beitrag für die Erhaltung der Fahrleitungs- und Umspannanlagen und für die Energieverluste enthalten kann. Es wurde daher von einem Preis von 0,50 Kč/MJ ausgegangen.

4.3.2.3 Kraftstoffpreis

Der Dieselpreis für Eisenbahnverkehrsunternehmen wurde einerseits aus den selben Quellen berechnet wie der Strompreis, weitere Quellen sind die angeführte Modellrechnung über die Wirtschaftlichkeit des Dieseltriebzugs Desiro Classic¹⁴¹ und ein Beitrag über die Aerodynamik von Schienenfahrzeugen¹⁴². Die Dieselpreise liegen gemäß diesen Quellen in einer Bandbreite von 20 – 29 Kč/l, wobei 29 Kč/l im Bereich von Straßentankstellen inkl. Mehrwertsteuer liegt¹⁴³ und daher unrealistisch ist. Die Eisenbahntankstelle der Firma Vítkovice Doprava hat am 18.4.2007¹⁴⁴ einen Dieselpreis von 22,9 Kč/l veröffentlicht, daher wurde von 23 Kč/l ausgegangen.

Der Preis der Endenergie (am Rad, siehe Tabelle 3) beträgt somit bei elektrischer Traktion 0,54 Kč/MJ, bei Dieseltraktion 2,19 Kč/MJ, das ist mehr als das Vierfache, ein ähnliches Preisverhältnis ist auch in anderen Quellen angegeben¹⁴⁵ (siehe auch 8.6).

^a Die Fahrwiderstände wurden in der Einheit kN berechnet, was einem (End-)Energieverbrauch in MJ/km entspricht, daher wurde für den Energiepreis die Einheit Kč/MJ verwendet.

^b Nach Tageszeiten gestaffelte Preise

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

Traktionsenergiekosten	
Traktionsstrom	0,54 Kč/MJ am Rad
Diesel	2,19 Kč/MJ am Rad

Tabelle 3: Verwendete Kostensätze für Traktionsenergiekosten

4.3.3 Personalkosten (volle Lohnkosten inkl. Lohnnebenkosten)

Die einzige Quelle für volle Lohnkosten einer TriebfahrzeugführerInnenstunde am Führerstand inklusive aller Steuern und Beiträge, Personalregie und Arbeitszeiten vor Arbeitsantritt^a, war wiederum in der Modellrechnung von Siemens über den Triebzug Desiro¹⁴⁶ zu finden, wo mit 320 Kč/h gerechnet wurde. Zum Vergleich wurden noch volle Lohnkosten nach anderen Quellen berechnet:

- Gemäß Statistikamt betrug der Durchschnittslohn von TriebfahrzeugführerInnen im Jahr 2000 17606 Kč monatlich¹⁴⁷, umgerechnet mit dem Lohnanstieg im Verkehrssektor¹⁴⁸ entspricht das 22011 Kč im Jahr 2005. Der durchschnittliche Anteil des Lohns an den vollen Lohnkosten entspricht 64%¹⁴⁹, die vollen Lohnkosten sind daher 34502 Kč pro Monat oder 414026 Kč pro Jahr.

Mit folgenden weiteren Annahmen:

- TriebfahrzeugführerInnen arbeiten 40 Stunden wöchentlich,
- Haben sechs Wochen Urlaub, sind zwei Wochen krank und es gibt insgesamt eine Woche Feiertage,
- verbringen pro Stunde „am Umlauf“ 10 Minuten als Wartezeiten bei Schichtbeginn, Vorbereitung des Fahrzeugs und dergleichen,

betragen die vollen Lohnkosten 289 Kč/h.

- Gemäß dem statistischen Jahrbuch von ČD 2005¹⁵⁰ betragen die durchschnittlichen vollen Lohnkosten eines Angestellten 20688 Kč/Monat. Mit der selben Rechnung wie oben ergibt das volle Lohnkosten von nur 173 Kč/h. Ein möglicher Grund für einen so niedrigen Wert könnte sein, dass die restlichen Angestellten erheblich niedrigere Gehälter haben als TriebfahrzeugführerInnen, oder dass es sich nicht wirklich um volle Lohnkosten handelte.
- In einem Inserat, in dem TriebfahrzeugführerInnen gesucht wurden¹⁵¹, wurde ein Gehalt von 20000 Kč monatlich angeboten, was bei der obigen Rechnung 262 Kč/h entspricht.
- Die gesamten StraßenbahnfahrerInnenkosten betragen gemäß der Kalkulation des Verkehrsbetriebs Brno für das Jahr 2004¹⁵² 9,63 Kč/Wagen-km. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Brno oft Straßenbahnkurse fahren, welche mit zwei gekuppelten Wagen geführt werden. Von insgesamt 315 Straßenbahnfahrzeugen des Verkehrsbetriebs Brno sind 164 kuppelbare Wagen (vierachsige ohne Gelenk)¹⁵³. Unter der Annahme, dass $\frac{3}{4}$ der Kurse, welche mit kuppelbaren Fahrzeugen gefahren werden, in Doppeltraktion gefahren werden¹⁵⁴, und kuppelbare und nicht kuppelbare Fahrzeuge für gleiche jährliche Laufleistungen genützt werden, entspricht ein Wagen-km im Durchschnitt 0,78 Kurs-km. Gemäß dieser Abschätzung betragen die Lohnkosten der FahrerInnen 12,35 Kč/Kurs-km, mit einer angenommenen Umlaufgeschwindigkeit von 25 km/h sind das 309 Kč/h.
- Der Stundenlohnsatz der FahrerInnen der Prager U-Bahn beträgt 127,6 Kč/h¹⁵⁵, umgerechnet mit dem Lohnanteil an den vollen Lohnkosten¹⁵⁶ und mit der Annahme von einem Sechstel der Arbeitszeit „außerhalb des Umlaufs“ entspricht das 240 Kč/h.

Für die weiteren Berechnungen wurde ein Satz von 300 Kč/h (siehe Tabelle 4) verwendet, was vorsichtshalber über dem Durchschnitt der oben angeführten Werte liegt, denn niedrigere Werte können stets dadurch bedingt sein, dass irgendwelche Elemente der Lohnnebenkosten nicht berücksichtigt wurden.

Personalkosten	
300	Kč / Stunde am Umlauf

Tabelle 4: Verwendeter Kostensatz für Personalkosten

^a Die Arbeitszeit der LokführerInnen wurde nach Umläufen berechnet, d.h. sie enthält die Wendezeiten (Wartezeiten an den Endstationen), nicht jedoch die Wartezeiten vor Schichtbeginn oder die Arbeitszeiten zur Vorbereitung des Fahrzeugs und dergleichen.

4.4 Infrastrukturkosten

4.4.1 Kosten für Instandhaltung bestehender Infrastruktur und Betriebsführung = Infrastrukturbenützungsentgelte

Diese Untersuchung wird aus der Sichtweise eines Verkehrsunternehmens oder des Bestellers des öffentlichen Verkehrs durchgeführt. Daher sind die Kosten für die Instandhaltung der bestehenden Infrastruktur und der Betriebsführung auf dieser Infrastruktur nur in Form der Infrastrukturbenützungsentgelte berücksichtigt, die das Verkehrsunternehmen an den Infrastrukturbetreiber entrichtet.

Die Infrastrukturbenützungsentgelte wurden (bereits bei den Mengengerüsten) gemäß Network-Statement¹⁵⁷ berechnet, welches, abweichend von einer Ermächtigung des Finanzministeriums¹⁵⁸, für öffentlichen Personenverkehr auf allen Strecken nur den Regionalbahnsatz anwendet: 6,5 Kč/Zug-km + 35,67 Kč / 1000 brtkm (siehe Tabelle 5). Auf den Straßenbahnstrecken gibt es derzeit kein Trassenpreissystem, da es sich um ein integriertes Unternehmen handelt. An den Durchschnittskosten gemäß Verkehrsbetrieb Brno (DPMB)¹⁵⁹ orientierte Entgelte könnten wie folgt aussehen:

- 6,05 Kč/Wagen-km (Durchschnittskosten für Betriebsleitung und Verwaltung)
- 360 Kč/1000 brtkm (Durchschnittskosten für Strecken und Fahrleitungen).

Nach dieser Berechnung wären die Entgelte jedoch im Beispiel der Tram-Train-Garnitur Siemens Avanto¹⁶⁰ auf einer Straßenbahnstrecke 3,3 mal so hoch wie auf einer Vollbahnstrecke (ca. 30 gegenüber 9 Kč/km), was natürlich unrealistisch ist. Die Grenzkosten der Abnutzung von Straßenbahnstrecken durch Straßenbahnfahrten zu bestimmen (oder den Anteil des Autoverkehrs an der Gleisabnutzung) war im Rahmen dieser Arbeit nicht machbar, daher wurden die selben Entgelte auf Straßenbahn- wie auf Vollbahngleisen vorausgesetzt.

	Infrastrukturbenützungsentgelte	
für die Fahrweginfrastruktur	0,0357	Kč/brtkm
für die Betriebsführung	6,50	Kč/Zug-km

Tabelle 5: Verwendete Kostensätze für Infrastrukturbenützungsentgelte

4.4.2 Zusätzliche Investitionskosten variantenspezifischer Infrastrukturausbauten

4.4.2.1 Vollbahninfrastruktur

Die wichtigste Quelle für die Schätzung von Investitionskosten von Infrastrukturausbauten war die Methodikstudie „Ungefähre Investitionskosten von Verkehrsbauten“ aus dem Jahr 1997¹⁶¹. (im weiteren nur „Methodikstudie“). Diese Studie enthält einerseits detaillierte Daten für einige Bauarbeiten (z.B. Abtragen des Gleisoberbaus auf freier Strecke“), vor allem aber globale Kennzahlen ganzer Bauten (z.B. „Elektrifizierung eines Streckengleises inkl. Bahnhöfe“). Die Kostensätze sind in dieser Studie nach Schwierigkeitsstufen gegliedert, die – im Falle kleiner Projekte wie im Rahmen dieser Arbeit – im wesentlichen durch die topografischen Bedingungen bestimmt sind. Die angeführten Kosten, welche von dieser Studie abgeleitet wurden, sind bereits auf das Preisniveau von 2005 hochgerechnet. Die erforderlichen Ausbauten wurden eher vorsichtig bewertet, d.h. eher in höhere Schwierigkeitsstufen eingestuft, insbesondere in Großstadtnähe sei die Studie – so ein Interviewpartner – eher optimistisch gewesen und habe Kosten für Grundstücksablösungen und Umlegungen verschiedener Leitungsinfrastrukturen unterbewertet¹⁶².

4.4.2.1.1 Ausbau zweigleisiger Abschnitte und Ausweichen

Die Kosten für die Zulegung eines zweiten Gleises sind stark von der Schwierigkeitsstufe abhängig: Von 32 Mio. Kč/km in der Stufe 1 bis zu 201 Mio. Kč/km in der Stufe 5. Die einzelnen Projekte wurden wie folgt bewertet:

- Der Streckenabschnitt Zástavka u Brna – Vysoké Popovice führt durch Wald entlang des Baches Habřina. Die Strecke hat eine Steigung von 20-25 Promille und wird teilweise am Talboden, überwiegend auf einem Damm von 3-5 Metern Höhe entlang des Hangs geführt, manchmal

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

einige Meter zwischen Felsen. Im Falle eines zweigleisigen Ausbaus müsste der Damm durch eine weitere Aufschüttung von der Breite des Gleises und 3-5 Metern Höhe verbreitert und teilweise der etwa einen Meter breite Bach um einige Meter verlegt werden. An einigen Stellen existiert bereits ein etwas breiterer Damm als für die eingeleisige Strecke nötig wäre. Das Projekt wurde daher pessimistisch in die Schwierigkeitsstufe 4 eingestuft, was gemäß der Methodikstudie einem „hügeligen bis gebirgigem“ Terrain entspricht; die globalen Baukosten in dieser Schwierigkeitsstufe betragen pro Streckenkilometer 131 Mio. Kč.

- Einen Ausnahmefall stellt die Strecke Střelice – Hrušovany nad Jevišovkou dar, welche ursprünglich als zweigleisige Strecke projektiert worden war, weswegen auch der Unterbau für eine zweigleisige Strecke gebaut wurde¹⁶³. Die gesamte Breite des Damms ist zwar wegen der Vegetation aus dem Zug heraus nicht mehr zu erkennen¹⁶⁴, breite Tunnel, Brücken und Durchlässe bezeugen jedoch nach wie vor, dass der Zubau eines zweiten Gleises weitaus einfacher wäre als bei einer „wirklich“ eingeleisigen Strecke und dass die Hügeligkeit des umgebenden Geländes dabei keine Rolle spielt. Daher wurde ein Kostensatz von 23 Mio. Kč/km angenommen, was gemäß Methodikstudie den Mittelwert zwischen dem globalen Kostensatz für zweigleisigen Ausbau unter einfachsten Bedingungen (32 Mio. Kč/km) und den Baukosten für die Errichtung eines Streckengleises für Geschwindigkeiten unter 120 km/h (14 Mio. Kč/km) darstellt. Aufgrund des langen Gleisfeldes des Bahnhofs Rakšice (bis zur Abzweigung zum Kernkraftwerk Dukovany) beträgt die tatsächliche Entfernung des zweigleisig auszubauenden Abschnitts anstelle der im Kursbuch angeführten 4 km nur 3,25 km.
- Die Streckenabschnitte Chrlice – Hostěrádky-Rešov und Blážovice - Nezamyslice bzw. Luleč – Ivanovice na Hané verlaufen durch sanft-hügeliges Gebiet, die Strecke wird überwiegend auf einem einige Meter hohen Damm oder in einem ähnlich tiefen Einschnitt entlang mäßig geneigter Hänge geführt, gelegentlich werden kleine Täler auf höheren Dämmen überquert, es gibt keine Tunnel oder große Brücken^{165,166,167}. Diese Projekte wurden daher mit der Schwierigkeitsstufe 3 eingestuft und die Baukosten auf 86 Mio. Kč/km angesetzt.
- Die Ausweiche Prudká (derzeit eine eingeleisige Haltestelle) wurde wie ein 150m langer zweigleisiger Abschnitt in der Schwierigkeitsstufe 3^{168,169} mit 86 Mio. Kč/km beurteilt, hinzu kommen 150m Bahnsteig (siehe 4.4.2.1.4) plus zwei Weichen, nach Methodikstudie um ca. 1000000 Kč. Die 2 km lange Ausweiche zwischen dem Bahnhof Čejč und der Haltestelle Mutěnice zastávka wurde als 2 km langer zweigleisiger Abschnitt in der Schwierigkeitsstufe 2^{170,171} mit 60 Mio. Kč/km bewertet, die Weiche wurden vernachlässigt.

Auf den Abschnitten Zastávka u Brna – Vysoké Popovice und Chrlice – Hostěrádky-Rešov / Luleč-Ivanovice / Blážovice – Nezamyslice wurden noch 11 Mio. Kč/km für die Elektrifizierung des zweiten Gleises berechnet (gemäß Methodikstudie die halben Kosten der Elektrifizierung einer eingeleisigen Strecke).

4.4.2.1.2 Elektrifizierung von Streckenabschnitten

Die Kosten für Elektrifizierung unterscheiden sich gemäß der Methodikstudie nur wenig nach den Schwierigkeitsstufen, sie liegen im Bereich von 15 bis 17,5 Mio. Kč/km. Gemäß der „Strategie zur Entwicklung des Eisenbahn- und des damit zusammenhängenden Radverkehrs in Tschechien“¹⁷² betragen die Elektrifizierungskosten 25 Mio. Kč/km. Zum Vergleich wurden Kostenangaben für aktuelle Elektrifizierungsprojekte gesucht^{173,174,175}. Die veranschlagten Kosten dieser Projekte liegen in einer Bandbreite von 12 – 120 Mio. Kč/km, zumeist im Bereich von 35-70 Mio. Kč/km; alle Projekte enthalten aber auch viele andere Maßnahmen als nur die Elektrifizierung, in der Regel eine Oberbausanierung und neue Zugsicherungseinrichtungen. Eine solche Modernisierung kann zwar sehr nützlich und gerechtfertigt sein, dies allerdings auch bei Diesel- oder Hybridtraktion, und daher stellen die Kosten dafür keine spezifischen Kosten von Varianten mit Elektrifizierung dar. Passendere Beispiele sind die Elektrifizierung České Budějovice – České Velenice¹⁷⁶ (18 Mio. Kč/km inkl. Zugsicherungssystem) oder Lysá nad Labem – Milovice¹⁷⁷ (20 Mio. Kč/km, davon 70% Vorbereitungsarbeiten, modernisiert wurde die Strecke bereits). Letztlich wurde generell von 20 Mio. Kč/km für alle Elektrifizierungsprojekte ausgegangen.

Ein Ausnahmefall ist die Elektrifizierung der Strecke 251: Der Bahnhof an der Kreisgrenze, Nedvědice, gehört zu einer kleinen Gemeinde (1300 Einwohner)¹⁷⁸, als Endstation der Vorortzüge wäre der Bahnhof Bystřice nad Pernštejnem (9000 Einwohner)¹⁷⁹ im Kreis Vysočina viel logischer. In den Fahrplan- und Betriebsvarianten ist daher stets Bystřice nad Pernštejnem die Endstation der Vorortzüge und die Kosten der Umläufe wurden, wie auch bei den anderen grenzüberschreitenden Umläufen, nach dem Anteil der Entfernung bzw. der Umlaufzeit am Territorium des jeweiligen Kreises aufgeteilt. Würden nur die Kosten der Elektrifizierung bis Nedvědice berücksichtigt, würde das zwar zu einem richtigen Ergebnis aus der Sicht des Südmährischen Kreises führen. Der Vorteil, dass die Elektrifizierung eines kürzeren Abschnitts (Tišnov – Nedvědice) Fahrten mit Elektrotraktion auf einem längeren Abschnitt (Brno –

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

Nedvědice) ermöglicht, würde in diesem Fall aber nur dem südmährischen Kreis zugerechnet und es wäre daher zu erwarten, dass eine ähnliche Rechnung für dieses nicht vernünftig teilbare Projekt auf der Seite des Kreises Vysočina ein anderes Ergebnis brächte. Mit den vollen Elektrifizierungskosten bis Bystřice zu rechnen ist aber jedenfalls inkorrekt, da so die gesamten Elektrifizierungskosten mit den Energiekosteneinsparungen nur auf dem südmährischen Teil der Umläufe verglichen würden. Als Kompromiss wurde mit der Streckenlänge Tišnov – Bystřice, multipliziert mit dem Entfernungsanteil des Umlaufs Brno – Bystřice – Brno auf südmährischem Gebiet gerechnet. Dies bedeutet, dass dem Südmährischen Kreis 24 von insgesamt 32 km Elektrifizierung zugerechnet werden, obwohl in Wirklichkeit nur 16 km auf südmährischem Gebiet liegen.

4.4.2.1.3 *Neubaustrecken*

Variantspezifische Streckenneubauten sind die Schleife Křenovice und die Streckenumlegung bei Dubňany und Svatobořice-Mistřín. In der Methodikstudie sind als Streckenneubauten nur zweigleisige, elektrifizierte TEN-Strecken (ohne Bahnhöfe) angeführt, sonst nur Umlegungen (enthält auch die Rekultivierung) oder die Zulegung eines nicht elektrifizierten Gleises. In der für beide Projekte gewählten Schwierigkeitsstufe 2^{180,181,182} betragen die Kosten für die TEN-Strecke 140, für die Umlegung 110, für den zweigleisigen Ausbau 60 Mio. Kč/km. Gemäß der „Strategie zur Entwicklung des Eisenbahn- und des damit zusammenhängenden Radverkehrs in Tschechien“¹⁸³ betragen die Kosten für eine neue eingleisige Regionalbahn 50 Mio. Kč/km.

Aktuelle Projekte der Reaktivierung von Grenzübergängen¹⁸⁴ weisen, abgesehen vom Grenzübergang Hevlín – Laa/Thaya, erheblich niedrigere Kosten auf (4 - 47 Mio. Kč/km), hier ist aber anzunehmen, dass teilweise noch der alte Unterbau verwendbar ist.

Für die weiteren Berechnungen wurden im Falle der Umlegung bei Dubňany 98 Mio. Kč/km veranschlagt, bei der Schleife Křenovice 125 Kč/km, weil wegen der geringeren Entfernung von Brno höhere Grundstückspreise zu erwarten sind und sie auch noch elektrifiziert werden müsste (und zwar bis Slavkov).

Ein Bestandteil der Umlegung bei Dubňany ist auch die Sanierung der Strecke Dubňany – Kyjov zur Erhöhung der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 40-50 auf 60-70 km/h (die für den integralen Takt erforderliche Fahrzeit beträgt ca. 17 Minuten auf dem 14 km langen Abschnitt Dubňany – Kyjov), darüber hinaus wurde auch mit einer 2 km langen Umlegung im Gebiet von Svatobořice – Mistřín gerechnet, um die Entfernung zwischen Bahnhof und Ort zu verkürzen. Im Bereich dieser Gemeinde wären verschiedene Umlegungsvarianten denkbar, möglicherweise auch längere, das grundsätzliche Konzept der Reaktivierung wäre aber auch ohne diese Umlegung realisierbar.

In der Methodikstudie werden für die Gesamtsanierung des Unterbaus, seiner Objekte und dem Austausch des Oberbaus in der Schwierigkeitsstufe 2 17,8 Mio. Kč/km angegeben, in der der „Strategie zur Entwicklung des Eisenbahn- und des damit zusammenhängenden Radverkehrs in Tschechien“ für die Sanierung einer eingleisigen Strecke 10 Mio. Kč/km (Preisniveau 2003)¹⁸⁵. Für die weiteren Berechnungen wurden die Kosten mit 17,4 Mio. Kč/km angenommen.

4.4.2.1.4 *Verlängerung von Vollbahn-Bahnsteigen*

Neue bzw. verlängerte Bahnsteige sind in einigen Varianten in den Stationen Hustopeče (Verlängerung um 80m) und Prudká (zweites Gleis im Fall einer Ausweiche) erforderlich. Es wurde der Kostensatz von 5560 Kč/m gemäß Methodikstudie herangezogen.

4.4.2.2 **Straßenbahninfrastruktur**

Die Methodikstudie enthält keine Daten über Straßenbahninfrastruktur, die Wahrscheinlichkeit größerer Abweichungen ist hier daher größer. Die gesamte Bedeutung der Infrastrukturkosten für die Stadtregionalbahn ist jedoch gering: Nur am Streckenbündel Nordwest haben diese einen Anteil von ca. 5% aller berücksichtigten Kosten, auf allen anderen Streckenbündeln sind sie fast vernachlässigbar.

4.4.2.2.1 *Übergangsstrecken für die Stadtregionalbahn inkl. Brücken*

Übergangsstrecken in Form von Rampen entlang bestehender Strecken (Židenice und Černovice) wurden wie ein Hinzufügen eines Streckengleises (zweigleisiger Ausbau) in der Schwierigkeitsstufe 4 mit 130 Mio. Kč/km bewertet (wegen der Rampe und der städtischen Umgebung), für die zweigleisige Verbindungsstrecke in Černovice wurde das 1,5-fache der Kosten für die Zulegung eines Streckengleises berechnet. Es wurde auch berücksichtigt, dass die südliche Kante des Gleisdreiecks derzeit eingleisig ist und es notwendig wäre, etwa 280m bis zur Einmündung in die Strecke Židenice – Slatina zweigleisig auszubauen. Aus den so gewonnenen Werten wurden in beiden Fällen angesichts des einfacheren Oberbaus der Straßenbahnstrecke 15% abgezogen.

Die Kosten für die Errichtung einer zweigleisigen Straßenbahn-Verbindungsstrecke Královo Pole – Kartouzská auf den Resten der ehemaligen Anschlussbahn (der Damm ist für eine eingleisige Strecke

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

relativ breit, für eine zweigleisige müsste er jedoch verbreitert oder verfestigt werden - siehe Abbildung 92) wurden auf 140 Mio. Kč/km geschätzt, was gemäß der Methodikstudie etwa einer zweigleisigen, elektrifizierten TEN-Strecke in der Schwierigkeitsstufe 2 oder einem zweigleisigen Ausbau einer bestehenden Strecke in der Schwierigkeitsstufe 4 oder einer Streckenumlegung einer eingleisigen Strecke in der Schwierigkeitsstufe 3 oder zwei Anschlussbahngleisen in der Schwierigkeitsstufe 2-3 entspricht.

Das Übergangsstück beim Hauptbahnhof wurde als 50m Gleis um 42.000 Kč/m plus 2090000 Kč für zwei Weichen berechnet.

Für beide Brücken (über den Umfahrungsstraßenring in Králové Pole und über die Gleisanlagen südlich des Hauptbahnhofs) wurde eine erforderliche Länge von 225m angenommen (ca. 6,5% Steigung^{186,187} bei einem Höhenunterschied von 6m¹⁸⁸ plus 40m Abstand zwischen den Rampen), die veranschlagten Kosten sind 390000 Kč/m für eine zweigleisige Brücke (Královo Pole) bzw. 243000 Kč/m für eine eingleisige (Hauptbahnhof).

Die Methodikstudie führt für große Vollbahnbrücken im Falle einfacher geologischer Verhältnisse und einer gut zugänglichen Baustelle 500000 Kč/m für eine zweigleisige und 292000 Kč/m für eine eingleisige Brücke an. Aus der Kostenberechnung für die Reaktivierung des Grenzübergangs Hevlín – Laa/Thaya¹⁸⁹ ergeben sich Brückenkosten von ca. 390000 Kč/m (Preis 2004), was sich jedoch nur auf die Brücke selbst bezieht, während im Falle der für die Stadtrationalbahn erforderlichen Brücken auch mit den Rampen gerechnet wurde.

4.4.2.2 *Neubau und Verlängerung von Straßenbahn-Bahnsteigen*

Die Kosten für Bau oder Verlängerung von Straßenbahn-Bahnsteigen wurden auf die Hälfte der Kosten für Vollbahn-Bahnsteige geschätzt, das bedeutet 2780 Kč/m.

4.4.2.3 *Stadtrationalbahn-Abstellgleise*

Der Kostensatz für den Bau von Straßenbahn-Abstellgleisen wurde mit 21000 Kč/m angenommen, was gemäß Methodikstudie um 50% mehr ist als die reinen Baukosten der Errichtung eines Streckengleises für Geschwindigkeiten von weniger als 120 km/h.

4.4.2.3 **Lebensdauer und Annuitätenberechnung**

České Dráhy erwähnen eine angenommene ökonomische Lebensdauer von Eisenbahnstrecken im Bereich von 20-50 Jahren¹⁹⁰, für die weiteren Berechnungen wurde zumeist vom Durchschnittswert von 35 Jahren ausgegangen. Eine solche ökonomische Lebensdauer erfasst freilich alle kostenmäßig relevanten Elemente der Strecke, anders ausgedrückt beinhaltet sie zukünftige Kosten für regelmäßige Erneuerungsarbeiten am Oberbau und anderen Einrichtungen. Im Fall von Umlegungen wurde daher der Maximalwert von 50 Jahren angesetzt, da die Erhaltung der alten Strecke wegfällt.

4.5 Einsparungen durch Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte^a

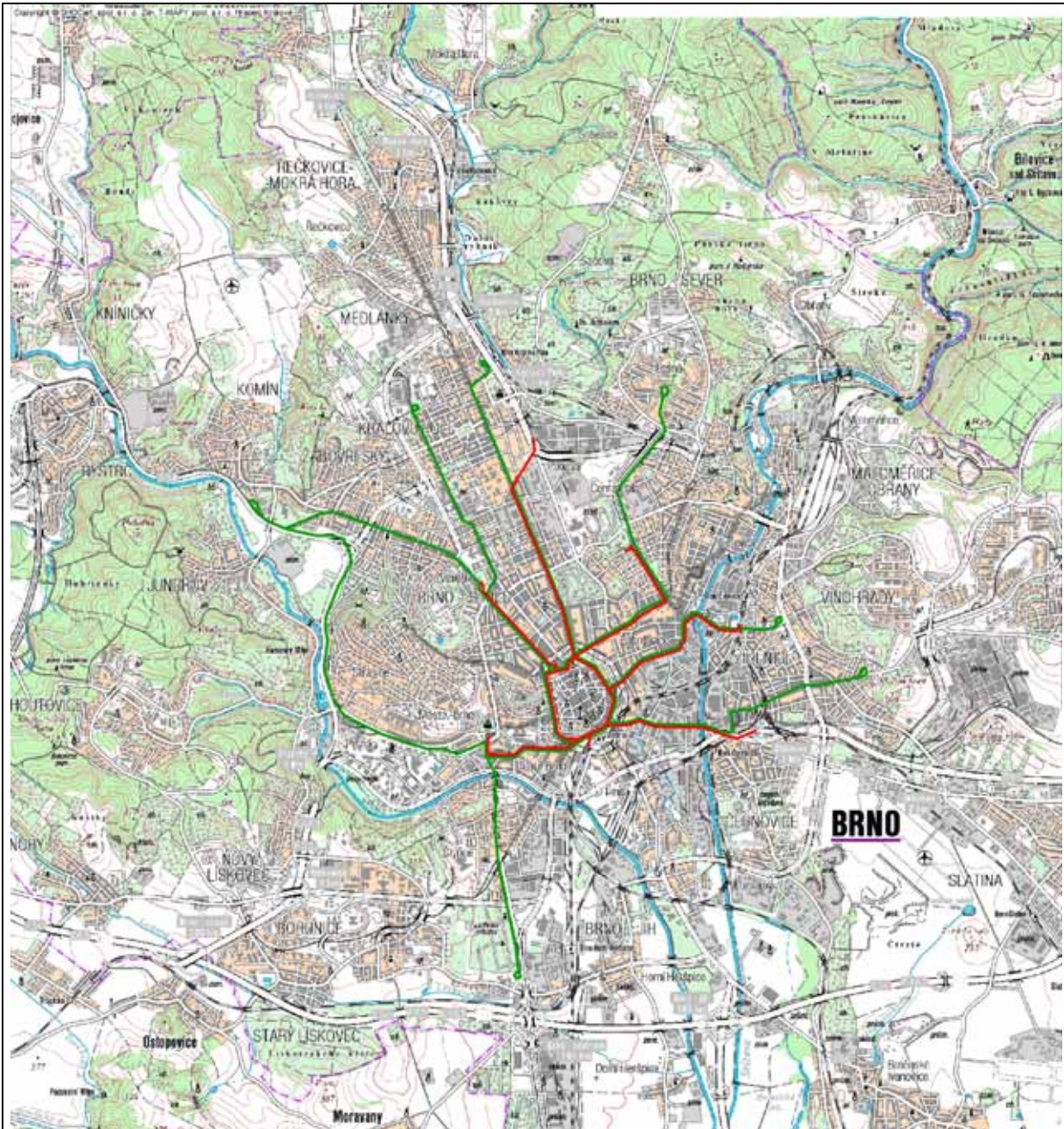


Abbildung 24: Streckenabschnitte, über die Stadtrationalbahnliesen geführt werden (rot) und Abschnitte, wo es zu einer Reduktion der Straßenbahnkurse kommt (grün) Kartengrundlage: Mapa CR online, farblich angepaßt¹⁹¹ Mehr über die Linienführung der Stadtrationalbahn innerhalb der Stadt siehe 6.1.4.3

Die Einsparungen durch Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte wurden auf Grundlage der vorgeschlagenen Änderungen von Fahrplan und Linienführung der Straßenbahn berechnet, welche durch die Einführung der Stadtrationalbahn ermöglicht werden sollten: Die Stadtrationalbahnen fahren nicht nur vom nahen Umland zum Hauptbahnhof, sondern befahren auch Straßenbahnabschnitte im Stadtzentrum und decken somit teilweise Verkehrsbedürfnisse innerhalb der Stadt ab bzw. ermöglichen eine direkte Fahrt von Fahrgästen aus dem Umland, die ansonsten auch Straßenbahnkurse benützt

^a Die Einsparungen durch Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte können die zusätzlichen Kosten der Stadtrationalbahnvarianten nur senken, die Kosten der Varianten mit Stadtrationalbahn sind auch mit Berücksichtigung der Kompensationseffekte höher als die der konventionellen Varianten. Details siehe Ergebnisse: 5.2.3.2.3, 5.3.3.2.2, 5.4.3.2.3 und 5.6.3.2.3.

4 Kostensätze (Einheitspreise) für die Bewertung der Varianten

hätten. Daher wird damit gerechnet, dass in einigen Fällen eine Fahrt einer (größeren) Stadtrationalbahngarnitur eine Fahrt einer (kleineren) Straßenbahngarnitur erspart, und zwar auf einer längeren Linie als es dem von der Stadtrationalbahn befahrenem innerstädtischen Abschnitt entspricht. Die Straßenbahnabschnitte, welche von Stadtrationalbahnen befahren werden, und die Abschnitte, auf denen es zu einer Reduktion des Straßenbahnverkehrs kommt, sind in Abbildung 24 dargestellt, für eine genauere Beschreibung der Berechnungsmethode der Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte siehe Anhang E.IV.b.

Bei der Einschätzung der Rahmenbedingungen für die Berechnung der Einsparungen durch Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte (zukünftige Entwicklung des Straßenbahnnetzes und der Fahrpläne, genaue Nachfragecharakteristik etc.) besteht mehr als bei anderen Kostenkomponenten das Risiko von Fehlern und möglichen Abweichungen von der Realität. Obwohl die Stadtrationalbahn-Kompensationseffekte eher vorsichtig berechnet wurden (etwa dass eine große Stadtrationalbahngarnitur stets eine viel kleinere Straßenbahngarnitur ersetzt), erreichen sie zumindest auf einem Streckenbündel (Nordwest) eine recht große Bedeutung (bis zu 28% der berücksichtigten Kosten am ganzen Streckenbündel), auf den anderen Streckenbündeln liegen sie in der Größenordnung von 3-7%^a. Daher wurde für den Fall, dass sich der Straßenbahnverkehr nach der Einführung der Stadtrationalbahn nicht im angenommenen Ausmaß optimieren lässt, von den erwarteten Einsparungen durch Kompensationseffekte ein Drittel als „Sicherheitsfaktor“ abgezogen.

4.5.1 Anschaffung und Amortisation von Straßenbahnfahrzeugen

Die Kalkulation des Verkehrsbetriebs Brno (DPMB) für die Straßenbahn¹⁹² enthält zwar einen Posten „Abschreibungen“, der angeführte Wert ist allerdings unglaublich niedrig, was dadurch bedingt sein kann, dass ein großer Teil der Fahrzeuge zwar noch fährt, buchhalterisch aber bereits abgeschrieben ist, oder dass die Fahrzeuge zum Teil durch die Stadt oder mit einem Zuschuss durch die Stadt beschafft werden. Daher wurde eine ähnliche Vorgangsweise wie für die Anschaffungs- und Amortisationskosten von Vollbahnfahrzeugen gewählt:

Straßenbahntyp und Besteller	Preis pro 2/3-Sitzplatz
Škoda 14 T Praha	792271 ^{193,194}
Vario LF 3 pro USA	1092896 ^{195,196}
Inekon Trio Olomouc	853659 ^{197,198}
Anitra Brno (Škoda 03 T)	793651 ^{199,200}
CityRunner Linz	966667 ^{201,202}
CityRunner Innsbruck	1081818 ²⁰³
ULF Wien	1211636 ^{204,205,b}
Tango Lyon	972222 ²⁰⁶

Tabelle 6: Näherungsweise Anschaffungspreise von Straßenbahnfahrzeugen, auf 2/3-Sitzplätze umgerechnet, Preisstand der Jahre 2004 - 2006.

Als realistischer Preis für Straßenbahnfahrzeuge in der Tschechischen Republik wurden 850000 Kč/Sitzplatz angenommen (siehe Tabelle 6). Im Hinblick darauf, dass sich in Straßenbahnen im Vergleich zu Vollbahn- und Tram-Train-Garnituren mehr Stehplätze und weniger Sitzplätze befinden, wurde mit 1,5 Personen pro Sitzplatz gerechnet, in diesem Fall ist der Preis pro Platz etwa 570000 Kč. Die Lebensdauer der Fahrzeuge wurde mit 30 Jahren ohne Berücksichtigung der jährlichen Laufleistung angenommen. (Die Laufleistung der Straßenbahnfahrzeuge, welche wegen der Stadtrationalbahn nicht gekauft werden müssen, ist nicht bekannt). Das Ergebnis sind jährliche Amortisationskosten von etwa 34000 Kč pro Platz.

^a Der große Unterschied zwischen den Streckenbündeln lässt sich damit erklären, dass nur für das Streckenbündel Nordwest kurze Stadtrationalbahnintervalle vorgeschlagen werden, **und** eine große Länge der ersetzten Straßenbahnlinie **und** eine geringe Betriebsleistung des restlichen Vollbahnverkehrs vorliegt.

^b Geschätzter Durchschnitt der Platzzahlen der langen und der kurzen Version

4.5.2 Energie und Wartung

Die Kosten für Energie und Wartung wurden aus der Kalkulation des Verkehrsbetriebs Brno für die Straßenbahn²⁰⁷ für das Jahr 2004 entnommen und betragen 0,36 Kč/Platz-km. Zusammen mit der vom Fahrzeuggewicht abhängigen Komponente der Infrastrukturentgelte bilden sie die von den zurückgelegten Bruttotonnenkilometern abhängige Komponente der ersparten Straßenbahnbetriebskosten.

4.5.3 Fahrpersonal

Die Lohnkosten der FahrerInnen wurden direkt aus der Kalkulation des Verkehrsbetriebs Brno für die Straßenbahn²⁰⁸ für das Jahr 2004 entnommen und betragen, inklusive geschätzter Korrektur des Unterschieds Wagen-km/Kurs-km (siehe 4.3.3) 12,35 Kč/Kurs-km. Die Lohnkosten der Fahrer und die vom Fahrzeuggewicht unabhängigen Infrastrukturentgelte bilden zusammen die Kostenkomponente, die von der Betriebsleistung in Wagenkilometern abhängt.

4.5.4 Infrastrukturbenützungsentgelte

Den (hypothetischen) Entgelten für die Benützung von Straßenbahninfrastruktur wurde das selbe Schema zu Grunde gelegt wie für Vollbahnstrecken, weil für Fahrten von Tram-Train-Fahrzeugen auf Straßenbahngleisen auch schon so vorgegangen wurde (siehe 4.4.1). Für die Berechnung des Entgeltpostens, der von den zurückgelegten Bruttotonnenkilometern abhängt, wurde das Fahrzeuggewicht pro Platz (auch hier wurde mit 1,5 Personen pro Sitzplatz gerechnet) nach den technischen Daten der Straßenbahnen Škoda 03 T²⁰⁹ und 14 T²¹⁰ berechnet, ebenso das Verhältnis dieser Platzzahl zur gesamten Platzkapazität^a. Der Anteil dieser eher hypothetischen Kosten an den gesamten Einsparungen durch Stadtreregionalbahn-Kompensationseffekte beträgt nur etwa 15%.

4.6 Einsparungen durch Reduktion von Autobus-Parallelverkehr

In den umfangreicheren Varianten am Streckenbündel Břeclav – Hodonín wurden auch Einsparungen durch die Reduktion von Autobus-Parallelverkehr quantifiziert. Dabei wurde von laufenden Zuschüssen in der Höhe von 26 Kč/Bus-km im Preisniveau des Jahres 2006 ausgegangen, die nicht nur in Materialien von KORDIS²¹¹ angegeben sind, sondern auch allgemein als grobe Größenordnung von Zuschüssen im Autobusverkehr gelten²¹². Es handelt sich jedoch um reine Zuschüsse, hinzu kommen die Fahrgeldeinnahmen. Daher wurden die angenommenen Fahrgastzahlen, welche vom Eisenbahnverkehr übernommen werden, mit einem geschätzten Fahrpreis von 1 Kč/Pkm im Preisniveau 2006 multipliziert, was etwa dem Stammkundentarif (Vielfahrerkarte analog zur Vorteilscard in Österreich) von ČD entspricht.

Einen Überblick über die angewandten Einheitssätze für Kompensationseffekte gibt Tabelle 7:

	Einsparungen durch Kompensationseffekte		
Einsparungen durch vermiedene Straßenbahnleistungen	Fahrzeugamortisationskosten	30810	Kč/(2/3-Sitzplatz * Jahr)
	Fahrpersonalkosten + Entgelt für Betriebsführung	23	Kč/Kurs-km
	Energie- und Instandhaltungskosten + Entgelt für Infrastrukturbenützung	0,38	Kč/Platz-km (2/3 Sitzplätze)
Einsparungen durch vermiedene Autobusleistungen	Zuschuss an Verkehrsunternehmen	26	Kč/Bus-km
	Fahrgeldeinnahmen	1,00	Kč/Pers-km

Tabelle 7: Verwendete Sätze für Einsparungen durch Kompensationseffekte aufgrund vermiedener Straßenbahn- oder Autobusleistungen

^a Das Verhältnis Sitzplätze * 1,5 / gesamte Platzzahl war erforderlich, weil in der Kalkulation des Verkehrsbetriebs Brno (DPMB) Kennzahlen auf die gesamten Platzkilometer bezogen waren.