



# **Ermittlung der finanziellen Risiken des Stadtbahntunnels Karlsruhe**

Auftraggeber:

Bündnis 90 / DIE GRÜNEN  
Gemeinderatsfraktion Karlsruhe  
Hebelstr. 13  
76133 Karlsruhe

München, im Dezember 2009



## Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation, Zielsetzung und Vorgehensweise der Studie	3
2.	Offiziell ermittelte Baukosten und finanzielle Auswirkungen für die Stadt Karlsruhe	5
2.1	Bisherige Ermittlung der Baukosten und vorgesehene Finanzierung des Projektes	5
2.2	Auswirkungen der Baukosten-Erhöhung auf die Förderungsfähigkeit durch Bund und Land	7
2.3	Risiko des Ausfalls von Fördermitteln	8
3.	Risiken von Baukosten-Steigerungen während der Bauphase	10
3.1	Plausibilitätskontrolle der offiziell genannten Baukosten des Stadtbahntunnels	11
3.2	Erhöhte Baukosten aufgrund der Steigerung der Baupreise	14
3.3	Erhöhte Baukosten aufgrund bautechnischer Risiken	15
3.4	Erhöhte Baukosten bei Berücksichtigung eines kalkulatorischen Zinses	16
4.	Abschätzung der Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten des Stadtbahntunnels	19
4.1	Zur Methodik der Ermittlung von Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten	19
4.2	Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten für den Stadtbahntunnel	22
4.3	Einsparung an Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten durch Wegfall oberirdische Straßenbahn	24
4.4	Einsparung an Betriebskosten durch beschleunigte Zugumläufe	25
4.5	Saldo der Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten	27
5.	Ergebnis der Untersuchung und Ausblick	28
	Quellenangaben	31



## 1. Ausgangssituation, Zielsetzung und Vorgehensweise der Studie

Um den bereits sehr dichten Fahrplankontakt der Straßenbahn in der Karlsruher Innenstadt weiter zu verdichten, aber ohne den Auto- und Fußgängerverkehr zu behindern, soll das Projekt "Kombilösung" realisiert werden, das eine Kombination aus neuem Straßenbahn-Tunnel unter der Kaiserstraße (Stadtbahntunnel), neuer oberirdischer Straßenbahn-Strecke in der Kriegsstraße und neuem Straßentunnel unter der Kriegsstraße darstellt. Inzwischen läuft die Ausschreibung für die durchzuführenden Bauleistungen für den Stadtbahntunnel. Die von der Bauindustrie abzugebenden Angebote sollen die anfallenden Baukosten möglichst präzise benennen.

Bei den meisten vergleichbaren Tunnelprojekten des Schienen- und Straßenverkehrs lagen die bis zur Inbetriebnahme aufgelaufenen Baukosten deutlich höher als nach der Kostenkalkulation vor Baubeginn, was unter anderem auf Zinsen für die Kreditaufnahme zur Zwischenfinanzierung des Projekts, insbesondere durch Verlängerung der ursprünglich angenommenen Bauzeit, auf Preissteigerungen während der Bauphase, vor allem durch Anstieg der Rohstoff- und Energiepreise, auf unvorhergesehene bautechnische Schwierigkeiten (z.B. geologische Probleme des nicht vollständig erkundeten Untergrundes, Altlasten im Boden), auf nach der Genehmigung noch geänderte Baupläne sowie auf den größeren Detaillierungsgrad der Ausführungsplanung gegenüber den Plänen zur Zeit der Planfeststellung zurückzuführen war. Angesichts des Unglücks beim U-Bahn-Bau in Köln sind auch Risiken und Folgekosten von Einstürzen von Bauwerken während der Bauarbeiten zu berücksichtigen. Da die Stadt Karlsruhe knapp 30% der Baukosten übernehmen wird und später für den Unterhalt der fertiggestellten Tunnels aufkommen muß, ist es für den Gemeinderat von großem Interesse, über die am Ende tatsächlich zu erwartenden Gesamtkosten genau Bescheid zu wissen. Deshalb ist es erforderlich, die finanziellen Risiken der Kombilösung möglichst präzise zu ermitteln.

Von ähnlichem finanziellem Gewicht sind die Folgekosten der Investition, die der Betreiber der Straßenbahn und somit die Stadt ebenfalls zu schultern hat. Die Betriebs- und Unterhaltskosten sowie die Abschreibungen des Stadtbahntunnels stellen eine langfristige Belastung für den Stadthaushalt dar. Diese sollen ebenfalls abgeschätzt werden.

Der Straßentunnel unter der Kriegsstraße und die oberirdische Straßenbahn durch die Kriegsstraße sind nicht Gegenstand der vorliegenden Betrachtung, sondern nur der West-Ost-Stadtbahntunnel unter der Kaiserstraße mit Abzweig zum Ettlinger Tor in Richtung Hauptbahnhof.

Die Untersuchung gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil (Kapitel 2) wird auf Basis der offiziell ermittelten Baukosten der Frage nachgegangen, welche finanziellen Auswirkungen der Stadtbahntunnel unter der Kaiserstraße für die Stadt Karlsruhe bzw. die KASIG (Karlsruher Schieneninfrastruktur Gesellschaft mbH) hat. Im zweiten Teil (Kapitel 3) werden die offiziell ermittelten Baukosten hinterfragt und Risiken möglicher Baukostensteigerungen diskutiert. Der dritte Teil (Kapitel 4) beschäftigt sich mit der langfristigen Belastung für die Stadt Karlsruhe aufgrund erhöhter Betriebs- und Unterhaltskosten.



## **2. Offiziell ermittelte Baukosten und finanzielle Auswirkungen für die Stadt Karlsruhe**

### **2.1 Bisherige Ermittlung der Baukosten und vorgesehene Finanzierung des Projektes**

Im Jahr 2004 wurde eine Kostenschätzung für das Projekt "Kombilösung Karlsruhe" vorgenommen. Ende 2005 wurden die Planfeststellungsunterlagen für die Kombilösung, Teilprojekt Stadtbahntunnel, fertiggestellt und in den folgenden zwei Jahren geringfügig modifiziert.

Für das Teilprojekt wurden 2004 Baukosten von 333 Mio EUR ermittelt. Für diesen Betrag wurde ein Förderantrag nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz beim Land Baden-Württemberg gestellt. Im Dezember 2008 wurde dieser Antrag unter Vorbehalt bewilligt. Der Vorbehalt betrifft mögliche Kostensteigerungen, bei denen eine erneute Beurteilung des Förderantrags erforderlich wird.

Im November 2008 hat der Antragssteller eine erneute Kostenschätzung durchgeführt, die für den Stadtbahntunnel um 21% höher liegt als bei der Schätzung von 2004. Diese Preissteigerung wird auf zwei Faktoren zurückgeführt:

- Baupreissteigerungen
- aktualisierte Planung mit aufwendigeren Bauwerken aufgrund der Vorgaben aus dem Planfeststellungsverfahren, aufgrund des höheren Detaillierungsgrades der Planung und inzwischen verschärfter Vorschriften.



Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kosten des Gesamtprojekts und der beiden Teilprojekte sowie die durch Bund und Land versus KASIG bzw. Stadt Karlsruhe zu finanzierenden Anteile:

Tab. 1: Kombilösung Karlsruhe: Offiziell ermittelte Kosten und Finanzierungsanteile<sup>1</sup>

	Kosten in Mio EUR	
	Stand 2004	Stand 2008
Gesamtprojekt Kombilösung	495	588
- Stadtbahntunnel	333	403
- Anteil Bund und Land	237	290*
- Anteil KASIG/Stadt Karlsruhe	96	113*
- Tunnel/Straßenbahn unter/in der Kriegsstraße	162	185
Nutzen-Kosten-Wert Kombilösung	1,186	?

\* vorläufige Zahlen unter Vorbehalt einer erfolgreichen Finanzierungsvereinbarung

Betrachtet man allein das Teilprojekt Stadtbahntunnel mit Baukosten von 333 Mio EUR (Stand 2004) - nur für dieses Projekt wurde bislang der Förderantrag gestellt - so ist festzustellen, daß davon 237 Mio EUR von Bund und Land zusammen übernommen werden, so daß 96 Mio EUR oder 29% von der KASIG mbH bzw. von der Stadt Karlsruhe aufzubringen sind.

Indem inzwischen (Stand 2008) eine Erhöhung der Baukosten festgestellt wurde - allein beim Teilprojekt Stadtbahntunnel um 70 Mio EUR oder 21%, beim Gesamtprojekt um 93 Mio EUR oder knapp 19%, muß der Förderantrag mit dem Land neu verhandelt werden. Um unnötige Verwaltungsarbeit zu ersparen, ist man übereingekommen, daß für eine Neuverhandlung des Förderantrages nicht der Preisstand November 2008 herangezogen werden soll. Stattdessen möchte man noch abwarten, bis die detaillierten und präzisieren Kostenkalkulationen aufgrund konkreter Angebote der Bauindustrie vorliegen, die dann als Basis für eine Neuverhandlung des Förderantrages zu verwenden sind.



## 2.2 Auswirkungen der Baukosten-Erhöhung auf die Förderfähigkeit durch Bund und Land

Eine wesentliche Voraussetzung für jegliche finanzielle Förderung von Projekten des Öffentlichen Nahverkehrs durch Bund und Land besteht darin, daß der in der Standardisierten Bewertung ermittelte Nutzen-Kosten-Wert (NKW) - also der monetarisierte Nutzen, dividiert durch die Kosten - mindestens 1,0 beträgt. Das heißt, daß der Nutzen größer sein muß als die Kosten. Bei der Standardisierten Bewertung der Kombilösung Karlsruhe wurde das Gesamtprojekt und nicht nur der Stadtbahntunnel unter der Kaiserstraße betrachtet, wobei ein NKW von 1,186 errechnet wurde. Es stellt sich nun die Frage, ob angesichts einer Baukostensteigerung von rund 19% der neu zu ermittelnde NKW überhaupt noch die Marke von 1,0 übersteigt, so daß also die Gefahr besteht, daß durch die genannte Baukostensteigerung die Förderfähigkeit dieses Vorhabens entfällt, was zur Folge hätte, daß die gesamte Finanzlast der KASIG bzw. der Stadt Karlsruhe aufgebürdet würde.

Nach Aussagen der KASIG mbH wird die genannte Kostensteigerung um 19% zu rund 30% auf eine aktualisierte Planung mit aufwendigeren Bauwerken zurückgeführt und zu 70% auf Baupreissteigerungen. Während sich die Mehrkosten, verursacht durch aufwendigere Bauwerke, in vollem Umfang negativ auf den NKW auswirken, beeinflussen Baupreissteigerungen nur in Teilen den NKW, und zwar in dem Maße, in dem die Baupreiserhöhung größer ist als die allgemeine Preissteigerung. Denn die allgemeine Preissteigerung betrifft sowohl den Nutzen als auch die Kosten und hat somit keine Auswirkung auf den NKW.

Zur Komponente Nutzen des NKW ist zu sagen:

Die allgemeine Preissteigerung (sog. Verbraucherpreisindex) betrug von 2004 bis 2008 laut Statistischem Bundesamt 8,2%. Der Teilindex "Verkehr" des Verbraucherpreisindex weist sogar eine Preissteigerung von 14,9% aus. Soweit sich der Nutzen in der Standardisierten Bewertung aus mit Geld bewerteten Komponenten wie beispielsweise vermiedener CO<sub>2</sub>-Emission oder vermiedenen Verkehrstoten bezieht, wäre die allgemeine Preissteigerung als Korrektur heranzuziehen. Soweit sich der Nutzen aus verkehrlichen Einsparungen zusammensetzt (vermiedene Betriebskosten, reduzierter Autoverkehr), wäre die Preissteigerung im Verkehr heranzuziehen. Es ist somit eine plausible Näherung, den Mittelwert aus den zwei genannten Werten (8,2% und 14,9%) für die Steigerung des Gesamtnutzens heranzuziehen, das sind 11,5%.



Was die Komponente Kosten des NKW betrifft, ist folgendes zu sagen:

Die gesamte Kostensteigerung wurde von der KASIG mbH mit 19% angesetzt. Die Preissteigerung durch erhöhte Baupreise wird mit 14,5% angegeben, der Rest hat seine Ursache in der Aktualisierung der Planung mit aufwendigeren Bauwerken.

Die von der KASIG mbH unterstellte Baupreissteigerung wird im folgenden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen.

Ein Preisindex für U-Bahn-Tunnels wird vom Statistischen Bundesamt nicht erfaßt, was angesichts der geringen Zahl von Projekten auch gar nicht sinnvoll wäre. Deshalb wird hilfsweise das arithmetische Mittel aus den Preisindizes für "Brücken im Straßenbau" sowie "Ortskanäle" gebildet. Von 2004 bis November 2008 errechnet sich eine Preissteigerung von 15,3%. Somit ist der Korrekturfaktor der KASIG mbH mit 14,5% plausibel.

Wenn der Nutzen wie oben dargestellt aufgrund der inflationsbedingten Aktualisierung der Preise wie oben dargestellt um 11,5% steigt, gleichzeitig aber die Kosten um 19% ansteigen, ergibt sich folgender Korrekturfaktor für den Nutzen-Kosten-Wert:

$$\frac{1,115 \text{ Korrektur Nutzen}}{1,19 \text{ Korrektur Kosten}} = 0,937$$

Der korrigierte NKW beträgt demnach nicht mehr rund 1,19, sondern:

$$1,186 * 0,937 = 1,11$$

Die Finanzierung über Landes- und Bundesmittel wäre weiterhin gewährleistet, weil auch der korrigierte NKW noch über 1,0 liegen würde.

### 2.3 Risiko des Ausfalls von Fördermitteln

Die für alle GVFG-bezuschuften Verkehrsprojekte in Baden-Württemberg verfügbaren Fördermittel errechnen sich aus einem Schlüssel, der sich am jährlichen Volumen der Mineralölsteuer bemißt. Es kann vorkommen, daß bei nur wenigen im Land Baden-Württemberg in Bau befindlichen GVFG-bezuschuften Projekten der "Fördertopf" gar nicht ausgeschöpft wird und die Mittel "verfallen". Umgekehrt ist es aber auch denkbar, daß wenn viele GVFG-bezuschufte Verkehrsprojekte gleichzeitig begonnen werden und es zu Verzögerungen bei der Mittelvergabe kommen kann, weil die jährlich für



die Bezuschussung im Land verfügbaren Gelder limitiert sind. In diesem Fall muß die Stadt Karlsruhe die fehlenden Mittel selbst vorfinanzieren, d.h. Geld am freien Kapitalmarkt aufnehmen. (vgl. Kapitel 3.4)

Ein völliger Ausfall von Fördermitteln ist nach der endgültigen Bewilligung der Fördergelder vor Baubeginn nicht denkbar. Die Bewilligung des Förderantrags stellt einen Vertrag dar, der für Land und Bund bindend ist. Sollten sich nach Vertragsabschluß und somit nach dem Baubeginn Mehrkosten herausstellen, so hat dies für Land und Bund keinerlei Auswirkungen. Der Antragsteller hat jedoch sämtliche nicht beim letzten endgültigen Förderantrag angemeldeten Mehrkosten zu 100% selbst zu bezahlen. Auch wenn nach erneuter Aktualisierung der Baukosten während der Bauzeit der NKW von über 1 in Frage gestellt wäre, hätte dies rückwirkend keine weiteren Auswirkungen. Entscheidend ist lediglich, daß der NKW bei der letzten Kostenschätzung, die Teil des Förderantrags ist, vor Baubeginn über 1,0 liegt.

Ein Baubeginn bzw. eine Auftragsvergabe vor Abschluß einer endgültigen Finanzierungsvereinbarung im Rahmen des GVFG ist vertraglich explizit ausgeschlossen. In diesem Fall kann das Land die Förderung sogar vollständig zurückziehen.<sup>2</sup> Eine Nachverhandlung des Fördervertrages mit dem Ziel, Mehrkosten gefördert zu bekommen, ist ausgeschlossen.



### **3. Risiken von Baukosten-Steigerungen während der Bauphase**

In den letzten Jahren haben sich extreme Kostensteigerungen bei öffentlichen Großprojekten gehäuft. Die Kostensteigerungen traten in der Regel erst zu einem Zeitpunkt ein, zu dem der politische Entschluß zur Realisierung des Großprojektes schon fest stand und keine Revidierung der Entscheidung mehr möglich war. Die Gründe für die Mehrkosten sind vielfältig. So können erforderliche Planänderungen zu erhöhten Baukosten führen. Wenn sich die Planung und politische Diskussion eines Projektes über Jahre oder gar Jahrzehnte hinzieht, ergeben sich hohe Mehrkosten allein durch die inflationsbedingte Anpassung der Baupreise. Bei extremen Abweichungen der Kostenschätzung wie beim Nord-Süd-Tunnel Berlin oder der ICE-Neubaustrecke Nürnberg - Ingolstadt (Faktor 2,5 bis 3 gegenüber der Kostenschätzung bei politischer Beschlußfassung) sind allerdings Zweifel an der Tiefe der ursprünglichen Kostenschätzung angebracht. So wurden bei der ICE-Strecke Ingolstadt - Nürnberg die alles entscheidenden Tunnelbaukosten (Kosten pro Kilometer Tunnel) anhand von Erfahrungswerten beim Bau der durch geologisch relativ einfache Strukturen verlaufenden ICE-Strecke Würzburg - Hannover abgeschätzt, ohne daß die zu erwartenden erschwerten geologischen Verhältnisse (Karstgebirge mit einer Vielzahl von Höhlen) berücksichtigt worden wären.

Es ist deshalb angebracht, zunächst eine Plausibilitätskontrolle der offiziell genannten Baukosten des Stadtbahntunnels vorzunehmen. In einem zweiten Schritt werden mögliche Baukosten-Steigerungen betrachtet, die allein aufgrund des allgemeinen Anstiegs der Preise im Baugewerbe zu beobachten sind. An dritter Stelle sind bautechnische Risiken zu behandeln, die bisher zwar noch nicht berücksichtigt sind, aber zu einer nennenswerten Erhöhung der Baukosten führen können. Schließlich sind noch Kostensteigerungen zu nennen, die sich aus den Zinskosten für die Zwischenfinanzierung der Investitionskosten ergeben, falls die vom Bund und Land zugesagten Fördermittel nicht rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden bzw. nicht ausreichend sind.



### 3.1 Plausibilitätskontrolle der offiziell genannten Baukosten des Stadtbahntunnels

Anhand eines aktuellen Beispiels aus dem U-Bahn-Bau in München soll geprüft werden, ob die bislang ausgewiesenen Baukosten des Stadtbahntunnels in Karlsruhe plausibel sind. Hierzu werden die Kosten pro Streckenkilometer des Karlsruher mit denen des Münchner Vorhabens verglichen. Doch zunächst sind die Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Projekte darzustellen.

In München ist derzeit im Stadtteil Moosach eine U-Bahn-Strecke (Linie U 3) vom bisherigen U-Bahn-Endbahnhof Olympia-Einkaufszentrum zur neuen Endstation Moosach Bahnhof in Bau. Diese Tunnelstrecke weist in vielerlei Hinsicht Parallelen mit dem in Karlsruhe geplanten Stadtbahntunnel auf:

- Die Tunnelbau-Methoden sind bei beiden Projekten im wesentlichen identisch: Die Streckentunnels werden mit Hydroschild-Vortriebsmaschinen aufgeföhren, die Bahnhöfe werden in Deckelbauweise erstellt. Bei beiden Projekten hat, bezogen auf die Streckenlänge, die Deckelbauweise einen Anteil von 40% und der Schildvortrieb von 60%.
- Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Prinzip gleich: Die Tunnels befinden sich vollständig im Grundwasser, der Untergrund besteht aus nicht standfesten Kiesen und Sanden.
- Die Bahnhöfe haben in beiden Städten mit einer Tiefe von 13 bis 15 m, bezogen auf die Schienenoberkante, eine fast gleich tiefe Lage unter Gelände.
- Sowohl in München als auch in Karlsruhe besteht der Tunnel zu rund 80% aus der reinen Strecke und zu ungefähr 20% aus Bahnhöfen.
- Die Kostenschätzung hat jeweils den Preisstand des Jahres 2004.

Folgende Unterschiede bestehen hingegen zwischen dem Karlsruher und dem Münchener Projekt:

- In Karlsruhe ist im Bereich des Schildvortriebs ein einziger Streckentunnel für zwei Gleise vorgesehen, während in München-Moosach zwei Streckentunnels mit je einem Gleis gebaut werden.
- Der Karlsruher Tunnel hat einen Durchmesser von 9,40 m, was einen Ausbruchquerschnitt 69 m<sup>2</sup> ergibt. Jede Tunnelröhre in München weist einen Durchmesser von lediglich 7,36 m auf, aber der gesamte Ausbruchquerschnitt für beide Röhren zusammen beträgt 2 x 42,5 m<sup>2</sup> =



85 m<sup>2</sup> und ist somit um 23,2% größer als der Querschnitt des Tunnels in Karlsruhe.

Der in München in Bau befindliche U-Bahn-Tunnel hat eine Länge von genau 2 km, für die 180 Mio EUR veranschlagt werden. Somit betragen die Kosten pro Kilometer 90 Mio EUR. Der Karlsruher Tunnel wird 3,6 km lang sein, wobei hier die Rampenbauwerke anteilig berücksichtigt sind. Die Baukosten für den Stadtbahntunnel incl. Tunnelbahnhöfe in Karlsruhe werden mit 333 Mio EUR (Stand 2004) angegeben, also Kosten von 92,5 Mio EUR pro Streckenkilometer.

Aufgrund des geringeren Tunnelquerschnitts in Karlsruhe und der Tatsache, daß hier nur eine Tunnelröhre zu bauen ist, dürften in Karlsruhe die Rohbaukosten pro Kilometer reiner Streckentunnel um rund 30% unter Kosten pro Streckenkilometer in München-Moosach liegen, während die Baukosten für die Tunnelbahnhöfe pro Kilometer in etwa gleich sind. Da sich beim U-Bahn-Bau in München die Gesamtkosten jeweils zur Hälfte aus den Kosten für die Bahnhöfe und den Kosten für den Streckentunnel zusammensetzen, und dies in Karlsruhe ähnlich sein sollte, ist in Karlsruhe insgesamt mit Baukosten zu rechnen, die pro Streckenkilometer um rund 15% unter den Kosten des Münchner Vergleichsprojekts liegen.

In München entfallen rund 7% der gesamten Investitionskosten von 90 Mio EUR pro Streckenkilometer auf die Wiederherstellung der Oberfläche über den Tunnelabschnitten, die zuvor mit Deckelbauweise gebaut wurden. Aber da in Karlsruhe - anders als in München-Moosach - der Straßenbahnverkehr in der Bauphase aufrechterhalten werden soll und die Straßenbahn-Gleise hierfür zum Teil mehrfach verschwenkt werden müssen, dürften pro Streckenkilometer die Kosten für die Wiederherstellung der Oberfläche incl. Aufrechterhaltung des Straßenbahnbetriebs während des Tunnelbaus in Karlsruhe rund doppelt so hoch wie in München sein, was gegenüber den Münchner Kosten pro Streckenkilometer in Karlsruhe einen Zuschlag von rund 7% bedeutet.

Da die U-Bahnhöfe des genannten Projekts in München mit Mittelbahnsteigen versehen werden, während für die Tunnelbahnhöfe in Karlsruhe Seitenbahnsteige geplant sind, was eine doppelt so hohe Anzahl an Rolltreppen und Aufzüge erfordert, ist nach eigenen überschlägigen Berechnungen in Karlsruhe pro Streckenkilometer ein Zuschlag von 3% gegenüber den sonstigen Baukosten anzusetzen.

Der lediglich rund 250 m lange Streckentunnel vom Marktplatz zum Ettlinger Tor soll in der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT) gebaut werden, da sich auf einer derart kurzen Distanz der Einsatz von Hydroschild-



Vortriebsmaschinen nicht lohnt. In München-Moosach konnte man hingegen auf die Neue Österreichische Tunnelbauweise völlig verzichten. Aufgrund der für diese Bauweise ungünstigen geologischen Verhältnisse (nicht stand-feste Kiese und Sande) dürften in Karlsruhe für diesen Tunnelabschnitt Mehrkosten von rund 10 Mio EUR gegenüber einem nur theoretisch denkba-ren Schildvortrieb anzusetzen sein, was das Karlsruher Projekt pro Strecken-kilometer um weitere 3% teurer macht.

Zusammenfassend unterscheiden sich die Kosten pro Streckenkilometer in Karlsruhe gegenüber dem Münchner Projekt folgendermaßen:

Tab. 2: Zu- bzw. Abschläge zu den Kosten pro Streckenkilometer in Karlsruhe gegenüber dem Münchner U-Bahn-Bau

	Zu- bzw. Abschläge
kleinerer Tunnelquerschnitt	-15%
höhere Investitionen an der Oberfläche	+ 7%
zusätzliche Rolltreppen und Aufzüge für Seitenbahnsteige	+ 3%
abschnittsweise NÖT statt Schild- vortrieb	+ 3%
<hr/>	
Summe der Zu-/Abschläge	-2%

Somit müßten die Baukosten des Karlsruher Projekts pro Streckenkilometer insgesamt um 2% niedriger sein als in München-Moosach. Da die Kosten für die U-Bahn in München-Moosach mit 90 Mio EUR pro Streckenkilometer veranschlagt werden (siehe oben), errechnen sich, wenn man diesen Betrag als Ausgangsbasis heranzieht, in Karlsruhe folgende Baukosten pro Streckenkilometer

$$90 \text{ Mio EUR minus } 2\% = > 88,2 \text{ Mio EUR pro Kilometer.}$$

Tatsächlich werden in Karlsruhe die Kosten pro Streckenkilometer mit 92,5 Mio EUR kalkuliert, wobei mit dem Jahr 2004 derselbe Preisstand wie bei der Münchner U-Bahn angegeben ist. Die Kostenschätzung der KASIG mbH ist somit bezogen auf den Preisstand 2004 plausibel, in der Tendenz sogar eher großzügig als knapp, so daß kleinere Kostensteigerungen noch nicht den bislang vorgesehenen Rahmen sprengen werden.



### 3.2 Erhöhte Baukosten aufgrund der Steigerung der Baupreise

Baupreissteigerungen folgen anderen Regeln als beispielsweise die Verbraucherpreise. Da in Verbraucherpreise Güter wie Computer eingerechnet werden, die aufgrund des technischen Fortschrittes im Preis ständig fallen (ca. 30% pro Jahr) und im Baubereich der technische Fortschritt vergleichsweise gering ist und somit die Preissteigerung kaum dämpft, liegt die Baupreisentwicklung im Durchschnitt über Jahrzehnte hinweg immer über der Preissteigerung der Verbraucherpreise. Es gibt noch einen weiteren Unterschied: Während die allgemeinen Verbraucherpreise über die Jahre ständig leicht nach oben zeigen, sind die Baupreise sehr konjunkturabhängig. Dies liegt daran, daß der Baubereich sehr stark von Rohstoffpreisen abhängt und diese in Boomzeiten im Preis stark anziehen und in Zeiten einer Rezession sogar rückläufig sein können. Noch schwerer wiegt jedoch der Sachverhalt, daß sich Baupreise nicht nur aus der Summe der Kosten für den Bauunternehmer zusammensetzen, sondern sich aus Marktpreisen ergeben, die abhängig von Angebot und Nachfrage sind. So sind die Baupreise (Mittelwert aus "Brücken im Straßenbau" und "Ortskanäle", vgl. Kapitel 2.2) im letzten Jahr nach der Erhebung des Statistischen Bundesamtes von November 2008 bis Mai 2009 um 0,4% gestiegen, obwohl sich beispielsweise der Preis für Schrott als Indikator für den Stahlpreis in diesem Zeitraum mehr als halbiert hat. Daß die Baupreise auf dem hohen Niveau verharren, ist vermutlich dem Konjunkturprogramm der Bundesregierung "zu verdanken". Die Entwicklung ist ähnlich der der letzten konjunkturellen Boomphase: Von 1997 bis 2000 stiegen die Baupreise stark an, um dann bis 2005 auf demselben Niveau zu verharren. Es spricht deshalb einiges dafür, daß die Baupreise die kommenden Jahre keine dramatische Entwicklung nach oben nehmen, solange die Konjunktur sich nicht sehr schnell erholt und sich nicht nochmals ähnliche Überhitzungserscheinungen einstellen sollten wie in den letzten zwei Jahren, was angesichts der weltweit inzwischen vorsichtigeren Geldpolitik eher unwahrscheinlich sein dürfte.

Falls preisbedingte Baukostensteigerungen eintreten sollten, stellt sich die Frage, ob der Bauherr (KASIG mbH bzw. Stadt Karlsruhe) oder die Baufirmen das Risiko der Baupreissteigerungen übernehmen. Wenn nicht anders vereinbart, trägt üblicherweise die Baufirma das Risiko von Preissteigerungen und berücksichtigt schon im Angebot einen entsprechenden Zuschlag für mögliche künftige Preissteigerungen. Es ist denkbar, im Vertrag eine Klausel hinsichtlich der Preisentwicklung wichtiger Bau-Rohstoffe wie Stahl oder Beton zu vereinbaren und das Risiko zwischen Baufirma und Bauherr aufzuteilen.

Am Beispiel des Rohstoffs Stahl kann die Wirkung von Preissteigerungen abgeschätzt werden. Nach den Erfahrungen beim U-Bahn-Bau in München anhand zweier unterschiedlicher Strecken<sup>3</sup> beträgt der Stahlbedarf pro



Kilometer U-Bahn-Streckentunnel 3250 Tonnen und somit für das Karlsruher Projekt bei 3,6 km Tunnellänge 11.700 Tonnen. Der Schrottpreis als Indikator des Stahlpreises ist von 450 EUR pro Tonne Mitte 2008 auf 150 EUR pro Tonne Anfang 2009 gefallen. Der Einfluß des konjunkturell schwankenden Stahlpreises mit einer Schwankungsbreite von 300 EUR pro Tonne entspricht für das Gesamtprojekt Stadtbahntunnel einer Schwankungsbreite von 3,5 Mio EUR oder 1% der gesamten Bausumme. Die veränderten Rohstoffpreise haben somit keine grundlegende Auswirkung auf das Gesamtprojekt. Anders wäre dies beispielsweise beim Bau einer großen Stahlbrücke.

### **3.3 Erhöhte Baukosten aufgrund bautechnischer Risiken**

Beim Tunnelvortrieb mit der Methode NÖT (siehe oben) besteht grundsätzlich die Gefahr, daß der in Bau befindliche Tunnel an der Stelle des unmittelbaren Tunnelvortriebes einbricht, was zu erhöhten Kosten (Beseitigung der Schäden, Sicherung der Gefahrenstelle, Schadenersatz incl. Schmerzensgelder für Betroffene, Bauverzögerung) führt. Dieses Risiko besteht insbesondere dann, wenn irrtümlicherweise bei der Planung der Tunnelarbeiten angenommen wird, das Gestein sei standfest, vor allem auch gegen den Druck des Grundwassers, oder wenn der Druck des anströmenden Grundwassers unterschätzt wird. Unter solchen Bedingungen besteht eine Einsturzgefahr des neuen Tunnelabschnitts bis zur endgültigen Stabilisierung der Tunnelwände durch Beton. Doch diese Gefahr kann durch eine temporäre Vorabverfestigung gebannt werden, indem flüssiger Beton injiziert oder die gefährdete Stelle vereist wird. Bei einer unzureichenden Baugrund-Vorerkundung kann die Situation eintreten, daß die Ingenieure von der Festigkeit des umgebenden Gesteins überzeugt sind, in Wirklichkeit jedoch an einer Stelle ausnahmsweise nicht standfestes Gestein (Sand, Kies) eingelagert ist. Ein solcher Fall ereignete sich im September 1994 beim U-Bahn-Vortrieb nach der Methode NÖT in München-Trudering, wobei sich an der Oberfläche ein Krater bildete, in den ein Linienbus stürzte, was zu mehreren Todesopfern führte.

In Karlsruhe hingegen soll die NÖT nur auf 250 m Länge angewandt werden (siehe oben), wobei von vornherein bekannt ist, daß das umgebende Gestein nicht standfest ist, so daß eine Vorabverfestigung des Gesteins zwingend erforderlich ist. Das Risiko eines Tunneleinbruchs wie in München-Trudering ist somit äußerst gering.

Eine ähnliche Gefahr ist beim Tunnelbau in offener Bauweise gegeben, wenn die Seitenwände von offenen Baugruben nicht ausreichend befestigt bzw. nicht genügend gegen einströmendes Grundwasser abgedichtet sind. Ein solcher Fall war das spektakuläre Tunnelunglück in Köln im März 2009



(Einsturz von Wohngebäuden und des Stadtarchivs, mehrere Todesopfer und immense Schaden an historisch wertvollen Dokumenten).

Dagegen sind in Karlsruhe, von den flach liegenden Rampenbereichen abgesehen, keine offenen Baugruben vorgesehen, vor allem keine offenen Baugruben mit provisorischer Verbauung direkt neben Gebäuden, wie dies in Köln der Fall war. Die Wiederholung eines Unglückes ähnlich Köln ist daher in Karlsruhe nach menschlichem Ermessen auszuschließen.

Die Risiken von Baukostensteigerungen aufgrund unterschätzter geologischer Probleme verhalten sich ähnlich wie die Risiken eines Unfalls: Auch hier gelten die Deckelbauweise und der Schildvortrieb als relativ unproblematisch, während die Baukosten bei der NÖT und bei offener Bauweise stark von den geologischen Verhältnissen abhängig sind. Deshalb ist auch unter diesem Aspekt in Karlsruhe die Gefahr von unerwarteten Baukostensteigerungen relativ gering.

### **3.4 Erhöhte Baukosten bei Berücksichtigung eines kalkulatorischen Zinses**

Bei der Öffentlichen Hand ist es üblich, die Zinsen zur Bedienung der Staatsschulden als separaten Posten der kameralistischen Buchführung anzusehen und nicht den damit getätigten Investitionen zuzuordnen. In privatwirtschaftlichen Unternehmen hingegen werden in der betrieblichen Kostenrechnung alle Kosten und somit auch die Zinsen auf Projekte bzw. Produkte umgelegt. Der betriebliche Kostenbegriff schließt somit den Zinsdienst für das gebundene Kapital mit ein. Überträgt man diese Sichtweise auf die staatlichen Investitionsaktivitäten, so gelten als "Baukosten" - im Unterschied zu "Bau-Ausgaben" - sämtliche Kosten, die bis zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des betreffenden Bauwerks anfallen, also auch die bis dahin aufgelaufenen Zinsen.

Derzeit liegen die nominalen Zinssätze für festverzinsliche Wertpapiere der Öffentlichen Hand zwischen 3% und 4%.<sup>4</sup> Sollte die Konjunktur stark anspringen, so kann der Zins auf gut 5% steigen, wie dies im Jahr 2000 der Fall war.



## Finanzierungskosten während der Bauzeit

Unterstellt man, daß die Investitionen in das betreffende Projekt über die gesamte Bauzeit hinweg in Form gleichmäßiger "Jahres-Scheiben" anfallen, so entspricht die Zinsbelastung näherungsweise der Finanzierung der Endsumme aller Kosten über die Hälfte der Bauzeit. Bezogen auf eine Bauzeit von 5 Jahren muß also mathematisch die Zinsbelastung über 2,5 Jahre bezogen auf die gesamten Baukosten berücksichtigt werden. In dieser Betrachtung ist jedoch nicht der Nominalzins von Interesse (vgl. Kapitel 3.5), der dem Zinssatz festverzinslicher Wertpapiere entspricht, sondern der Realzins, der sich aus dem Nominalzins abzüglich der Preissteigerungsrate ergibt, denn im Jahr der Inbetriebnahme ist das Geld gegenüber dem Zeitpunkt der Zahlung der Rechnungen an die Baufirmen schon entwertet worden - die Schulden werden sozusagen mit "entwertetem Geld" günstig zurückgezahlt. Der Realzins berücksichtigt somit nur den Geldwert aus heutiger Sicht. Ein Stadtkämmerer, für den ein Euro des Jahres 2010 nicht anders zu sehen wäre als ein Euro des Jahres 2015, muß dagegen mit Nominalzinsen rechnen.

Während der Nominalzins abhängig von der konjunkturellen Situation wie oben erwähnt zwischen 3% und 5% schwankt, liegt der Realzins um rund zwei Prozentpunkte niedriger, also bei 1% bis 3%. Über 2,5 Jahre ergibt sich ein kalkulatorischer Zins von 2,5 bis 7,7% der reinen Baukosten. Bei reinen Baukosten (ohne Zinsen) von 403 Mio EUR (Preisstand November 2008) ergibt sich für die gesamte öffentliche Hand (Stadt + Land + Bund) ein kalkulatorischer Zins von 10 bis 30 Mio EUR über die gesamte Bauzeit, abhängig vom tatsächlichen Zinsniveau. Diese Kosten sind jedoch wie oben erläutert keine Ausgaben, die offiziell dem Projekt zugeordnet sind, sondern verstecken sich im Haushaltsposten "Zinsen" der öffentlichen Haushalte. Setzt man den Nominalzins an ("Sichtweise des Stadtkämmerers"), so betragen die Zinskosten zwischen 30 und 46 Mio EUR. Da die Stadt Karlsruhe 29% der reinen Baukosten zu tragen hat, beträgt die Zinsbelastung der Stadt ebenfalls 29% der genannten Beträge und somit rund 9 bis 13 Mio EUR.



## **Zwischenfinanzierung von Landes- und Bundeszuschüssen**

Für den Fall, daß die im Förderantrag vereinbarten Landes- und Bundeszuschüsse erst mit einer zeitlichen Verzögerung nach der Rechnungsstellung der Baufirmen eintreffen, muß die Stadt Karlsruhe über den Zeitraum dieser Verzögerung die betreffenden Gelder vorfinanzieren. Da die Zuschüsse  $100\% - 29\% = 71\%$  ausmachen und die gesamten Baukosten 403 Mio EUR betragen, ergeben sich pro Prozent Zins und Jahr zusätzliche Finanzierungskosten von 2,86 Mio EUR. Unterstellt man einen Nominalzins von 4% und eine durchschnittliche Verzögerung der Landes- und Bundeszuschüsse von 1 Jahr, so ergeben sich für die Stadt Karlsruhe Zwischenfinanzierungskosten von 11,4 Mio EUR.

## **Finanzierungskosten des Eigenanteils nach Inbetriebnahme**

Bei den Finanzierungskosten während der Bauzeit wird nur der Zeitraum von Baubeginn bis zur Inbetriebnahme betrachtet. Nach Inbetriebnahme fallen des weiteren auch noch Kosten für Zinszahlungen an, die zur Bedienung der erhöhten Verschuldung der Stadt Karlsruhe ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme erforderlich sind. Denn der Eigenanteil der Stadt am Stadtbahntunnel kann nicht durch laufende Steuereinnahmen, sondern muß durch eine erhöhte Neuverschuldung finanziert werden. Hierfür ist es ausreichend, Realzinsen anzusetzen, denn das Rückzahlen der Schulden in der Zukunft findet mit "billigem", durch die Inflation entwerteten Geld statt. Bei einem Realzins von 3% entstehen so pro Jahr Zinskosten von 3,5 Mio EUR, bei einem Realzins von 2% Zinskosten von 2,3 Mio EUR pro Jahr. Rechnet man mit Nominalzinsen (Sichtweise des Stadtkämmerers), so ergeben sich jährliche Zinsbelastungen von bis zu 6 Mio EUR. Dieser Betrag findet sich auch in Unterlagen der KASIG mbH.<sup>5</sup>



## **4. Abschätzung der Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten des Stadtbahntunnels**

### **4.1 Zur Methodik der Ermittlung von Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten**

Bei vielen Investitionsgütern und Konsumgütern ist es allgemein bekannt, daß die Betriebs- und Unterhaltskosten, über die gesamte Lebensdauer gerechnet, die anfänglichen Investitionskosten bei weitem übertreffen können. Im Fall einer Investition in eine Anlage des Öffentlichen Personennahverkehrs verschärft sich dieser Sachverhalt aus Sicht des Betreibers sogar noch, denn die einmaligen Investitionen werden in großen Teilen durch Zuschüsse des Bundes und des Landes gefördert, während für die späteren Betriebs- und Unterhaltskosten der Betreiber allein auf sich gestellt ist. Das heißt, daß die Erstinvestition in den Stadtbahntunnel Karlsruhe überwiegend von Bund und Land finanziert wird, während die im Laufe der Lebensdauer anfallenden Kosten zu 100% von der Stadt Karlsruhe aufgebracht werden müssen.

Auf lange Sicht sind jedoch nicht nur die Betriebs- und Unterhaltskosten zu berücksichtigen, sondern auch die Abschreibungen. Diese dienen dazu, während der Nutzungszeit jedes Jahr einen Geldbetrag buchhalterisch auf die Seite zu legen, um mit diesem Betrag in der Zukunft eine Ersatzinvestition tätigen zu können. So werden beispielsweise Signale, Gleise und Weichen erfahrungsgemäß nach 25 Jahren erneuert. Mit demselben Verfahren wird auch das gesamte Tunnelbauwerk abgeschrieben, aber entsprechend langsamer, nämlich über 100 Jahre. De facto wird der Tunnel nicht nach 100 Jahren völlig neu gebaut, sondern die angesammelten Abschreibungen werden schon vorher für die Substanzerhaltung verwendet. Beispielsweise haben sich in München bei der quer zum Grundwasserstrom verlaufenden U-Bahn-Strecke der U1 unter der Nymphenburger Straße Ausblühungen am Beton ähnlich den Tropfsteinen in einer Höhle gebildet, so daß nur 20 Jahre nach Inbetriebnahme dieser Strecke bereits Bauwerksanierungen erforderlich waren. Solche substanzerhaltenden Investitionen werden buchhalterisch über die Abschreibungen verrechnet. Um derartige Kosten klar von den eigentlichen Betriebs- und Unterhaltskosten unterscheiden zu können, spricht man bei den letztgenannten Kosten auch von "nicht substanzerhaltenden Unterhaltskosten". Das bedeutet, daß vermeintliche Unterhaltskosten, die sich substanzerhaltend auswirken, unter dem Überbegriff "Abschreibungen" verbucht werden.



Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten werden in der Regel näherungsweise über Prozentwerte der Investitionskosten ermittelt. Hierfür gibt es in Deutschland für die einzelnen Bauwerksarten allgemein anerkannte Tabellen, die auch bei der Standardisierten Bewertung Anwendung finden. So werden beispielsweise Unterhalts- und Betriebskosten von Rolltreppen pro Jahr mit 8% der Investitionskosten angegeben, während die Betriebs- und Unterhaltskosten eines Bahntunnels pro Jahr mit 0,1% der Investitionskosten veranschlagt sind. Die Abschreibungszeiträume sind ebenfalls festgelegt und lassen sich in entsprechenden Tabellen nachschlagen. Aus den Abschreibungszeiträumen ergibt sich unmittelbar die Abschreibungsrate: 1% Abschreibung über einen Zeitraum von 100 Jahren, 2% über 50 Jahre, 10% über 10 Jahre usw.

Für die weiteren Überlegungen ist die Frage von Bedeutung, wie sich zum einen die gesamten Investitionskosten auf die einzelnen Bestandteile des Bauwerks aufteilen (z.B. langlebiger Tunnel, kurzlebige Gleise, wartungsintensive Rolltreppen) und zum anderen welche Raten für Betriebs- und Unterhaltskosten sowie für Abschreibung abzuleiten sind. Da derartige detaillierte tabellarische Aufschlüsselungen für den geplanten Stadtbahntunnel Karlsruhe nicht vorliegen - diese Zahlen wären in der nicht zugänglichen Langfassung der Standardisierten Bewertung enthalten - lässt sich trotzdem mit Hilfe von Analogieschlüssen von anderen U-Bahn-Strecken eine ausreichende Datenbasis schaffen.

In der Fachliteratur wurden beim größten Einzelprojekt des U-Bahn-Baus in München, der U-Bahn-Linie U8/1<sup>6</sup> die Gesamtkosten aufgeschlüsselt (Spalte "Anteile" von Tab. 3).

Tab. 3: Aufteilung der Betriebs-/Unterhaltsraten und Abschreibung

Bauwerks-Bestandteil	Anteile	Betrieb	Afa
Rohbau	62%	0,1%	1,0%
Innenausbau + Betriebsausrüstung	22%	3,5%	3,3%
Wiederherstellung Oberfläche	7%	0,0%	0,0%
Entschädigungen, Grundstückskäufe	9%	0,0%	0,0%
<b>Gesamtkosten</b>	<b>100%</b>		
<b>Gewichteter Durchschnitt</b>			<b>1,3%</b>

Betrieb Betriebs- und Unterhaltsraten pro Jahr, bezogen auf den jeweiligen Bauwerks-Bestandteil = 100%  
 Afa Abschreibung



Die Wiederherstellung der Oberfläche sowie Entschädigungen und Grundstückskosten stellen einmalige Investitionskosten dar, die weder Betriebs/Unterhaltskosten noch Abschreibungen nach sich ziehen.

Für den Bestandteil "Innenausbau + Betriebsausrüstung" ist eine weitere Stufe der Detaillierung der Kostenaufschlüsselung Kosten von Bauwerks-Bestandteilen erforderlich, wobei soweit wie möglich die Planunterlagen zum Stadtbahntunnel Karlsruhe ausgewertet und die fehlenden Kostenkomponenten durch Analogieschlüsse anhand der Erfahrungswerte mit ähnlichen Bauwerken geschätzt wurden:

Tab. 4: Detaillierte Aufteilung der Betriebs-/Unterhaltskosten und Abschreibung von "Innenausbau + Betriebsausrüstung"

Kostenkomponente	Anteile	Betrieb	Afa
Rolltreppen, Aufzüge	30%	8,0%	3,3%
Gleise	20%	1,5%	4,0%
Streckenausrüstung	30%	5,0%	3,3%
Raumausstattung	20%	2,5%	2,5%
Summe Innenausbau + Betriebsausr.	100%		
Gewichteter Durchschnitt		1,10%	1,34%

Betrieb Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr, bezogen auf den jeweiligen Bauwerks-Bestandteil = 100%

Afa Abschreibung

Auf Rolltreppen und Aufzüge, also die Einrichtungen zur Überwindung des Höhenunterschieds zwischen Erdoberfläche und Bahnsteigniveau, entfallen 30% der einmaligen Investitionen, die für den gesamten Innenausbau und die Betriebsausrüstung aufzuwenden sind. Für die Rolltreppen und Aufzüge allein ist mit jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten von 8% zu rechnen, bezogen auf die Investitionskosten dieser Kostenkomponente. Hinzu kommt noch eine jährliche Abschreibungsrate für Rolltreppen und Aufzüge von 3,3%.



## 4.2 Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten für den Stadtbahntunnel

Von der KASIG mbH wurde eine Investitionssumme von 403 Mio EUR für den Stadtbahntunnel ohne Straßenbahn Kriegsstraße genannt (Preisstand 2008). Nach der oben beschriebenen Rechenmethode ergeben sich für den Stadtbahntunnel Karlsruhe folgende Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten pro Jahr:

Tab. 5: Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten pro Jahr für den Stadtbahntunnel Karlsruhe

	Betriebs-/ Unterhalts- kosten in (in EUR)	Abschrei- bung in (in EUR)
Rohbau	249.860	2.498.600
Innenausbau, davon		
- Rolltreppen, Aufzüge	2.127.840	877.734
- Gleise	265.980	709.280
- Streckenausrüstung	1.329.900	877.734
- Raumausstattung	443.300	443.300
<b>Summe</b>	<b>4.416.880</b>	<b>5.406.648</b>

Somit betragen die Betriebs- und Unterhaltskosten des Stadtbahntunnels Karlsruhe voraussichtlich rund 4,4 Mio EUR pro Jahr und die buchhalterischen Abschreibungen rund 5,4 Mio EUR pro Jahr. Rechnet man diese Werte über 100 Jahre in heutigen Preisen, indem man die genannten Beträge einfach mit 100 multipliziert, so ergeben sich insgesamt rund 441,7 Mio EUR an Kosten für Betrieb und Unterhalt des Tunnels und rund 540,7 Mio EUR an Abschreibungen. Diese Kosten zusammen, also rund 982 Mio EUR, übersteigen die ursprünglichen Investitionen um mehr als Faktor 2.

Bezogen auf den Anteil, den die Stadt Karlsruhe an den gesamten Investitionskosten für den Stadtbahntunnel zu tragen hat (lediglich 113 Mio EUR oder 29% der Gesamtkosten), ergibt sich sogar eine Steigerung der summierten Aufwendungen innerhalb von 100 Jahren um Faktor 8,7: Das heißt, daß die Stadt Karlsruhe im Laufe der nächsten 100 Jahre einen fast 9-mal so hohen Betrag für Betrieb, Unterhalt und Abschreibung aufwenden muß als für den einmaligen Bau des Stadtbahntunnels.



Betriebswirtschaftlich korrekt ist jedoch weniger die Saldierung von laufenden Beträgen über 100 Jahre, sondern die Barwertmethode zum direkten Vergleich laufender Kosten mit einmaligen Kosten. Außerdem entsprechen die genannten Beträge nicht dem Saldo der Mehrkosten, die der Tunnel verursacht, denn es müssen auch Einsparungen berücksichtigt werden, wie in den folgenden Kapiteln ausgeführt wird.

Von der KASIG mbH werden andere Beträge genannt<sup>7</sup> als in der vorliegenden Studie. Der dort genannte sehr pauschale Kostenansatz mit 1,73% Abschreibung pro Jahr ist zu hoch, weil Tunnels üblicherweise nicht in 75 Jahren, sondern in 100 Jahren abgeschrieben werden und in dieser Rechnung auch Kosten für Grundstücke und einmalige Kosten wie Oberflächenwiederherstellung abgeschrieben werden, was betriebswirtschaftlich nicht korrekt ist. Entsprechend der Ausführungen des Kapitels 4.1 ist der in dieser Studie unterstellte Betrag von 1,34% wesentlich präziser.

Trotz dieses zu hohen Prozentsatzes für die Abschreibung kommt die KASIG mbH zu deutlich niedrigeren Abschreibungskosten. Dies liegt daran, daß die KASIG mbH in ihrer Rechnung die Abschreibung nur auf den Eigenanteil von 29% der Investitionssumme bezieht. Dies ist jedoch methodisch in keiner Weise begründbar. Denn diese Berechnung würde unterstellen, daß die Abschreibung bzw. die substanzerhaltenden Unterhaltskosten in Anteilen weiter von Bund und Land gefördert würden. Wie im ersten Absatz von Kapitel 4.1 dargestellt, müssen jedoch Betreiber von Öffentlicher Verkehrsinfrastruktur völlig eigenständig für Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten aufkommen.

Die KASIG mbH spricht von 2,0 Mio EUR an "Unterhaltungs- und Betriebskosten Tunnel nach Fertigstellung".<sup>8</sup> In der vorliegenden Studie (vgl. Tab. 8) wurden jedoch Betriebs- und Unterhaltskosten von 4,4 Mio EUR ermittelt. Wie sich diese Differenz erklären könnte, geht aus den vorliegenden Unterlagen der KASIG mbH nicht hervor. Die in Kapitel 4.4 errechneten Betriebskosteneinsparungen durch beschleunigte Umläufe sind jedenfalls nicht berücksichtigt, da diese von der KASIG mbH in der genannten Tabelle separat ausgewiesen wurden (Posten "Ergebnisverbesserung").



### 4.3 Einsparung an Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten durch Wegfall oberirdische Straßenbahn

Bei der Kombilösung ist in einem späteren Schritt (im Rahmen der Inbetriebnahme der neuen Straßenbahnstrecke durch die Kriegsstraße) geplant, die vorhandene Straßenbahnstrecke in der Kaiserstraße mit einer Länge von 2,1 km abzubauen. Um die laufenden Einsparungen durch den Wegfall dieses Streckenabschnitts zu ermitteln, ist ein ähnlicher Rechenweg erforderlich wie für die obige Ermittlung der Mehrkosten des Stadtbahntunnels.

Tab. 6: Einsparung von Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten durch den Entfall der Straßenbahnstrecke in der Kaiserstraße

	Fiktive Neuan- schaffungs- kosten	Betrieb	Afa
Gleise	14 Mio EUR	1,5%	4,0%
Ausrüstung	7 Mio EUR	5,0%	3,3%
Summe pro Jahr in EUR		560.000	791.000

Betrieb Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr, bezogen auf den jeweiligen Bauwerks-Bestandteil = 100%  
 Afa Abschreibung

Durch den Wegfall der Straßenbahnstrecke in der Kaiserstraße können jährliche Kosten von 1,35 Mio EUR eingespart werden. Diese Einsparung ergibt sich jedoch erst als Folge der Straßenbahn-Neubaustrecke in der Kriegsstraße, die wiederum neue Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten verursacht.



#### 4.4 Einsparung an Betriebskosten durch beschleunigte Zugumläufe

Manche Investitionen in Öffentliche Verkehrsinfrastruktur rechnen sich betriebswirtschaftlich allein dadurch, daß durch schnelleren Umläufe der Fahrzeuge, vor allem durch eine Anhebung der Durchschnittsgeschwindigkeit, die Kosten reduziert werden können, die durch das Fahrzeug selbst verursacht werden (z.B. Kapitaldienst für das Fahrzeug, Personalkosten). Wenn beispielsweise auf einem bestimmten Streckenabschnitt die Durchschnittsgeschwindigkeit verdoppelt wird, kann ein und dasselbe Straßenbahnfahrzeug in einer bestimmten Zeiteinheit genauso viele Menschen transportieren, für die sonst zwei Fahrzeuge benötigt würden, so daß die fahrzeug-seitigen Kosten halbiert werden.

Nach dem geplanten Betriebsprogramm für den Stadtbahntunnel sollen 6,5 Linien pro Stunde und Richtung den T-förmigen Stadtbahntunnel befahren, wobei der "halbe" Zug die am Marktplatz endende Linie 8 ist. 6,5 Linien im 10-Minuten-Takt bedeuten 39 Züge pro Stunde und Richtung, in beiden Richtungen zusammen 78 Züge.

Die Fahrzeitverkürzung der Züge im Tunnel wird von der KASIG mbH gegenüber der bisherigen oberirdischen Streckenführung mit ca. 4 Minuten angegeben.<sup>9</sup> Wenn 78 Züge pro Stunde jeweils um 4 Minuten beschleunigt werden, ergibt sich eine Einsparung von 312 Zug-Minuten pro Stunde, das entspricht einer Einsparung von 5,2 Zügen.

In Karlsruhe werden derzeit neue Fahrzeuge angeschafft, und zwar Mehrsystemzüge mit 37 Meter Länge für je 4,3 Mio EUR.<sup>10</sup> Züge ohne Mehrsystemtechnik dürften deutlich unter 4 Mio EUR kosten, so daß 4 Mio EUR pro Straßenbahnzug als Durchschnitt realistisch sein dürfte.



Für ein Straßenbahnfahrzeug, dessen Investitionskosten rund 4 Mio EUR betragen und das ca. 100 Sitzplätze hat, ergeben sich folgende jährliche Kosten:

Tab. 7: Jährliche Kosten für ein Straßenbahnfahrzeug

	in EUR/Jahr
Abschreibung (3% von 4 Mio EUR)	120.000
Anteilige Abschreibung Betriebshof	20.000
Wartungskosten pauschal 1.200 EUR/Sitzplatz	120.000
4,2 Arbeitsplätze Fahrer à 50.000 EUR/Jahr	210.000
<hr/>	
Kosten pro Fahrzeug	470.000
Kosten pro 1,33 Fahrzeuge	557.000

Da jeder Zug im Durchschnitt aus 1,33 Einheiten besteht<sup>11</sup>, müssen mit Ausnahme der Kosten für den Fahrer die Kosten für das Straßenbahnfahrzeug mit dem Faktor 1,33 multipliziert werden.

Energiekosten werden nicht eingespart, da die Leistung in Zugkilometer nicht geringer wird und im Gegenteil durch die höhere Fahrgeschwindigkeit sowie durch den erhöhten Luftwiderstand im Tunnel der Energieverbrauch sogar geringfügig ansteigt, was in dieser überschlägigen Betrachtung allerdings außer Betracht bleibt.

Die erhöhten Erlöse durch zusätzliche Fahrgäste dürfen ebenfalls nicht angesetzt werden, weil ein Fahrgastzuwachs zugleich eine größere Anzahl von Straßenbahnfahrzeugen erfordert, was wiederum Kosten verursacht, die in der vorliegenden Modellrechnung ebenfalls nicht betrachtet werden.

Indem durch beschleunigte Umläufe 5,2 Fahrzeuge eingespart werden können, reduzieren sich die Fahrzeug-Kosten um 2,9 Mio EUR pro Jahr.



## 4.5 Saldo der Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten

Der Saldo der durch den Stadtbahntunnel zum einen erhöhten und zum anderen reduzierten Unterhalts-, Betriebs- und Abschreibungskosten ergibt sich wie folgt, wobei zu unterscheiden ist, ob die Strecke in der Kaiserstraße entfällt oder nicht:

Tab. 8: Saldo der jährlichen Kosten des Stadtbahntunnels Karlsruhe

	in Mio EUR
Betriebs- und Unterhaltskosten	+ 4,4
Abschreibungskosten Stadtbahntunnel	+ 5,4
eingesparte Fahrzeuge	-2,9
<hr/>	
Saldo ohne Wegfall oberirdische Strecke	+ 6,9
Wegfall oberirdische Strecke	-1,4
<hr/>	
Saldo incl. Wegfall oberirdische Strecke	+ 5,5

Wenn man den Wegfall der oberirdischen Straßenbahnstrecke in der Kaiserstraße berücksichtigt, betragen die Mehrkosten des Stadtbahntunnels (Betriebs-, Unterhalts- und Abschreibungskosten) im Saldo langfristig jährlich 5,5 Mio EUR. Da jedoch nach Realisierung des Stadtbahntunnels erst einmal die oberirdische Straßenbahn in der Kaiserstraße bestehen bleiben soll, bis zu einem späteren Zeitpunkt die neue Straßenbahn in der Kriegsstraße realisiert wird, entstehen sogar jährliche Mehrkosten von 6,9 Mio EUR gegenüber dem heutigen Zustand.

Um diese jährlichen zusätzlichen Kosten finanzmathematisch korrekt mit den einmaligen Investitionen vergleichen zu können, werden mit Hilfe der sog. Barwertmethode die jährlich anfallenden Kosten in einmalige Kosten umgerechnet. Diese Vorgehensweise entspricht der fiktiven Schaffung einer Stiftung, die bei Inbetriebnahme des Stadtbahntunnels mit genügend Kapital ausgestattet wird, so daß aus dem Ertrag der Stiftung 100 Jahre lang die Mehrkosten gedeckt werden können und im 100. Jahr das Stiftungsvermögen aufgebraucht ist. Der anfängliche Kapitalbedarf zur Deckung von 6,9 Mio EUR jährlichen Kosten über 100 Jahre beträgt bei einem Realzins von 2% (vgl. Kapitel 3.4) das 43-fache der jährlichen Kosten und somit rund 300 Mio EUR. Dieser Betrag übersteigt den Anteil der Stadt Karlsruhe bzw. der KASIG mbH an den Baukosten des Tunnels (113 Mio EUR) um das 2,6-fache.



## 5. Ergebnis der Untersuchung und Ausblick

Das Projekt "Kombilösung" stellt eine Kombination aus einem neuem Straßenbahn-Tunnel unter der Kaiserstraße (Stadtbahntunnel), einer neuen oberirdischen Straßenbahn-Strecke in der Kriegsstraße und einem neuem Straßentunnel unter der Kriegsstraße dar. Es wurde beschlossen, zuerst den Stadtbahntunnel zu bauen. Die finanziellen Auswirkungen dieses Tunnels auf die Stadt Karlsruhe sind Gegenstand der vorliegenden Studie.

Vor einigen Monaten hat die KASIG mbH, der Betreiber des Stadtbahntunnel-Projektes, für den Stadtbahntunnel Mehrkosten von 19% gegenüber der ursprünglichen Kostenkalkulation von 2004 genannt. Der Nutzen-Kosten-Wert der Standardisierten Bewertung betrug bislang 1,186. Da jedoch die Preissteigerung der letzten Jahre nicht nur die Kosten, sondern auch den monetär bewerteten Nutzen rein rechnerisch steigen läßt, muß nicht befürchtet werden, daß der aktualisierte Nutzen-Kosten-Wert nun unter die für die Förderung durch Bund und Land erforderliche Untergrenze von 1,0 sinken würde. Vielmehr beträgt der Nutzen-Kosten-Wert immer noch 1,11.

### Risiken von Baukosten-Steigerungen während der Bauphase

Es besteht kein Risiko des Ausfalls von ursprünglich zugesagten Fördermitteln, falls im weiteren Verlauf Preissteigerungen eintreten sollten und nach dem Baubeginn der Nutzen-Kosten-Wert unter 1,0 sinken sollte. Denn die Vereinbarung für die Förderfähigkeit zwischen der Stadt Karlsruhe bzw. der KASIG mbH einerseits und Bund plus Land andererseits bezieht sich nur auf den Zeitpunkt der Vertragsunterzeichnung vor Baubeginn. Sollten sich Mehrkosten einstellen, muß die Stadt Karlsruhe diese Mehrkosten zwar vollständig selbst tragen, aber es besteht kein Risiko des nachträglichen Verlusts der Zuschußfähigkeit.

Aufgrund der gewählten Bauverfahren ist eine Kostensteigerung in größerem Umfang während der Bauphase unwahrscheinlich. Eine Plausibilitätskontrolle der bislang veranschlagten Baukosten mit Hilfe des Vergleichs mit einem hinsichtlich der technischen Ausführung und der geologischen Verhältnisse sehr ähnlichen U-Bahn-Projekt in München, das kurz vor seiner Vollendung steht, konnte die von der KASIG mbH erstellte Kostenschätzung relativ genau bestätigen. Das Risiko von Baukostensteigerungen aufgrund einer Erhöhung der Baupreise wird sich vermutlich im üblichen Rahmen bewegen. Für den Rohstoff Stahl wurden theoretische Mehrkosten bei einer unterstellten sehr starken Verteuerung berechnet. Diese Mehrkosten betragen max. 1% der Gesamtkosten, so daß auch bei einer Verteuerung weiterer Rohstoffe die Kosten des Projektes nicht völlig aus dem Ruder laufen

sollten. Eine Kostensteigerung durch ein Tunnelbau-Unglück wie in Köln dürfte in Karlsruhe aufgrund der in Karlsruhe vorgesehenen relativ sicheren Bauverfahren sehr unwahrscheinlich sein.

### **Zinskosten des Stadtbahntunnels**

Im öffentlichen Finanzwesen ist es üblich, die anfallenden Zinsen nicht den Projekten zuzuordnen. Verfährt man dagegen wie bei privaten Unternehmen, so sind Zinsen als sogenannte kalkulatorische Kosten anzusetzen.

Hinsichtlich möglicher Belastungen der Stadt Karlsruhe durch Zinszahlungen sind drei Posten zu unterscheiden.

(1) Finanzierungskosten während der Bauzeit sind bis zur Inbetriebnahme des Stadtbahntunnels erforderlich, um fällige Zahlungen ab dem Zeitpunkt der Rechnungsstellung der Baufirmen bis zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme vorzufinanzieren. Diese Finanzierungskosten betragen je nach unterstelltem Zinssatz 9 bis 13 Mio EUR.

(2) Zwischenfinanzierungskosten von Landes- und Bundeszuschüssen fallen an, wenn Land und Bund nicht rechtzeitig Geldmittel zur Verfügung stellen, um die Rechnungen der Baufirmen zu bezahlen. Geht man beispielsweise von einer durchschnittlichen Verzögerung der Mittelbereitstellung von einem Jahr aus, so ergeben sich Zinskosten für die Stadt Karlsruhe von 11 Mio EUR. Wie lange dieser Zeitraum tatsächlich sein wird, kann heute allerdings noch nicht abgeschätzt werden.

(3) Es sind außerdem Finanzierungskosten des Eigenanteils nach Inbetriebnahme des Stadtbahntunnels anzusetzen, da der Eigenanteil des Stadtbahntunnels nicht aus laufenden Steuereinnahmen, sondern aus einer erhöhten Neuverschuldung der Stadt Karlsruhe finanziert werden muß. Je nach Zinssatz und Betrachtungsweise fallen bis zur Rückzahlung der Kredite Finanzierungskosten von bis zu 6 Mio EUR pro Jahr an.

### **Abschätzung der Betriebs- und Unterhaltskosten des Stadtbahntunnels**

Der Stadtbahntunnel wird jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten von 4,4 Mio EUR und Abschreibungskosten von 5,4 Mio EUR verursachen, welche die Stadt Karlsruhe allein zu tragen hat. Diesen Kosten können jedoch Einsparungen von 2,9 Mio EUR gegengerechnet werden, die sich aus den schnelleren Umläufen der durch die Fahrt im Tunnel nun beschleunigten Straßenbahnen ergeben, so daß sich im Saldo noch eine Mehrbelastung von 6,9 Mio EUR pro Jahr ergibt.



Rechnet man die jährliche Mehrbelastung in einen einmaligen Betrag mit Hilfe der Barwertmethode um, so stellt sich heraus, daß die finanzielle Mehrbelastung durch Betrieb, Unterhalt und Abschreibung des Stadtbahntunnels um den Faktor 2,6 höher ist als der Betrag, den die Stadt Karlsruhe für den Bau des Stadtbahntunnels als "Eigenanteil" aufwenden muß.

In einem Schriftstück der KASIG mbH werden geringere Betriebs- und Unterhaltskosten ausgewiesen, als in der vorliegenden Studie ermittelt wurde. Doch tatsächlich betragen diese Kosten nicht 2,0 Mio EUR, sondern wie schon erwähnt 4,4 Mio EUR. Die Abschreibungskosten wurden von der KASIG mbH mit 2,2 Mio EUR/Jahr ebenfalls unterschätzt, weil sie sich fälschlicherweise auf den "Eigenanteil" der Investition beziehen. Dies ist jedoch methodisch nicht begründbar, da die Stadt Karlsruhe den substanzerhaltenden Unterhalt und spätere Reinvestitionen völlig eigenständig finanzieren muß. Die Abschreibungskosten betragen nicht 2,2 Mio EUR/Jahr, sondern 5,4 Mio EUR/Jahr.

## **Ausblick**

Das Kombiprojekt Karlsruhe ist aus technischer und finanzieller Sicht ein vergleichsweise solide geplantes und finanziertes Verkehrsprojekt. Den Autoren ist allerdings ein gänzlich anderer Schwachpunkt aufgefallen, der die hier dargestellten finanziellen, wirtschaftlichen und betrieblichen Belange vollständig in Frage stellt. Es handelt sich hierbei um das betriebliche Detail der "Fahrstraßenkreuzungen" an der Streckenverzweigung Marktplatz, in Kombination mit der im Planfeststellungsbeschluß verbindlich festgelegten und auch betrieblich praktikablen signalisierten Fahrt. Denn angesichts dieser Fahrstraßenkreuzungen wird das geplante Betriebsprogramm mit hoher Wahrscheinlichkeit ohne Änderung der technischen Planung nicht fahrbar sein, so daß der geplante Tunnel entweder gar nicht die angestrebte Leistungsfähigkeit (Zahl der Züge pro Stunde und Richtung) erreichen würde oder aber die Betriebsqualität stark absinken würde (Zunahme der Verspätungen). Dadurch würde dem bisher ermittelten Nutzen-Kosten-Wert von etwas über 1,0 die Grundlage entzogen. Zugleich wäre der gewünschte Abbau der oberirdischen Straßenbahngleise in der Kaiserstraße aus den genannten Gründen nicht mehr realisierbar.

Die Auseinandersetzung mit diesem Thema ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie, sondern erfordert eine gesonderte und vertiefte Untersuchung.



## Quellenangaben

- 1) Stellungnahme der KASIG mbH zum fraktionsübergreifenden Antrag des Gemeinderats Karlsruhe vom 20.10.2009 Vorlage Nr. 117, TOP 16a
- 2) Schreiben des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 15.12.2008, gez. Prof. Pätzold, S. 10, Punkt 2.2
- 3) U 8/1 Scheidplatz - Neuperlach Süd (Inbetriebnahme 1980) und U 5/9 Ost (Inbetriebnahme 1988)
- 4) Deutsche Bundesbank, Monatsbericht September 2009, S. 135
- 5) Stellungnahme der KASIG mbH zum fraktionsübergreifenden Antrag des Gemeinderats Karlsruhe vom 20.10.2009 Vorlage Nr. 117, TOP 16a, Tabelle "Kostenannahme zur Kombilösung"
- 6) Firmengruppe Bilfinger + Berger u.a. und U-Bahn-Referat der Stadt München, U-Bahn für München - U-Bahn-Linie U8/1, München 1980, S. 100
- 7) Stellungnahme der KASIG mbH zum fraktionsübergreifenden Antrag des Gemeinderats Karlsruhe vom 20.10.2009 Vorlage Nr. 117, TOP 16a, Kostenannahme zur Kombilösung
- 8) Stellungnahme der KASIG mbH zum fraktionsübergreifenden Antrag des Gemeinderats Karlsruhe vom 20.10.2009 Vorlage Nr. 117, TOP 16a
- 9) Die Fahrzeitverkürzung Auer Straße (östlich Durlacher Tor) - Europaplatz wird mit 3,5 Minuten angegeben. Daraus kann man ableiten, daß für die gesamte Durchfahrt in Ost-West-Richtung 4 Minuten Fahrzeitverkürzung zu erwarten sind. Für am Marktplatz abbiegende Züge dürfen ebenfalls 4 Minuten realistisch sein.
- 10) Eisenbahn-Revue International 11/2009, S. 548
- 11) PTV AG, Ergänzende Erläuterungen zur Untersuchung von Zwischenzuständen, Tabelle 2 ("75 Züge", "100 Wagon")