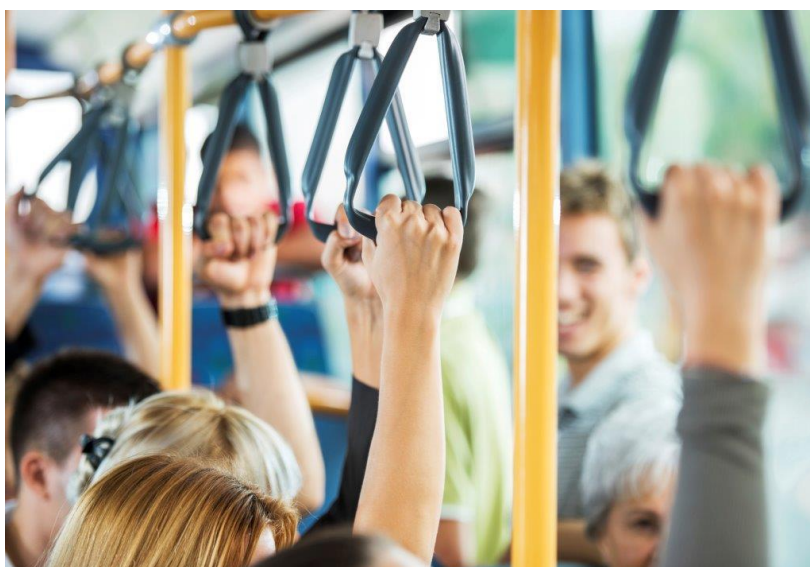


NUTZEN-KOSTEN-UNTERSUCHUNG

UNI-TRAM MARBURG



Karlsruhe, 07.02.2018

NUTZEN-KOSTEN-UNTERSUCHUNG

UNI-TRAM MARBURG

Auftraggeber:

Magistrat der Universitätsstadt Marburg
Markt 1
35037 Marburg

Auftragnehmer:

PTV
Transport Consult GmbH
Stumpfstr. 1
76131 Karlsruhe

Karlsruhe, 07.02.2018

Dokumentinformationen

Kurztitel	NKU Uni-Tram Marburg
Auftraggeber:	Magistrat der Universitätsstadt Marburg
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Heike SCHÄUBLE Dipl.-Ing. Sabine SEIDEL
Erstellungsdatum:	07.11.2017 von PTV
zuletzt gespeichert:	07.02.2018 von PTV
Speicherort:	T:\Projekte\NKU\Marburg_Uni-Tram\Projekt\Bericht\NKU_Uni-Tram_Marburg_20180207.docx

Inhalt

1	Aufgabenstellung.....	6
2	Grundlagen der Untersuchung.....	7
2.1	Methode der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung	7
2.2	Datengrundlagen / Verkehrsmodell	9
2.2.1	Nachfragedaten Ist-Zustand	9
2.2.2	Strukturelle Entwicklung zwischen Ist-Zustand und Ohnefall (Prognosehorizont 2030)	9
3	Verkehrsangebot.....	11
3.1	Verkehrsangebot im Ist-Zustand	11
3.2	Verkehrsangebot im Ohnefall (Zeithorizont 2030, ohne Uni-Tram)	11
3.3	Verkehrsangebot im Mitfall (Zeithorizont 2030, mit Uni-Tram)	12
4	Verkehrsnachfrage im Ist-Zustand und Ohnefall	15
4.1	Verkehrsnachfrage im Ist-Zustand	15
4.2	Verkehrsnachfrage im Ohnefall	16
5	Wirkungen der Maßnahme und Verkehrsnachfrage im Mitfall.....	17
5.1	Wirkungen der Maßnahme	17
5.2	Verkehrsnachfrage im Mitfall	19
6	Volkswirtschaftlicher Nutzen.....	21
7	Kosten der Maßnahme	23
7.1	Fahrwegkosten	23
7.2	Betriebsbedingte Kosten	25
7.2.1	Auswirkungen auf den Fahrzeugbedarf und die Fahrzeuginvestitionen	25
7.2.2	Änderung der Betriebsstunden und der Betriebsleistung	26
7.2.3	Ansätze der Fahrzeugvorhaltung und des Betriebs	27
7.2.4	Übersicht der betriebsbedingten Kostenänderungen	28
8	Bewertungsergebnisse	29
	Literaturverzeichnis	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Entwicklung Anzahl Studierende und Arbeitsplätze am Standort Lahnberge	10
Tabelle 2:	Volkswirtschaftlicher Nutzen der Uni-Tram	21
Tabelle 3:	Fahrwegkosten Uni-Tram (Basis)	24
Tabelle 4:	Änderung der Anzahl benötigter Fahrzeuge jeweils +10% Reserve	26
Tabelle 5:	Betriebsstunden und Betriebsleistung im Mit- und Ohnefall	26
Tabelle 6:	Fahrzeugspezifische Kosten- und Wertansätze (Preisstand 2016)	27
Tabelle 7:	Betriebsbedingte Kosten (Preisstand 2016)	28
Tabelle 8:	Bewertungsergebnis Uni-Tram	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Nachfrageprognose nach der Methode der Standardisierten Bewertung	8
Abbildung 2:	Linienetz im Ist-Zustand	11
Abbildung 3:	Trasse der Uni-Tram	13
Abbildung 4:	Fahrgastaufkommen im Ist-Zustand	15
Abbildung 5:	Fahrgastaufkommen im Ohnefall	16
Abbildung 6:	Fahrgastaufkommen im Mitfall	19

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Marburg verfügt heute über ein Bussystem, das für die Marburger Bevölkerung, die Berufspendler und Studierenden ein attraktives Verkehrsangebot im ÖPNV darstellt. Angesichts weiter steigender Studentenzahlen und einer generell positiven strukturellen Entwicklung der Stadt Marburg werden sich auch die Anforderungen an den ÖPNV erhöhen.

Ein Ansatz könnte die Einführung eines schienengebundenen Verkehrssystems sein. Der Stadt Marburg liegt hierzu bereits eine Konzeptstudie für eine Uni-Tram Marburg vor [1]. Darin wurden verschiedene Trassenführungsvarianten untersucht, die insbesondere die Anbindung des Uni-Standes Campus Lahnberge zum Ziel hatten. Als Ergebnis dieser Voruntersuchung wird eine Tram-Trasse vom Südbahnhof über den Uni-Campus Lahnberge zum Universitätsklinikum skizziert, die als beste Trassenoption aus dieser Voruntersuchung hervorgeht. Die Konzeptstudie beinhaltet ein Betriebskonzept für die Straßenbahn und eine Abschätzung der dafür notwendigen Infrastrukturinvestitionen.

Grundsätzlich sind ÖPNV-Infrastrukturprojekte dieser Größe nur realisierbar, wenn Fördergelder des Landes und ggf. des Bundes zu dessen Finanzierung zur Verfügung stehen. Dies erfolgt für städtische Infrastrukturen in der Regel über Mittel aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG). Eine Grundvoraussetzung zur Förderung nach GVFG ist der Nachweis der gesamtwirtschaftlichen Sinnhaftigkeit des Projektes, was in Form einer Standardisierten Bewertung darzulegen ist. Eine Förderung ist nur dann möglich, wenn die mit der Maßnahme verbundenen Nutzen deren Kosten übersteigen (Nutzen-Kosten-Verhältnis größer als 1,0).

Um einschätzen zu können, ob das Projekt Uni-Tram Marburg Aussicht auf Förderfähigkeit nach GVFG hat, wurde die vorliegende Untersuchung durchgeführt.

2 Grundlagen der Untersuchung

2.1 Methode der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Die Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) erfolgt nach der Methode der Standardisierten Bewertung (derzeit gültige „Version 2016“) [2].

Die „Standardisierung“ umfasst folgende Bereiche:

- Inhalte der Arbeitsschritte
- Berechnungsformeln
- Kosten- und Wertansätze

Die Standardisierte Bewertung stellt eine volkswirtschaftlich orientierte Nutzen-Kosten-Rechnung dar. Hierbei wird den (Mehr-) Kosten der zu erwartende volkswirtschaftliche Nutzen gegenübergestellt.

Die Wirkungen der Maßnahme werden als Salden zwischen dem Mit- und dem Ohnefall ermittelt:

- Der Ohnefall stellt die Situation ohne Realisierung des Investitionsvorhabens dar. Dabei werden aber von der zu bewertenden Maßnahme unabhängige, gesicherte Entwicklungen des Verkehrsangebotes und der Verkehrsnachfrage bis zum Prognosehorizont 2030 berücksichtigt. Hier wurde für den Ohnefall insbesondere eine verbesserte Buserschließung im Bereich des Uni-Standorts Campus Lahnberge zugrunde gelegt.
- Der Mitfall ist der Planfall mit Realisierung des Investitionsvorhabens – also mit der Uni-Tram auf der Achse Marburg Süd – Uni-Standort Campus Lahnberge – Universitätsklinikum.

Der Analysezustand wird als Ist-Zustand bezeichnet.

Mit der Nachfrageprognose wird abgeschätzt, wie viele Fahrten durch die geplante ÖPNV-Maßnahme vom motorisierten Individualverkehr (MIV) zum Öffentlichen Verkehr (ÖV) verlagert werden und wie viele Fahrten neu hinzukommen („induziert werden“). Die Vorgehensweise und Berechnungsformeln der Nachfrageprognose sind verfahrensseitig vorgegeben.

Die Nachfrageprognose der Standardisierten Bewertung beruht auf dem Ansatz, dass die Nachfrage des ÖV vom Verhältnis des Reisewiderstands zwischen MIV und ÖV abhängig ist. Wenn sich durch eine Maßnahme das ÖV-Angebot verbessert, werden neue Fahrgäste gewonnen. Der MIV geht auf dieser Verbindung zurück.

Bei der Nachfrageprognose werden dabei die in der folgenden Abbildung dargestellten Kenngrößen des Verkehrsangebotes (Widerstand ÖV und MIV) und der Verkehrsnachfrage im Ohnefall (ÖV-Fahrgäste, Pkw-Fahrten) als Eingangsparameter berücksichtigt:

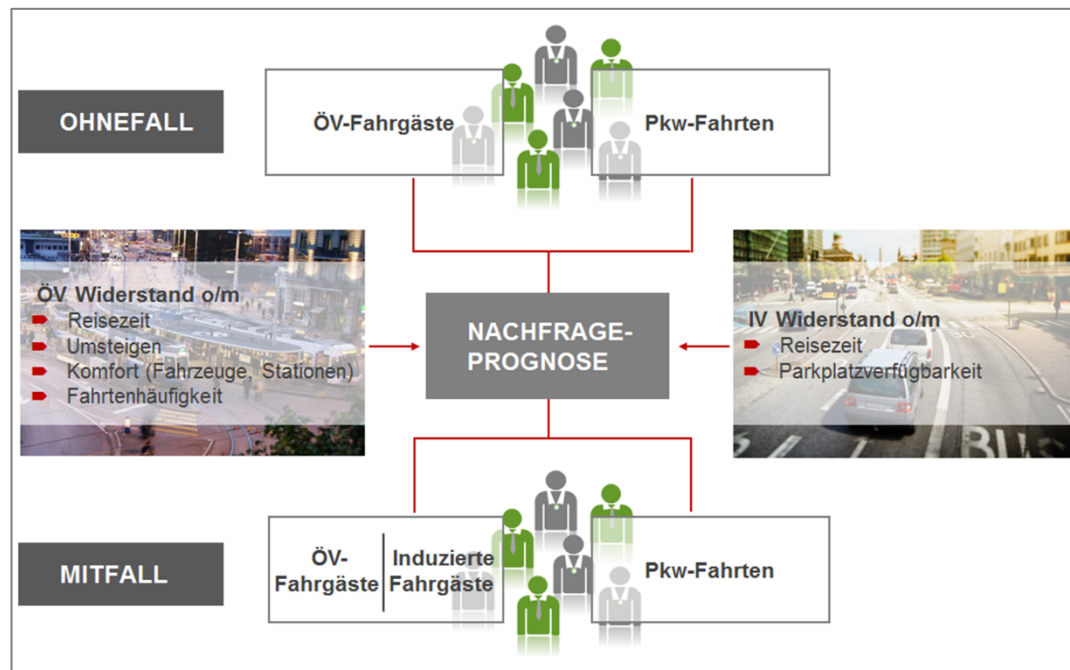


Abbildung 1: Nachfrageprognose nach der Methode der Standardisierten Bewertung

Der **volkswirtschaftliche Nutzen** setzt sich zusammen aus:

- Reisezeitersparnissen der ÖV-Nutzer
- maßnahmenbedingten Verlagerungen vom MIV auf den ÖV und damit
 - eingesparte Pkw-Betriebskosten
 - reduzierte Unfall- und Abgasschäden
- reduzierten ÖV-Abgasemissionen und ÖV-Unfällen
- Einsparungen beim ÖV-Betrieb

Abgemindert wird dieser Nutzen durch anfallende Kosten für die Unterhaltung der im Mitfall erforderlichen Infrastruktur.

Dem Nutzen werden als **volkswirtschaftliche Kosten** der Kapitaldienst (Abschreibung und Verzinsung) der Infrastruktur des Fahrweges gegenübergestellt.

Gegenüber einer formalen vollständigen Standardisierten Bewertung wurde der Zuwendungsgeber in dieser frühen Planungsphase noch nicht mit einbezogen. Zur Begrenzung des Bearbeitungsaufwandes wurden Vereinfachungen vorgenommen. Beispielsweise wurden keine neuen Daten erhoben, sondern es wurde auf bestehende Datenquellen zurückgegriffen. Die Infrastrukturplanung wurde gegenüber der Konzeptstudie nicht vertieft. Unsicherheiten bei der Kostenschätzung wurden über einen pauschalen Zuschlag für Leitungsverlegungen und über eine verfahrensseitig vorgegebene Sensitivitätsbetrachtung abgefangen. Darüber hinaus wurde bei der Dokumentation der Ergebnisse auf Pläne und Formblätter der Standardisierten Bewertung verzichtet. Stattdessen sind die

Berechnungsgrundlagen und (Teil-) Ergebnisse in tabellarischer Form direkt in den Erläuterungsbericht integriert.

Kleine Abweichungen bei der Aufsummierung von Teilergebnissen können sich aus der Rundung (auf T€/a) ergeben.

2.2 Datengrundlagen / Verkehrsmodell

Grundlage der Nutzen-Kosten-Untersuchung ist ein in PTV Visum erstelltes Verkehrsmodell für den Ist-Zustand und den Prognosehorizont 2030.

2.2.1 Nachfragedaten Ist-Zustand

Die NKU basiert auf folgenden Nachfragedaten im Ist-Zustand:

- Öffentlicher Verkehr (ÖV): Für den ÖV liegen Quell-/Zielmatrizen aus der RMV-Erhebung 2015, differenziert nach Fahrscheinart vor. Dies stellt eine belastbare Datenbasis dar.
- Motorisierter Individualverkehr (MIV): Für die Stadt Marburg liegen keine geeigneten MIV-Nachfragematrizen vor, deshalb erfolgte eine Ableitung des MIV-Potenzials über die Modal-Split-Schätzformel der Standardisierten Bewertung.

Eine Plausibilitätsprüfung erfolgte anhand von Strukturdaten, allgemeinen Mobilitätsraten, Daten zum Verkehr im Bereich der Lahnberge [3] und Pendlerdaten.

2.2.2 Strukturelle Entwicklung zwischen Ist-Zustand und Ohnefall (Prognosehorizont 2030)

In der NKU werden zwischen dem Ist-Zustand und dem Ohnefall folgende Entwicklungen berücksichtigt:

Einwohnerzahl der Stadt Marburg

Für die Stadt Marburg wird bis zum Prognosehorizont 2030 von einer deutlichen Steigerung der Einwohnerzahl ausgegangen:

- 2016: 73.706 Einwohner
(Quelle: Bevölkerungsstatistik der Stadt Marburg, Stand 31.12.2016)
- 2030: 78.000 Einwohner
(Quelle: Gemeindedatenblatt – Bevölkerungsvorausschätzung der HessenAgentur)

Entwicklungen am Standort Lahnberge

Für den Standort Lahnberge wird in Abstimmung mit der Stadt Marburg bis zum Prognosehorizont 2030 von einer deutlichen Steigerung der Studierenden- und Arbeitsplatzzahlen ausgegangen:

	Ist-Zustand 2016	Prognose 2030
Studierende	8.540	10.540
Arbeitsplätze	6.652	7.126
<i>Universität</i>	<i>2.026</i>	<i>2.500</i>
<i>Klinikum</i>	<i>4.500</i>	<i>4.500</i>
<i>Klinik Sonnenblick</i>	<i>126</i>	<i>126</i>
Besucher und Patienten Klinikum	1.200	1.200

Tabelle 1: Entwicklung Anzahl Studierende und Arbeitsplätze am Standort Lahnberge

Zusätzlich zur Entwicklung der Studierenden- und Arbeitsplatzzahlen wirkt sich die Einführung eines kostenlosen Job-Tickets für Mitarbeiter der Universität auf den Verkehr im Bereich der Lahnberge aus. Im Ohnefall werden deshalb aus dem Job-Ticket resultierende Verlagerung vom Pkw zum ÖV berücksichtigt.

Für den Bereich Lahnberge gibt es darüber hinaus Planungen für ein Radverkehrskonzept [4]. Da in der NKU nur Verlagerungen zwischen Pkw und ÖV betrachtet werden, werden Verlagerungen zum Radverkehr nicht berücksichtigt. Dies führt bei der NKU Uni-Tram tendenziell zu einer Überschätzung des Nutzens.

3 Verkehrsangebot

3.1 Verkehrsangebot im Ist-Zustand

Das Verkehrsangebot im Ist-Zustand entspricht dem Fahrplanstand 2016/2017.

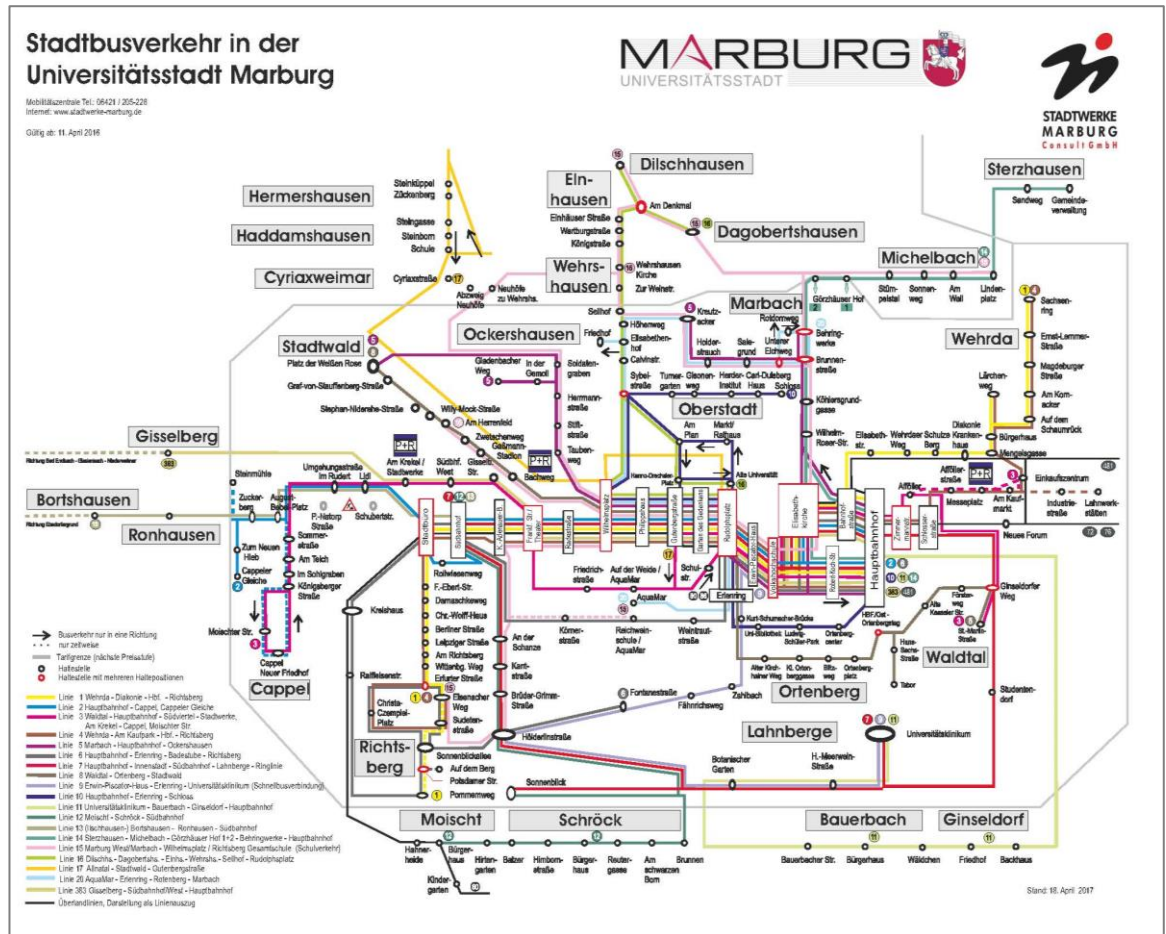


Abbildung 2: Liniennetz im Ist-Zustand

3.2 Verkehrsangebot im Ohnefall (Zeithorizont 2030, ohne Uni-Tram)

Gegenüber dem Ist-Zustand sind in Abstimmung mit den Stadtwerken Marburg und der Stadt Marburg im Ohnefall folgende Änderungen am Verkehrsangebot für die NKU relevant:

- Im Bereich Lahnberge sind folgende Änderungen des ÖV-Angebotes geplant:
 - Umsetzung Masterplan Campus Lahnberge mit zentraler Bustrasse
 - heutiger Ringverkehr der Linie 7 wird aufgebrochen
 - Einsatz leistungsstärkerer Busse

- Daraus ergeben sich für die wichtigsten Buslinien im Bereich Lahnberge folgende Linienwege:
 - Linie 2: Cappel – Südbahnhof – Stadtmitte – Hbf. – Uniklinik – Campus Lahnberge – Sonnenblick (15-Min.-Takt in der Hauptverkehrszeit)
 - Linie 7: Hbf. – Stadtmitte – Südbahnhof – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinik (im Ohnefall in der Hauptverkehrszeit an Semestertagen Verdichtung von 15- auf 10-Min.-Takt aufgrund der Entwicklung am Campus Lahnberge)
 - Linie F7 (Fahrradbus): Hbf. – Erlenring – Südbahnhof – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinik (verkehrt im Sommerhalbjahr dreimal täglich in Richtung Uniklinik)
 - Linie 9: Elisabethkirche – Erlenring – Campus Lahnberge – Uniklinik (15-Min.-Takt in Vorlesungszeit)
- Sonstige ÖV-Maßnahmen
 - Umbau DB-Station Marburg-Süd mit neuem Fußweg (ca. 250 m) zur Haltestelle auf Konrad-Adenauer-Brücke
 - Bei RB42 (Bestwig/Brilon – Marburg) und RB94 (Erndtebrück – Marburg) Verlängerung einzelner Fahrten im Schülerverkehr bis Marburg-Süd
- Maßnahmen im IV
 - Umsetzung Radkonzept Lahnberge mit Kapazitätsreduzierung Straße (Ansatz: + 1 Min. Fahrzeit mit Pkw)

3.3 Verkehrsangebot im Mitfall (Zeithorizont 2030, mit Uni-Tram)

Trasse der Uni-Tram

Die Trasse der Uni-Tram basiert auf der Studie von IGDB [1]. Auf dem Campus orientiert sich die Trasse an der Bustrasse des Masterplans Lahnberge [5].



Abbildung 3: Trasse der Uni-Tram

Verkehrsangebot der Uni-Tram

Das Betriebskonzept der Uni-Tram ist aus der Studie von IGDB [1] übernommen:

- Betriebszeiträume
 - Montag – Freitag: von 6 - 7 Uhr im 15-Min.-Takt, von 7 - 19 Uhr im 10-Min.-Takt, von 19 - 21 Uhr im 15-Min.-Takt und von 21 - 24 Uhr im 30-Min.-Takt
 - Samstag: von 7 - 9 Uhr im 30-Min.-Takt, von 9 - 21 Uhr im 15-Min.-Takt und von 21 - 24 Uhr im 30-Min.-Takt
 - Sonntag: von 9 - 24 Uhr im 30-Min.-Takt
- Fahrzeit und Fahrzeugbedarf (gemäß Variante 2 mit $V = 22,5$ km/h)
 - Umlaufzeit: 40 Min. (13 Min. Fahrzeit je Richtung, insgesamt 14 Minuten Wendezeit)
 - Fahrzeugbedarf: 4 Straßenbahnfahrzeuge (+ Reserve)

Verkehrsangebot Bus im Mitfall

Mit Realisierung der Uni-Tram kann das Busangebot im Bereich der Lahnberge deutlich reduziert werden. In der NKU sind folgende Anpassungen berücksichtigt:

- Die Linie 7 entfällt im Abschnitt Südbahnhof – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinik. Der Abschnitt Hbf. – Stadtmitte – Südbahnhof wird weiterhin bedient (aufgrund Nachfragerückgang Umstellung von Gelenk- auf Solobus).
- Die Fahrradbuslinie F7 entfällt auf dem gesamten Linienweg.

Die Buslinien 2 und 9 bleiben im Mitfall gegenüber dem Ohnefall unverändert. Sie stellen wichtige Direktverbindungen dar (Linie 2 z. B. Hbf. – Lahnberge, Linie 9 z. B. Uni-Standorte Innenstadt – Lahnberge) und verkehren nur abschnittsweise parallel zur Uni-Tram.

4 Verkehrsnachfrage im Ist-Zustand und Ohnefall

4.1 Verkehrsnachfrage im Ist-Zustand

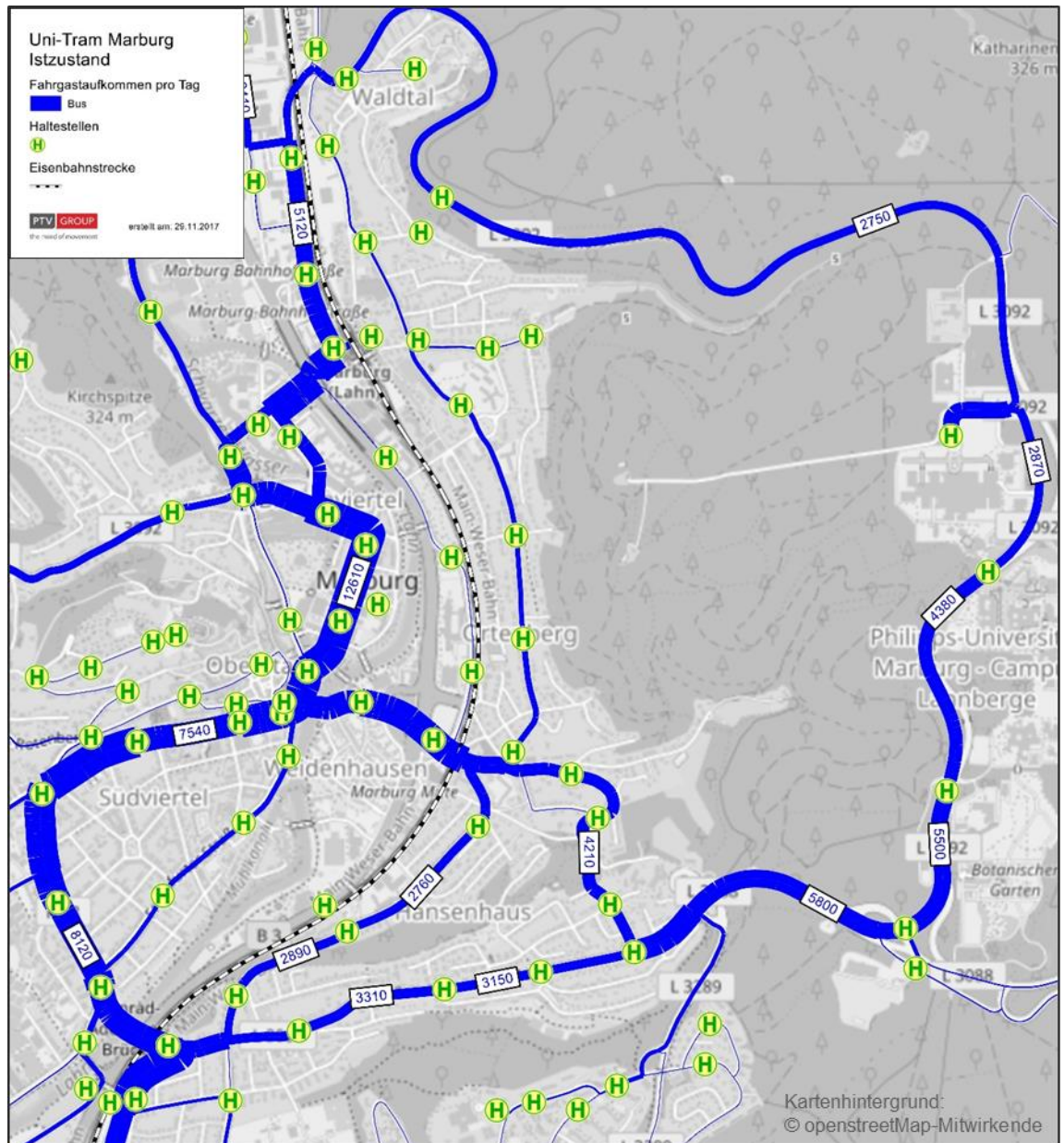


Abbildung 4: Fahrgastaufkommen im Ist-Zustand

Im Ist-Zustand nutzen im Zulauf auf die Lahnberge auf dem „Südast“ 5.800 und auf dem „Nordast“ 2.750 Fahrgäste pro Tag den Bus.

4.2 Verkehrsnachfrage im Ohnefall

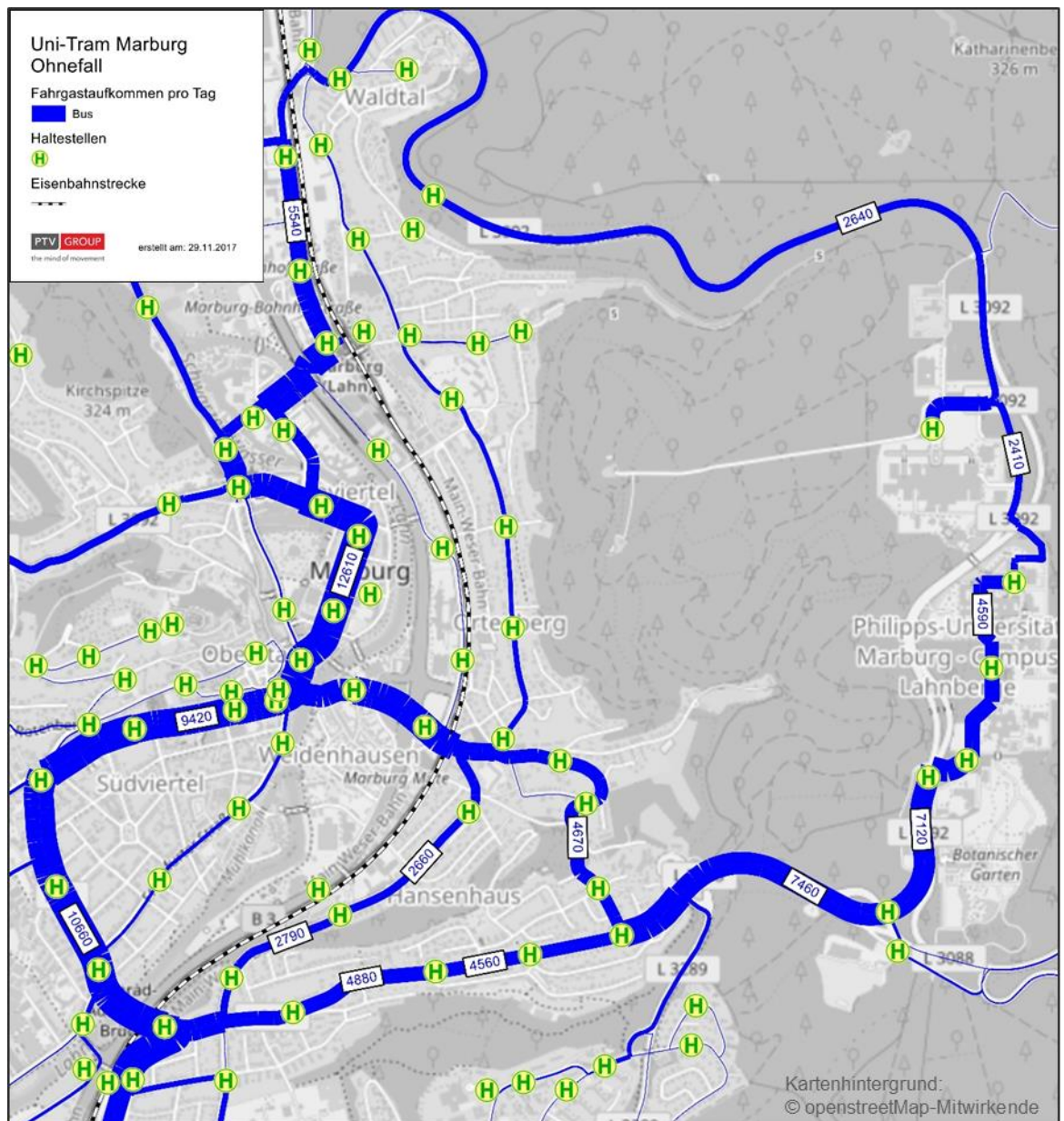


Abbildung 5: Fahrgastaufkommen im Ohnefall

Im Ohnefall ist gegenüber dem Ist-Zustand von einem deutlichen Anstieg der Fahrgastzahlen auf dem „Südast“ zu den Lahnbergen auszugehen. Hierzu tragen zahlreiche Effekte bei, beispielsweise die Steigerung der Studierendenzahlen, die zentrale Bustrasse im Campus Lahnberge, der Einsatz leistungstärkerer Busse, die Verlängerung der Pkw-Fahrzeit und die Einführung des Job-Tickets für die Universitätsmitarbeiter.

Auf dem „Nordast“ geht die Fahrgastzahl etwas zurück, da die Linie 7 nicht mehr im Ringverkehr eingesetzt wird.

5 Wirkungen der Maßnahme und Verkehrsnachfrage im Mitfall

5.1 Wirkungen der Maßnahme

Nach den Vorgaben der Standardisierten Bewertung wurden folgende Wirkungen in der Nachfrageprognose berücksichtigt:

Beförderungsqualität

Bahnen haben einen höheren Beförderungskomfort als Busse und werden weniger vom MIV behindert. Busse erhalten deshalb einen Malus.

Erschließung

Die Uni-Tram bedient überwiegend die gleichen Haltestellen wie der Bus. Im Bereich Sonnenblick verbessert sich die Erschließung durch eine neue Haltestelle.

Die Tram-Haltestelle Universitätsklinikum liegt am Südrand der Klinik und damit evtl. etwas ungünstiger als die Bushaltestelle am Haupteingang. Da die Ziele und Wegeverbindungen innerhalb des Klinikums nicht bekannt sind, wurde in der NKU von keiner Verschlechterung der Erschließung ausgegangen.

Umsteigehäufigkeit

Im Ohnefall verkehrt die Linie 7 auf der Route Hbf. – Innenstadt – Marburg-Süd – Campus Lahnberge – Uniklinik. Als Folge der Uni-Tram wird die Linie 7 auf den Abschnitt Hbf. – Innenstadt – Marburg-Süd verkürzt. Für viele Fahrgäste entfallen so Direktverbindungen, beispielsweise auf den Relationen:

- Uniklinikum/Campus Lahnberge ↔ Südviertel
- Hansenhaus (Großseelheimer Straße) ↔ Südviertel / Klinikviertel / Hbf.

Fahr- und Reisezeiten

Die Fahrzeiten sind mit der Uni-Tram etwas geringer als mit dem Bus (z. B. Marburg-Süd – Campus Lahnberge -2 Min., Marburg-Süd – Universitätsklinikum -5 Min.).

Dem Fahrzeitvorteil stehen auf vielen Relationen im Binnenverkehr von Marburg zusätzliche Umsteigezeiten entgegen.

Verbindungen ins Umland profitieren kaum von der Maßnahme:

- Beim Umsteigen zur DB in Marburg-Süd verlängert sich der Fußweg um 2 Min. (Bus hält vor dem Bahnhof, Uni-Tram auf Konrad-Adenauer-Brücke).
- Die Fahrzeiten reduzieren sich nur geringfügig.
Beispiel für Fahrzeiten Gießen – Campus Lahnberge (ohne Umsteigezeiten):
Ohnefall:
Gießen – Marburg-Süd – Campus Lahnberge mit RB + Buslinie 7: 36 Min.
Mitfall:
Gießen – Marburg-Süd – Campus Lahnberge mit RB + Uni-Tram: 34 Min.
Ohne- und Mitfall:
Gießen – Marburg Hbf. – Campus Lahnberge mit RE + Buslinie 2: 37 Min.

Fahrtenhäufigkeit

Die Uni-Tram verkehrt überwiegend im 10-Min.-Takt. Sie ersetzt zwischen den Lahnbergen und der Uni-Süd die Linien 7 und F7. Die Linie 7 verkehrt im Ohnefall überwiegend im 15-Min.-Takt und wird nur in der Hauptverkehrszeit auf einen 10-Min.-Takt verdichtet. Zusätzlich verkehrt im Ohnefall die Linie F7 mit 3 Fahrten/d.

5.2 Verkehrsnachfrage im Mitfall

Die Nachfrageprognose vom Ohnefall zum Planfall (Mitfall) erfolgte nach der Prognosemethode der Standardisierten Bewertung.

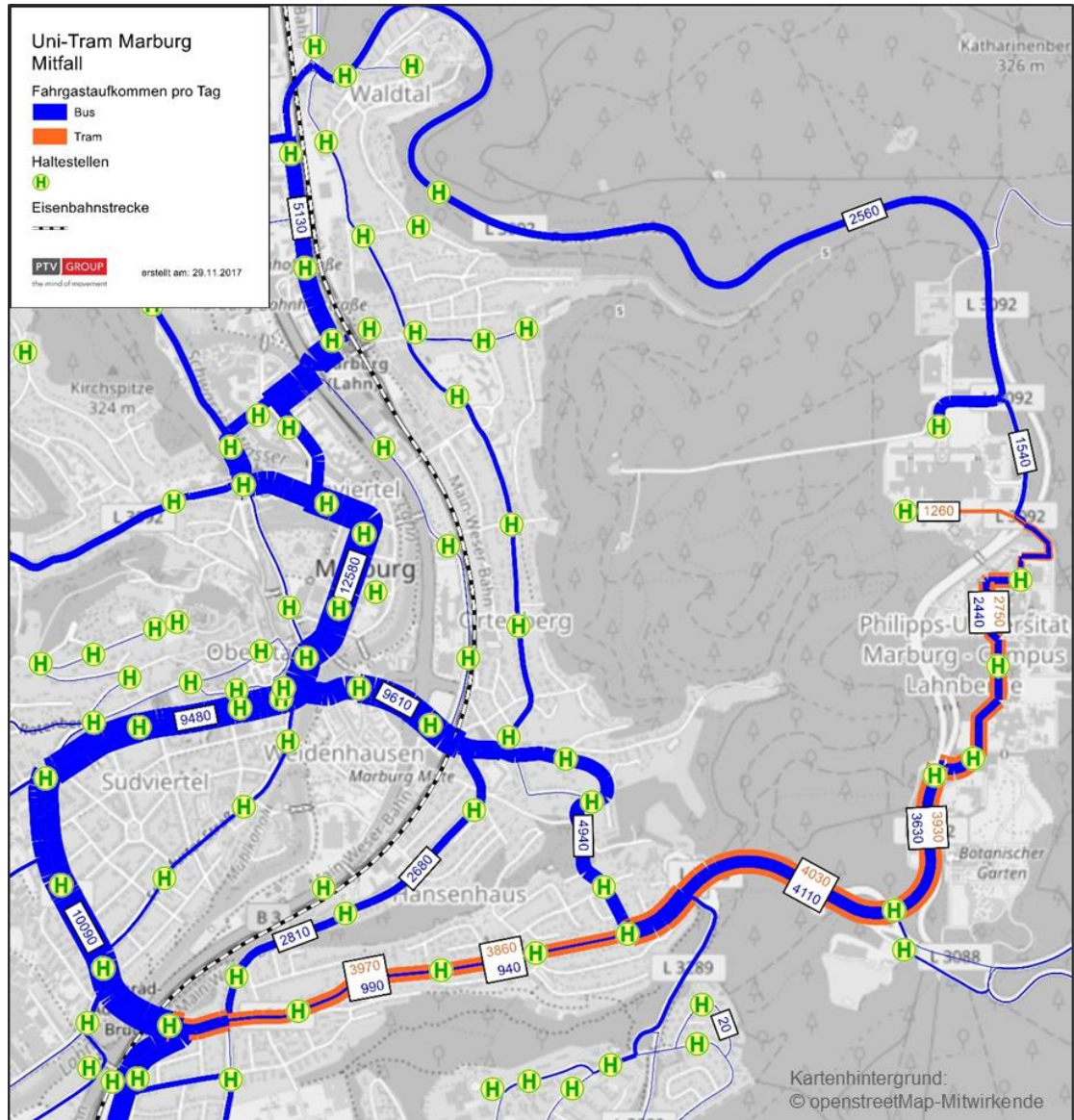


Abbildung 6: Fahrgastaufkommen im Mitfall

Die Fahrgäste der Uni-Tram werden überwiegend vom bisherigen Busverkehr verlagert.

Insgesamt werden im ÖV pro Tag 520 neue Fahrgäste prognostiziert. Davon sind 400 vom Pkw verlagert und 120 induziert¹.

¹ Unter induziertem Verkehr werden diejenigen Fahrten verstanden, die im Ohnefall nicht stattfinden und erst durch das ÖV-Investitionsvorhaben hervorgerufen werden (zusätzliche Mobilität).

Die Fahrgastgewinne verteilen sich wie folgt:

- Binnenverkehr der Strecke + 630 Pers./Tag
- Uniklinikum/Campus Lahnberge
 - ⇔ Marburg +/- 0 Pers./Tag
 - ⇔ Umland + 30 Pers./Tag
- Hansenhaus (Großseelheimer Straße)
 - ⇔ Marburg - 130 Pers./Tag
 - ⇔ Umland +/- 0 Pers./Tag

Im Saldo ist die Anzahl der neu gewonnenen Fahrgäste vergleichsweise gering. Da die Studierenden bereits im Ohnefall weitgehend den ÖV nutzen, ist bei ihnen das Potenzial für Verlagerungen vom Pkw zum ÖV gering.

Die Uni-Tram ist vor allem für Fahrgäste im Binnenverkehr zwischen dem Einzugsgebiet der Großseelheimer Straße und den Lahnbergen attraktiv. Zwischen der Großseelheimer Straße und den sonstigen Zielen in Marburg gehen ÖV-Fahrgäste verloren, da die Direktverbindung mit dem Bus in die Bereiche Südviertel / Klinikviertel / Hbf. entfällt. Auf den sonstigen Relationen heben sich die Vor- und Nachteile in etwa auf.

6 Volkswirtschaftlicher Nutzen

Der volkswirtschaftliche Nutzen resultiert aus Reisezeitänderungen, der Schaffung zusätzlicher Mobilitätsmöglichkeiten und aus vermiedener Pkw-Betriebsleistung. Diese Kennwerte wurden modellbasiert nach den Vorgaben der Standardisierten Bewertung ermittelt.

Ergebnisse der Prognose		
ÖV-Fahrgastgewinne, vom Pkw verlagert	402	Pers./Tag
ÖV-Fahrgastgewinne, induziert	122	Pers./Tag
ÖV-Fahrgastgewinne, gesamt	524	Pers./Tag
vermiedene Pkw-Betriebsleistung	-470.400	Pkw-km/a
Volkswirtschaftlicher Nutzen		
Nutzen aus Reisezeitänderungen	140,5	T€/a
Nutzen aus der Schaffung zusätzlicher Mobilitätsmöglichkeiten	36,4	T€/a
Nutzen aus vermiedener Pkw-Betriebsleistung	154,3	T€/a
<i>davon Pkw-Betriebskosten</i>	103,5	T€/a
<i>davon Pkw-Emissionen</i>	10,8	T€/a
<i>davon Pkw-Unfälle</i>	40,0	T€/a
Nutzen aus Anpassung des ÖV-Angebotes	-241,1	T€/a
<i>davon ÖV-Emissionen</i>	-12,3	T€/a
<i>davon ÖV-Unfälle</i>	-228,8	T€/a
Summe Nutzen	90,1	T€/a

Tabelle 2: Volkswirtschaftlicher Nutzen der Uni-Tram

Der volkswirtschaftliche Nutzen der Maßnahme ist mit insgesamt 90 T€/a relativ gering, insbesondere aufgrund der geringen Reisezeitvorteile und der geringen Verlagerungswirkungen vom Pkw zum ÖV.

Die ÖV-Angebotsausweitung und Umstellung von Bus- auf Straßenbahnbetrieb wirkt sich ungünstig auf die volkswirtschaftlichen Unfallschäden aus (siehe Kapitel 7.2). Die zusätzlichen ÖV-Unfallschäden können nur zu einem geringen Anteil durch vermiedene Pkw-Unfallschäden ausgeglichen werden.

Die Nutzenrechnung basiert auf folgenden Vorgaben der Standardisierten Bewertung:

- Nutzen aus Reisezeitänderungen:
Die Bewertung der Reisezeitänderungen erfolgt über den verfahrensseitig vorgegebenen Wertansatz von 7,1 €/h. Änderungen, die weniger als fünf Minuten betragen, sind für die Nutzenermittlung abzumindern, um eine eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit kleiner Einzelreisezeitdifferenzen zu berücksichtigen.

➤ Nutzen aus der Schaffung zusätzlicher Mobilitätsmöglichkeiten:

Der Nutzen aus der Schaffung zusätzlicher Mobilitätsmöglichkeiten leitet sich aus den induzierten ÖV-Fahrgästen ab. Die Bewertung erfolgt über einen Grundpreis (0,73 €/Personenfahrt) und einem Leistungspreis (0,05 €/Personen-km).

➤ Nutzen aus vermiedener Pkw-Betriebsleistung

Der Nutzen aus vermiedener Pkw-Betriebsleistung steht in engem Zusammenhang mit den prognostizierten ÖV-Fahrgastgewinnen, da diese überwiegend vom Pkw-Verkehr verlagert werden.

Die vermiedene Pkw-Fahrleistung ergibt sich aus den vermiedenen Pkw-Fahrten (unter Berücksichtigung des vom Verfahren vorgegebenen Pkw-Besetzungsgrades von 1,3 Personen/Pkw) und der Fahrtweiten. Die monetäre Bewertung erfolgt über folgende vorgegebene Wertansätze:

- Pkw-Betriebskosten 0,220 €/Pkw-km
- Pkw-Emissionen 0,023 €/Pkw-km
- Pkw-Unfälle 0,085 €/Pkw-km

7 Kosten der Maßnahme

7.1 Fahrwegkosten

Die Fahrweginvestitionen wurden im Rahmen der vorangegangenen Trassenuntersuchung von IGDB [1] kalkuliert. In der Trassenuntersuchung wird darauf hingewiesen, dass in der Kalkulation noch große Unsicherheiten bestehen. Als Beispiele werden genannt:

- bisher keine Berücksichtigung der Verlegung von Versorgungsleitungen
- ggf. Untauglichkeit der Brücken im Bereich Sonnenblick
- ggf. besondere Anforderungen an Emissionsschutz im Bereich der Klinik- und Forschungsgebäude

Die Kalkulation aus der Trassenstudie wurde als Grundlage für die NKU übernommen (netto-Werte ohne Planung, ohne Unvorhergesehenes).

Zusätzlich wurde ein Aufschlag von 10% der Investitionssumme für die Verlegung von Versorgungsleitungen berücksichtigt. Dies ist ein optimistischer Ansatz. Die Erfahrung aus zahlreichen anderen Untersuchungen hat gezeigt, dass für Leitungsverlegungen teilweise auch deutlich höhere Kosten anfallen.

Nach den Rechenvorgaben der Standardisierten Bewertung werden auf Grundlage der Investitionen die jährlichen Kosten der Infrastruktur (Kapitaldienst und Unterhaltung) abgeleitet. Dabei sind zusätzlich zu den Nettoinvestitionen 10% Planungskosten zu berücksichtigen.

Es wird von einer Bauzeit von zwei Jahren ausgegangen. Über die Berücksichtigung der Bauzeit gehen die Kosten der Kapitalbindung in der Bauphase in den Kapitaldienst ein.

Die Annuitätsfaktoren für den Kapitaldienst und die Unterhaltungskostensätze sind vom Verfahren vorgegeben.

Anlagenteil Bezeichnung	Investition Preisstand 2016 [T€]	Aufzinsungs- faktor Bauzeit [-]	Annuitäts- faktor [1/Jahr]	Kapital- dienst [T€/Jahr]	Unter- haltungs- kostensatz [‰]	Unter- haltungs- kosten [T€/Jahr]
Summe, mit Planung	36.556,3				943,3	162,7
Planungskosten	3.323,3	1,0085	0,0170		57,0	-
Summe, ohne Planung	33.233,0				886,3	162,7
einmalige Aufwendungen	2.720,0	1,0085	0,0170		46,6	-
Trassen (Oberbau Bahnen und Straßen, Erdbauwerke, Dämme, Einschnitte, Entwässerung)	10.060,7	1,0085	0,0237		240,5	5,0
Gleise: Feste Fahrbahn	5.061,5	1,0085	0,0298		152,1	75,9
Weichen inkl. Heizungen und Antriebe	500,0	1,0085	0,0594		30,0	15,0
Bahnsteige und Rampen (inkl. Überdachungen)	900,0	1,0085	0,0298		27,0	6,3
Zugsicherungs- und Signalanlagen inkl. BÜ- Sicherungsanlagen	860,0	1,0085	0,0594		51,5	7,7
Fahr- und Speiseleitungen (inkl. Masten), Stromschienen	3.104,4	1,0085	0,0428		134,0	43,5
Umformwerke, Unterwerke (elektrischer und maschineller Teil)	600,0	1,0085	0,0428		25,9	8,4
Lichtversorgungsnetz Außenbeleuchtung	29,4	1,0085	0,0428		1,3	0,6
Lärmschutzwände und -fenster	500,0	1,0085	0,0494		24,9	0,3
Straßen und Wege inkl. Ausstattung	5.577,6	1,0085	0,0170		95,6	-
Leitungen für Strom, Telekom, Gas, Öl, Wasser, Abwasser, Fernwärme	2.719,4	1,0085	0,0170		46,6	-
Gebäude/Bewuchs/Sonstiges	600,0	1,0085	0,0170		10,3	-

Tabelle 3: Fahrwegkosten Uni-Tram (Basis)

Die Investitionen inkl. Planung belaufen sich auf 36,5 Mio. €. Daraus resultieren folgende jährliche Kosten:

- Kapitaldienst 943 T€/a
- Unterhaltung 163 T€/a

Bei der Planungstiefe „Machbarkeitsstudie“ schlägt das Verfahren der Standardisierten Bewertung eine **Sensitivitätsuntersuchung** mit einem Kostenzuschlag von 30% vor. In die Sensitivitätsuntersuchung gehen die Fahrweginvestitionen inkl. Planung mit 46,3 Mio. € ein. Daraus resultieren folgende jährliche Kosten:

- Kapitaldienst 1.226 T€/a
- Unterhaltung 212 T€/a

Mit Realisierung der Uni-Tram werden Investitionen in den barrierefreien Ausbau der Bushaltestellen entlang der Trasse vermieden. In der Kalkulation wird berücksichtigt, dass acht Bushaltestellen nicht barrierefrei ausgebaut werden müssen, da sie durch Tram- oder kombinierte Tram/Bus-Haltestellen ersetzt werden. Die sogenannten **vermiedenen Fahrwegkosten des Ohnefalls** werden wie folgt berücksichtigt:

- Investition: 8 Haltestellen x 30 T€ = 240 T€
- Jährliche Kosten: 10 T€/a (Kapitaldienst 8 T€/a, Unterhaltung 2 T€/a)

7.2 Betriebsbedingte Kosten

Im Folgenden werden die Berechnungsgrundlagen, die Kostensätze sowie die betriebsbedingten Kosten aufgezeigt.

7.2.1 Auswirkungen auf den Fahrzeugbedarf und die Fahrzeuginvestitionen

Im Mitfall werden für den laufenden Betrieb 4 neue Straßenbahnfahrzeuge benötigt. In der NKU wird der Reserveanteil kalkulatorisch mit 10% (0,4 Fahrzeuge) berücksichtigt. Dies ist ein günstiger Ansatz, da in der Realität ein ganzes zusätzliches Fahrzeug als Reserve vorzuhalten ist.

Beim Bus werden insgesamt 6 Fahrzeuge (+10% Reserve) eingespart. Günstig wirkt sich darüber hinaus aus, dass auf dem verbleibenden Abschnitt der Linie 7 im Mitfall Solobusse eine ausreichende Kapazität bieten.

Der Neupreis für die Beschaffung einer Straßenbahn wird mit 2,7 Mio. € veranschlagt. Die Anschaffungskosten für einen Standard-Gelenkbus (SGL) liegen bei 360 T€ und für einen Standard-Linienbus (SL) bei 270 T€.

	Fahrzeugbedarf (ohne Reserve)		Fahrzeuginvestition in Mio. € (inkl. 10% Reserve)		
	Ohnefall	Mitfall	Ohnefall	Mitfall	Differenz Mit-Ohne
Tram		4	0,0	11,9	11,9
Gelenkbus (GL)	9		3,6	0,0	-3,6
Solobus (SL)	1	4	0,3	1,2	0,9

Tabelle 4: Änderung der Anzahl benötigter Fahrzeuge jeweils +10% Reserve

7.2.2 Änderung der Betriebsstunden und der Betriebsleistung

Grundlage der Betriebskostenrechnung ist die Betriebsleistung der Straßenbahn und der entfallenden Busbedienung.

In den folgenden Tabellen sind die Anzahlen der Umläufe dargestellt sowie alle weiteren Daten, die für die Berechnung der Betriebsleistung und der Betriebsstunden (entspricht Einsatzzeit Fahrpersonal) relevant sind.

Ein Umlauf entspricht nach Definition der Standardisierten Bewertung einem Fahrtenpaar, bestehend aus einer Hin- und Rückfahrt.

Betroffene Linien im Ohnefall					Anzahl Umläufe*						
Linie	Linienweg	Fahrzeug	Umlauf- länge (km)	Umlaufzeit inkl. Wende- zeiten (Min.)	Werktag	Samstag	Sonntag	Jahr	Betriebs- stunden pro Jahr	Fahrplan- km pro Jahr	Mio. Platz- km pro Jahr
7	Hbf. – Stadtmitte – Südbahnhof – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinik	GL	20,1	90 (bei T60: 120)	60	29	17	17.751	27.818	356.795	35,7
F7	Hbf. – Erlenring – Südbahnhof – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinikum	SL	16,0	60	3**			381	381	6.096	0,4
Summe					63	29	17	18.132	28.199	362.891	36,1

Betroffene Linien im Mitfall (Basis, Tram im 10-min-Takt)					Anzahl Umläufe*						
Linie	Linienweg	Fahrzeug	Umlauf- länge (km)	Umlaufzeit inkl. Wende- zeiten (Min.)	Werktag	Samstag	Sonntag	Jahr	Betriebs- stunden pro Jahr	Fahrplan- km (Jahr)	Mio. Platz- km (Jahr)
Tram	Konrad-Adenauer-Brücke – Hölderlinstr. – Campus Lahnberge – Uniklinikum	Tram	9,6	40 bei T10 45 bei T15 60 bei T60	92	58	30	28.154	20.672	270.278	45,9
7	Hbf. – Stadtmitte – Südbahnhof	SL	10,4	60	48	29	17	14.703	14.703	152.911	15,3
Summe					140	87	47	42.857	35.375	423.189	61,2

* ein Umlauf entspricht gemäß Definition der Standardisierten Bewertung einem Fahrtenpaar (Fahrt in Hin- und Rückrichtung)

** nur Sommerhalbjahr

*** Fahrzeugreserve nach Verfahrensvorgabe 10%

Tabelle 5: Betriebsstunden und Betriebsleistung im Mit- und Ohnefall

Im Mitfall steigt die Anzahl der Betriebsstunden und die Betriebsleistung aufgrund der Angebotsverdichtung gegenüber dem Ohnefall.

7.2.3 Ansätze der Fahrzeugvorhaltung und des Betriebs

Im Folgenden werden die eingesetzten Fahrzeugtypen und fahrzeugspezifischen Kosten der Fahrzeugvorhaltung und des Betriebs aufgezeigt.

Fahrzeugdaten, Kosten- und Verbrauchsätze	Tram	Gelenkbus (GL)	Solobus (SL)	
Antrieb	elektrisch	Diesel	Diesel	
Gesamtplätze (Sitz- und Stehplätze bei 4 Pers./m²)	170	100	70	Plätze/Fahrzeug
Leergewicht	37	*	*	t/Fahrzeug
Neupreis	2.700.000	360.000	270.000	€/Fahrzeug
Nutzungsdauer	30	12	12	Jahre
Kapitaldienst (Annuitätsfaktor bei Zinssatz 1,7%)	0,0428	0,0928	0,0928	-
Kapitaldienst	115.560	33.408	25.056	€/Fz x Jahr
Personalkosten	46	39	39	€/h
zeitabhängige Unterhaltung	24.050	9.600	8.400	€/Fz x Jahr
lauleistungsabhängige Unterhaltung	0,70	0,45	0,39	€/Fz-km
Energieverbrauch	3,38	0,44	0,32	kWh bzw. l Diesel/Fz-km
Energiekostensätze	0,12	0,75	0,75	€/kWh bzw. €/l Diesel
Energiekosten Strecke	0,406	0,330	0,240	€/Fz-km
Wertansatz externe Kosten CO ₂ **	0,0617	0,4133	0,4133	€/kWh bzw. €/l Diesel
Wertansatz externe Kosten sonstige Emissionen	0,0096	0,0657	0,0657	€/kWh bzw. €/l Diesel
Externe Kosten CO ₂ und sonstige Emissionen	0,241	0,211	0,153	€/Fz-km
Externe Kosten der ÖV-Unfälle	1,012	0,213	0,213	€/Fz-km

*für Kostenrechnung nicht relevant **bei 149 €/t CO₂

Tabelle 6: Fahrzeugspezifische Kosten- und Wertansätze (Preisstand 2016)

Die Verbrauchs-, Kosten- und Wertansätze sind vom Verfahren der Standardisierten Bewertung vorgegeben. Bezogen auf die Fahrzeug-km sind die Kosten bei der Uni-Tram höher als beim Bus.

Die Kalkulation der Kosten des Fahrpersonals basiert auf der Umlaufzeit mit einem Kostensatz von 46 €/h bei der Straßenbahn und 38 €/h beim Bus. In den Personalkostensätzen sind anteilig Kosten für Kontrollpersonal enthalten.

Bei den Unterhaltungskosten der Straßenbahn sind anteilig Betriebshofkosten enthalten. Bei der Uni-Tram sind diese in der Realität voraussichtlich höher, da für eine kleine Fahrzeuganzahl ein neuer Betriebshof an der Strecke errichtet werden muss.

7.2.4 Übersicht der betriebsbedingten Kostenänderungen

In der folgenden Tabelle sind die betriebsbedingten Kosten der betroffenen Linien im Mit- und Ohnefall gegenübergestellt.

Betriebskosten (ohne Infrastruktur) in T€/a	Ohnefall			Mitfall Uni-Tram Marburg (Tram im 10-Min.-Takt)			Differenz Mitfall - Ohnefall
	Tram	Bus	Summe	Tram	Bus	Summe	
Kapitaldienst ÖV-Fahrzeuge		358,3	358,3	508,5	110,2	618,7	260,4
Unterhaltungskosten ÖV-Fahrzeuge		267,2	267,2	295,0	96,6	391,6	124,4
<i>davon zeitabhängig</i>		104,3	104,3	105,8	37,0	142,8	38,5
<i>davon laufleistungsabhängig</i>		162,9	162,9	189,2	59,6	248,8	85,9
ÖV-Energiekosten		119,2	119,2	109,7	36,7	146,4	27,2
Kosten Personal		1.099,8	1.099,8	950,9	573,4	1.524,3	424,5
Gesamtsumme		1.844,5	1.844,5	1.864,1	816,9	2.681,0	836,5
ÖV-Emissionen		76,2	76,2	65,1	23,4	88,5	12,3
ÖV-Unfälle		77,3	77,3	273,5	32,6	306,1	228,8
Gesamtsumme inkl. Unfälle und Emissionen		1.998,0	1.998,0	2.202,7	872,9	3.075,6	1.077,6
davon Tram							2.202,7
davon Bus							-1.125,1

Tabelle 7: Betriebsbedingte Kosten (Preisstand 2016)

Aufgrund der Angebotsausweitung und der höheren fahrzeugspezifischen Kosten steigen die Betriebskosten um 835 T€/a. Bei einer Umstellung von Bus- auf Trambetrieb steigen zusätzlich die ÖV-Unfallschäden um 229 T€/a. In Summe steigen die betriebsbedingten volkswirtschaftlichen Kosten um 1,1 Mio. €/a.

Wenn die Uni-Tram statt im 10-Min.-Takt nur im 15-Min.-Takt verkehrt, steigen die Mehrkosten nur um ca. 400 T€/a.

8 Bewertungsergebnisse

Bei der Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses werden Nutzen und Kosten gegenübergestellt. Der **Nutzen** entspricht dem Saldo aus volkswirtschaftlichem Nutzen, zusätzlichen Betriebskosten und zusätzlichen Unterhaltungskosten der Infrastruktur. Der Kapitaldienst der zu bewertenden Infrastrukturmaßnahme fließt als **Kosten** in die Bewertung ein.

	Basis	Sensitiv +30% Fahrweg- kosten	
Investitionen Fahrweg (Preisstand 2016, ohne Planung)	33.233	43.203	Mio. €
ÖV-Fahrgastgewinne	524	524	Pers./Tag
Nutzen und Kosten			
Volkswirtschaftlicher Nutzen	90	90	T€/a
- Betriebskosten	837	837	T€/a
- Unterhaltungskosten Fahrweg Mitfall	163	212	T€/a
+ vermiedene Fahrwegkosten Ohnefall	9	9	T€/a
Saldo Nutzen	-901	-950	T€/a
Kosten (Kapitaldienst Fahrweg Mitfall)	943	1.226	T€/a
Nutzen-Kosten-Indikatoren			
Nutzen-Kosten-Verhältnis	< 0	< 0	[-]
Nutzen-Kosten-Differenz	-1.844	-2.176	T€/a

Tabelle 8: Bewertungsergebnis Uni-Tram

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis der untersuchten Uni-Tram liegt deutlich unter der Grenze von 1,0. Das Nutzendefizit beläuft sich auf 1,8 Mio. €/a (in der Sensitivitätsbetrachtung 2,2 Mio. €/a).

Da das Nutzen-Kosten-Verhältnis deutlich unter der Grenze von 1,0 liegt, ist eine Förderung der Maßnahme durch das Land nicht zu erwarten.

Die Kosten müssen komplett von der Stadt Marburg oder den Stadtwerken Marburg getragen werden:

- Fahrwegkosten (Kapitaldienst, Unterhaltung): 1,1 Mio. €/a (sensitiv 1,4 Mio.€/a)
- zusätzliche Betriebskosten: 0,8 Mio. €/a
- zusätzliche Kosten für einen neuen Betriebshof an der Strecke

Die Mehrkosten können nur in geringem Umfang durch zusätzliche Fahrgelderlöse von rund 0,1 Mio. €/a ausgeglichen werden (524 Fahrgäste/d x 300 d/a x 0,7 €/Fahrgast).

Auch bei einem günstigen Nutzen-Kosten-Verhältnis wäre zu klären, ob das Land die Maßnahme fördern würde. Die bisherigen Planungen gehen überwiegend von

einem straßenbündigen und von keinem besonderen Bahnkörper aus. Nach den Förderrichtlinien des Landes Hessen darf nur in begründeten Fällen von einem besonderen Bahnkörper abgesehen werden. Der Bund fördert grundsätzlich nur Maßnahmen mit besonderem Bahnkörper und zuwendungsfähigen Investitionen > 50 Mio. €.

Literaturverzeichnis

- [1] IGDB Verkehrsplanung + Beratung, „UniTram Marburg - Konzeptstudie,“ Dreieich, 2016.
- [2] ITP Intraplan Consult GmbH, „Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehr Version 2016,“ erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, München, März 2017.
- [3] Strambach, Kohl, Momberg, „Nachhaltige Mobilität im Zuge städtebaulicher Restrukturierungen - Räumliches Mobilitätsverhalten und Verkehrsmittelwahl von Studierenden und Mitarbeitern/-innen der Philipps-Universität Marburg,“ Geofocus Marburg online Heft 4.
- [4] PGN Planungsgruppe Nord Mobilität und Verkehr, „3. Fortschreibung der Radverkehrsplanung Ergebnisbericht,“ Universitätsstadt Marburg, 30.03.2017.
- [5] Philipps Universität Marburg, „Masterplan Campus Lahnberge Erläuterungsbericht,“ Stadt Marburg.