Vorstudie zur technischen Machbarkeit einer urbanen Seilbahnverbindung in der Stadt Wuppertal zwischen Hauptbahnhof, Universität und Küllenhahn

www.seilbahnprofi.de

1. IMPRESSUM

Auftraggeber:
WSW mobil GmbH
Bromberger Straße 39-41
D-42281 Wuppertal

Auftragnehmer:
Ingenieurbüro Arno Schweiger
Vordere Burgauffahrt 25

87527 Sonthofen

Vertreten durch: Dipl.-Ing. (FH) Arno Schweiger

2. I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. IMPRESSUM 2
2. I N H A L T S V E R Z E I C H N I S 3
3. A B B I L D U N G S V E R Z E I C H N I S 5
4. Einleitung 7
5. Projektvorhaben 7
6. Untersuchungsgebiet 8
7. Untersuchungsumfang 9
8. Zielsetzung 9
9. Grundlagen für die Studie 10
9.1. Örtliche Begehungen und Besprechungen 10
9.2. Planunterlagen und Vorstudien 10
9.3. Regelwerke 10
10. Allgemeine Gründe für eine Seilbahn im ÖPNV 11
11. Seilbahnen allgemein 15
11.1. Aufbau einer Seilbahn 15
11.1.1. Stationsgebäude 16
11.1.2. Trasse 18
11.1.3. Fahrbetriebsmittel (Kabine) 21
11.1.3.1. Ausstattung der Fahrbetriebsmittel 22
11.1.3.2. Beleuchtung 22
11.1.3.3. Infotainment 23
11.1.3.4. Sicherheitsausstattung 24
11.1.3.5. Komfort 24
11.2. Kuppelbare Seilbahnsysteme 24
11.2.1. Einseil-Umlaufbahn (EUB) 25
11.2.2. Zweiseil-Umlaufbahn (2-S) 26
11.2.3. Dreiseil-Umlaufbahn (3-S) 27
11.2.4. Fahrbetriebsmittel für die EUB / 3-S 28
11.2.4.1. Fahrbetriebsmittel für die EUB 28
11.2.4.2. Fahrbetriebsmittel für 3-S 32

11.2.4.1. Vergleich Fahrbetriebsmittel EUB/3-S ... 32
11.2.5. Umlaufbahnsysteme im Vergleich ... 33
11.3. Garagierung ... 34
11.4. Bergung / Räumungskonzept ... 34
12. Eine Seilbahn für Wuppertal ... 35
12.1. Potenzielle Nutzergruppen ... 35
12.1.1. Nutzergruppe: Studenten, Professoren und Mitarbeiter der Universität ... 36
12.1.2. Nutzergruppe: Schüler und Lehrer des Schulzentrums Süd ... 37
12.2. Bestehender ÖPNV ... 37
12.3. Kapazitätsbedarf ... 40
13. Streckenvarianten ... 41
13.1. Voruntersuchung von Streckenvarianten ... 41
13.1.1. Analyse der Stationsstandorte im Bereich Endstation Hauptbahnhof: ... 43
13.1.2. Analyse der Stationsstandorte für die Zwischenstationen in den Bereichen Südstraße und Universität ... 47
13.1.3. Analyse der Stationsstandorte Bereich Endstation Küllenhahn ... 50
13.2. Lösungsansätze Streckenvarianten IB Schweiger ... 52
13.2.1. Detailuntersuchung der Vorzugsvariante ... 54
13.2.2. Längenschnitt der Vorzugsvariante ... 63
13.2.3. Technische Details zur Vorzugsvariante ... 64
14. Energiebedarf Seilbahn ... 69
15. Rechtliche Situation – Bau einer Seilbahn ... 69
16. Betrieb einer Seilbahn ... 73
17. Zusätzliche Maßnahmen ... 79
18. Anbieter für Seilbahnen - Systemhersteller ... 79
19. Kostenschätzung – Seilbahn ... 80
20. Resümee ... 81
21. Anlagen ... 82

3. A B B I L D U N G S V E R Z E I C H N I S

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet für das Seilbahnprojekt 8
Abbildung 2: Mittlerer Trassenabschnitt der Rheinseilbahn Köln 12
Abbildung 3: Schadstoffemissionen verschiedener Verkehrsmittel im Vergleich 13
Abbildung 4: Bauelemente einer Seilbahn 15
Abbildung 5: Mögliche Rollenverteilung der Stationen in einem Seilbahnsystem 16
Abbildung 6: Beispiel einer Anlage aus 2 Sektionen mit verschiedenen Stationsvarianten 17
Abbildung 7: Mehrstöckige Seilbahnstation 17
Abbildung 8: Bauteile eines Stützenbauwerks 19
Abbildung 9: Stützenlösung Konzept Seilbahn Hamburg 20
Abbildung 10: Stützenbauwerk der Emirates AirLine London 20
Abbildung 11: Bauteile eines Fahrbetriebsmittels 21
Abbildung 12: 3-S Kabine im Abendbetrieb 23
Abbildung 13: Beleuchtete 3-S Kabine 23
Abbildung 14: Beispiele für Einseil-Umlaufbahnen 26
Abbildung 15: Zweiseilumlaufbahn 27
Abbildung 16: Dreiseilumlaufbahn in Koblenz 28
Abbildung 17: Beispiele für unterschiedliche Kabinenbauarten 29
Abbildung 18: Vergleich von 10er und 15er Kabine 29
Abbildung 19: Sperrgutbeförderung in einer OMEGA IV Kabine 30
Abbildung 20: Sperrgutbeförderung in einer CONUS Kabine 30
Abbildung 21: Fahrradtransport in bzw. an einer SIGMA Kabine 31
Abbildung 22: Formgebung und Innenansicht der 3 –S Kabine 32
Abbildung 23: Sperrguttransport in EUB Kabine 32
Abbildung 24: Sperrguttransport in 3-S Kabine 33
Abbildung 25: Vergleich der Kabinen für EUB und 3-S 33
Abbildung 26: Vergleich verschiedener Umlaufbahnsysteme 33
Abbildung 27: Citaro G und Citaro K 38
Abbildung 28: Schematische Darstellung der Topographie 38
Abbildung 29: Beförderungszeiten Hauptbahnhof – Universität 39
Abbildung 30: Beförderungszeiten Hauptbahnhof –Küllenhahn 39

Abbildung 31: Streckenvergleich Hauptbahnhof – Küllenhahn 40
Abbildung 32: Trassenverläufe der Vorstudie 41
Abbildung 33: Trassenverläufe der Vorstudie 42
Abbildung 34: Stationsstandorte im Bereich Hauptbahnhof 43
Abbildung 35: Stationsstandort T-1 im Bereich Hauptbahnhof 44
Abbildung 36: Stationsstandort T-2 im Bereich Hauptbahnhof 44
Abbildung 37: Stationsstandort T-3 im Bereich Hauptbahnhof 45
Abbildung 38: Stationsstandort T-4 im Bereich Hauptbahnhof 46
Abbildung 39: Stationsstandorte Z-1.1 und Z1.2 im Bereich Südstraße 47
Abbildung 40: Stationsstandorte Z-2.1 und Z2.2 im Bereich Universität 48
Abbildung 41: Stationsstandorte Z-2.1 und Z-2.2 im Bereich Universität 49
Abbildung 42: Stationsstandorte B-1 und B-2 im Bereich Küllenhahn 50
Abbildung 43: Stationsstandorte B-1 und B-2 im Bereich Schulzentrum Süd 51
Abbildung 44: Trassenvarianten IB Schweiger Seilbahnverbindung Wuppertal 53
Abbildung 45: Vorzugsvariante "Cyan" Sektion 1 55
Abbildung 46: Schematische Darstellung geplanter Stationsstandort Fundbüro Hauptbahnhof 56
Abbildung 47: Schematische Darstellung geplanter Stationsstandort Fundbüro Hauptbahnhof mit Tunnelanlage 57
Abbildung 48: Schnitt Stationsstandort Fundbüro mit Höhensituation 58
Abbildung 49: Übersichtsplan Universitätsgelände mit Zwischenstation 58
Abbildung 50: Lageplan Detail geplante Zwischenstation Universität 59
Abbildung 51: Schnitt Zwischenstation Universität mit Höhensituation 59
Abbildung 52: Vorzugsvariante "Cyan" Sektion 2 60
Abbildung 53: Lageplan Detail geplanter Stationsstandort Schulzentrum Süd 61
Abbildung 54: Technische Daten der Vorzugsvariante Cyan 62
Abbildung 55: Beispiel für Abstand zwischen den Fahrbetriebsmitteln 63
Abbildung 56: Längenschnitt Sektion 1 der Vorzugsvariante Cyan 63
Abbildung 57: Längenschnitt Sektion 2 der Vorzugsvariante Cyan 64
Abbildung 58: Fachwerkstütze mit Fahrbetriebsmittel 65
Abbildung 59: Beispielgrundriss für eine zweistöckige Garagierung 68
Abbildung 60: Beispiel für eine Garagierung im Untergeschoss mit Liftsystem 69
Abbildung 61: Benötigte Betriebsbedienstete an den Stationen 75

4. Einleitung

Seilbahnen werden in den letzten Jahren zunehmend als innovatives und leistungsstarkes Verkehrsmittel in verschiedensten Städten (Koblenz, Ankara, Los Angeles, New York, Hongkong, Lissabon, Shanghai, La Paz usw.) weltweit eingesetzt, um Verkehrsprobleme mit spezifischen Anforderungen zu lösen.

Auch in Wuppertal wird über eine mögliche Seilbahnverbindung zwischen dem Hauptbahnhof und Küllenhahn via Universität diskutiert.

Die nachfolgende Ausarbeitung prüft die technischen Möglichkeiten, den Hauptbahnhof über die Universität mit Küllenhahn verkehrstechnisch mit einer Seilbahn zu verbinden.

5. Projektvorhaben

Verkehrstechnische Verbindung des Hauptbahnhofes, der Universität Grifflenberg und Küllenhahn Süd durch eine Seilbahnanlage.

6. Untersuchungsgebiet

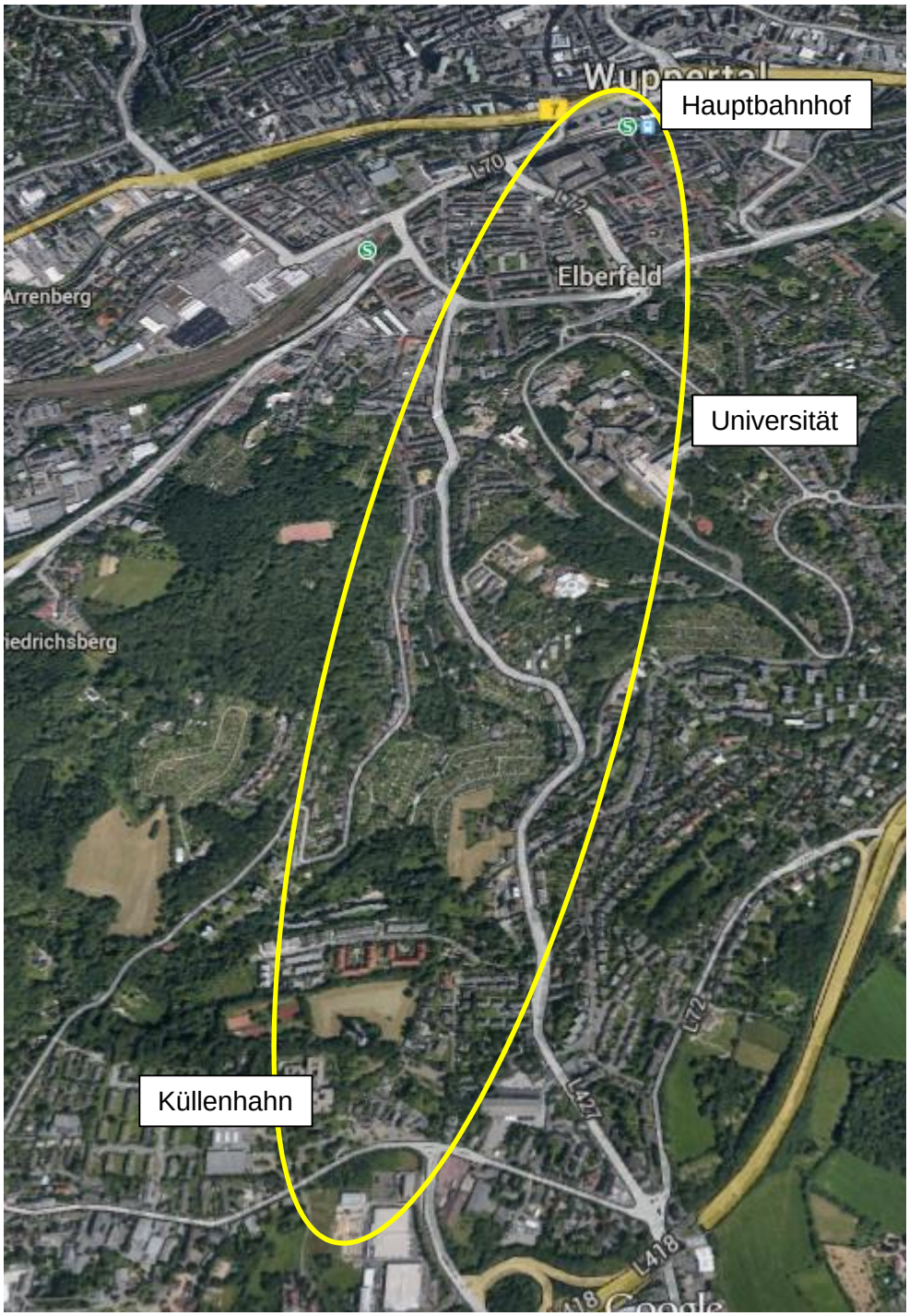

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet für das Seilbahnprojekt

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Google Maps

7. Untersuchungsumfang

Gemäß Leistungsbeschreibung zur Anfrage Nr. 876330 vom 04.03.2014 und Auftrag vom 16.04.2014 soll eine Vorstudie zur Untersuchung der technischen Machbarkeit einer urbanen Seilbahn zwischen Wuppertal Hauptbahnhof, Universität und Küllenhahn erstellt werden. Im Rahmen der Vorstudie sollen folgende Punkte untersucht werden:

- Grundüberlegungen zur Auswahl von Seilbahntrassen im urbanen Raum
- Grundüberlegungen zu den avisierten Relationen Hauptbahnhof – Universität - Küllenhahn
- Standortsuche (End- und Zwischenstationen)
- Standortanalyse und Bewertung der Standorte
- Untersuchung und Bewertung von Streckenvarianten
- Aufzeigen der ausgewählten Seilbahnvarianten im Kartenmaterial
- Auswahl der geeignetsten Variante für eine Seilbahnverbindung
- Grobtrassierung und Längenschnittausarbeitung für die ausgewählte Vorzugsvariante unter Berücksichtigung der angestrebten Beförderungsleistung
- Vordimensionierung der Seilbahnanlage
- Prüfung baulicher, rechtlicher und betrieblicher Voraussetzungen unter Beachtung sicherheitsrelevanter Aspekte
- Zu erwartende Verfahrenszeiten für die Genehmigung einer Seilbahn
- Informationen zum Betrieb einer Seilbahnanlage
- Grobe Kostenschätzung für die ausgewählte Variante (aufgrund von Erfahrungswerten aus den letzten Jahren und Angaben der Herstellerfirmen)
- Angaben zu Systemherstellern

8. Zielsetzung

Die Konzeptstudie hat zum Ziel, die technische Machbarkeit einer Seilbahnverbindung zwischen dem Hauptbahnhof, der Universität und Küllenhahn zu untersuchen.

9. Grundlagen für die Studie

9.1. Örtliche Begehungen und Besprechungen

Um die Konzeptstudie auf die Gegebenheiten vor Ort abzustimmen, wurden örtliche Begehungen durch das Ingenieurbüro Schweiger in zeitweiliger Begleitung von Mitarbeitern des Auftraggebers sowie der Planungsgesellschaft Köln Hoppe & Co. GmbH, durchgeführt.

Diese Begehungen bzw. Besprechungen fanden an folgenden Terminen statt:

- 26.05.2014
- 27.08.2014
- 09.12.2014

9.2. Planunterlagen und Vorstudien

Im Rahmen dieses Projekts wurden dem IB Schweiger folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt und verwendet:

[1] georeferenziertes Luftbild der Stadt Wuppertal

[2] digitaler Katasterplan

[3] Laserdaten ASCII (Oberflächenmodell)

[4] Baumdaten ASCII

[5] Ideensammlung WSW mit Anlagen: Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal; Stand April 2014

9.3. Regelwerke

Im Rahmen dieses Projekts wurden unter anderen folgende Unterlagen verwendet:

[1] Nordrhein Westfälische Bauordnung in der aktuellen Fassung

[2] Richtlinie 2009/9/EG über Seilbahnen für den Personenverkehr in der aktuellen Fassung

[3] Gesetz über die Seilbahnen in Nordrhein-Westfalen (SeilbG NRW)

[4] DIN EN 12929-1 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Allgemeine Bestimmungen, Teil 1: Anforderungen für alle Anlagen

[5] DIN EN 12397 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den

Personenverkehr – Betrieb
[6] DIN EN 1709 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Erprobung, Instandhaltung, Betriebskontrollen
[7] DIN EN 1909 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Räumung und Bergung
[8] DIN EN 13107 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Bauwerke

10. Allgemeine Gründe für eine Seilbahn im ÖPNV

Seilbahnen rufen bei vielen Menschen die romantische Vorstellung von Bergen, Ski- und Wandergebieten hervor. Im Hinblick auf steigende Mineralölpreise, überfüllte Straßen, infrastrukturelle Engpässe und unter Betrachtung der vom Verkehr stark belasteten Umwelt, gewinnen Seilbahnen zunehmend auch als Verkehrsmittel im urbanen Bereich zur Entlastung des Straßenverkehrs an Bedeutung. Durch Seilbahnen kann der Verkehr auf der Straße reduziert und somit die Attraktivität von Wohngebieten gesteigert werden.

Ihr größter Vorteil ist das fast geräuschlose Überschweben von Hindernissen, die für andere Verkehrssysteme unüberwindbare Barrieren darstellen. In bebauten Bereichen zählen hierzu neben Geländeunebenheiten und hohem Bewuchs auch Straßen, Gewässer, Gebäude etc. Die Überbrückung solcher Barrieren stellt für das Verkehrsmittel Seilbahn kein Problem dar, während andere Verkehrssysteme wie Busse oder Straßenbahnen diese Hindernisse weiträumig umfahren müssen, wodurch zusätzlicher Weg und somit auch Betriebskosten entstehen. Damit diese Hindernisse umfahren werden können, sind zum Teil aufwändige Bauwerke wie Brücken oder Tunnel nötig. Eine weitere Schwierigkeit stellen für Busse oder Straßenbahnen und andere Verkehrssystem Steigungen bzw. Gefälle dar.

Seilbahnsysteme bewegen sich auf eigener Trasse und kommen deshalb nicht mit anderen Verkehrsteilnehmern in Konflikt, wie es bei Straßenbahnen und Bussen ohne eigene Spur der Fall ist.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Teil der Trasse der Rheinseilbahn in Köln. Diese Anlage überfährt eine vierspurige Stadtstraße, einen Parkplatz, den Rhein, eine sechsspurige Stadtautobahnbrücke samt Fahrradweg und Fußgängerinfrastruktur, sowie Teile eines Erlebnisbads mit nur drei Stützenbauwerken.

Abbildung 2: Mittlerer Trassenabschnitt der Rheinseilbahn Köln
Quelle: Eigene Aufnahme, Köln

Ein weiteres Argument, welches für die Seilbahn in urbanen Bereichen spricht, ist der geringe benötigte Flächenbedarf in Verbindung mit der daraus resultierenden Flächenversiegelung. Eine Seilbahn benötigt – im Vergleich zu anderen spurgebundenen Verkehrssystemen – sehr wenig Fläche. Die Versiegelung der Fläche beschränkt sich auf die Fundamente für Gebäude und Stützen des Seilbahnsystems, während der Raum unter den Seilen weiterhin frei nutzbar bleibt. Zusätzlich entstehen durch die luftgeführte Trasse keinerlei Zerschneidungswirkungen, wie es bei Straßen- oder Schieneninfrastruktur der Fall ist.

Dank der eben erwähnten luftgeführten Trasse, die Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern weitestgehend ausschließt, zählen Seilbahnen auch zu den zuverlässigsten und sichersten Verkehrssystemen überhaupt. Seilbahnen haben eine Zuverlässigkeit von knapp über 99% (Quelle: Monheim, Heiner; Muschwitz, Christian; Auer, Wolfram; Philippi, Matthias (2012): Urbane Seilbahnen, ksv-Verlag, Köln, Seite 27). Systeminterne Konflikte wie Auffahrunfälle sind durch überwachte Abstandskontrollen zwischen den Kabinen in den Seilbahnstationen sowie weiteren Sicherheitseinrichtungen ausgeschlossen.

Betriebswirtschaftlich betrachtet kann die Seilbahn auf Grund von geringem Personalbedarf und niedrigen Wartungskosten im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln, als betriebskostenfreundlich und nachhaltig kostengünstig eingestuft werden. Auch der Energiebedarf ist im Verhältnis zu Bussen und Straßenbahnen sehr niedrig.
Aus diesem niedrigen Energiebedarf resultieren geringe Schadstoffemissionen.
Diese sind in der folgenden Tabelle im Vergleich dargestellt.

	PKW	Linienbus	Tram/Metro	Seilbahn*
Kohlenmonoxid in Gramm/Pkm**	1,45	0,21	0,02	0,01
Kohlendioxid in Gramm/Pkm	144	75	72	44
Flüchtige Kohlenwasserstoffe in Gramm/Pkm	0,18	0,08	0,005	0,003
Stickoxide in Gramm/Pkm	0,29	0,83	0,07	0,04
Partikel in Gramm/Pkm	0,009	0,017	0,003	0,002
Verbrauch Benzinäquivalent in Liter/Pkm	6,2	3,3	3,9	2,4
Angenommene Auslastung	1,5 P/Pkw	21%	20%	20%

Abbildung 3: Schadstoffemissionen verschiedener Verkehrsmittel im Vergleich
***Bezogen auf eine Dreiseilumlaufbahn mit einer Gesamtförderleistung von 7000 P/h und einer Geschwindigkeit von 21,6 km/h**
**** Personenkilometer**
(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Monheim, Heiner; Muschwitz, Christian; Auer, Wolfram; Philippi, Matthias (2012): Urbane Seilbahnen, ksv-Verlag, Köln, Seite 96)

Dank des elektrischen Antriebs fallen diese Emissionen auch nicht, wie bei Dieselbussen vor Ort, sondern am Kraftwerk des jeweiligen Energieversorgers an. Versorgt man die

Seilbahn mit „grünem Strom“, anstatt des üblichen Strommix, lässt sich die Bilanz noch deutlich verbessern.

Neben den geringen Schadstoffemissionen erzeugt die Seilbahn auch kaum Schallemissionen.

Die Fahrbetriebsmittel sind bei entsprechender Auslegung gut für den Personenverkehr geeignet und geräumig genug für den Transport von Rollstühlen, Kinderwagen, Fahrrädern etc. Durch barrierefreie Ein- und Ausstiegsbereiche und keinerlei Schwellen zwischen Fahrsteig und Kabinen sind Seilbahnen auch für mobilitätseingeschränkte Personen uneingeschränkt nutzbar.

Hinzu kommt die touristische Attraktivität der hoch geführten Trasse, welche auch gut für Werbezwecke eingesetzt werden kann.

In Asien, Nordafrika oder Lateinamerika benutzt man Seilbahnen für den Nahverkehr bereits sehr intensiv. Auf diesen Kontinenten wurden bereits sehr lange Seilbahnstrecken mit mehreren Stationen realisiert. Weltweit wächst die Nachfrage nach Seilbahnen, die urbane Transportaufgaben übernehmen, aber auch Städte in Europa interessieren sich zwischenzeitlich für solch eine Lösung.

Zusammengefasst können urbane Seilbahnen folgende Vorteile bieten:

- sicher
- komfortabel
- barrierefrei
- zuverlässig
- leise
- platzsparend
- umweltfreundlich
- wirtschaftlich
- zeitsparend
- attraktiv

Grenzen treten bei Seilbahnen vor allem im Bereich der Kurvenfähigkeit auf. Bei Dreiseilumlaufbahnen können auf der Strecke an den Stützenbauwerken kleine Ablenkungen von bis zu fünf Grad vorgenommen werden. Ausgeprägte Ablenkungen sind ansonsten nur in den Seilbahnstationsgebäuden mit dem dazugehörigen infrastrukturellen Aufwand möglich. Eine weitere Grenze ist die Gesamtlänge des Seilbahnsystems und die Anzahl der benötigten Stationen in Bezug auf die Fahrzeit.

Seilbahnsysteme sind zwar sehr anpassungsfähig und platzsparend, doch hat auch ihre nachträgliche Implementierung in bereits bebaute Areale Grenzen. Hier müssen vor allem die vorgeschriebenen Abstände zu anderen Gebäuden bedacht werden, aber auch Lichtraumprofile über Straßen, Stromleitungen usw., welche bei Überfahrungen einzuhalten sind.

11. Seilbahnen allgemein

Im Folgenden werden einige allgemeine Informationen zu verschiedenen Seilbahnsystemen dargestellt und erläutert.

11.1. Aufbau einer Seilbahn

Seile, Stützen, Stationsgebäude und Kabinen sind die Grundelemente einer Seilbahn. Auf der Strecke zwischen den Seilbahnstationen müssen Stützen errichtet werden. Über diese Stützen werden die Seile geführt. Antriebs- und Gegenstation bilden Anfangs- und Endpunkt einer Seilbahn. Bei Bedarf können auf der Strecke Zwischenstationen errichtet werden.

Fahrbetriebsmittel (Kabine) Fahrweg (Seilbahntrasse) Stationsgebäude

Abbildung 4: Bauelemente einer Seilbahn

Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

11.1.1. Stationsgebäude

Die Stationsgebäude haben den größten infrastrukturellen Aufwand in einem Seilbahnsystem. Sie dienen zum einen als Zu- bzw. Abgangsinfrastruktur für die Fahrgäste zu und von Kabinen und zum anderen beinhalten und tragen sie seilbahntechnische Einrichtungen. Jedes Seilbahnsystem hat eine Antriebsstation, in welcher die Antriebseinheit der Seilbahn, bestehend aus Motor, Getriebe, Bremssystemen, Fördereinheiten usw. untergebracht ist. Dort befinden sich auch die Steuerung, die Stromversorgung und der Kommandostand. Am anderen Ende der Seilbahn befindet sich die Umlenkstation, an welcher das Seil über die Umlenkscheibe zurückgeführt wird. Hier gibt es ebenfalls einen Kommandostand mit Steuerungseinheit für die Seilbahn. Eine der beiden genannten Stationen dient zusätzlich als Abspannung für das, bzw. die Seile. In welcher Station das System abgespannt ist, wird mit dem Zusatz „–spann-„ im Namen gekennzeichnet. In der folgenden Abbildung ist dies an einem Beispiel verdeutlicht.

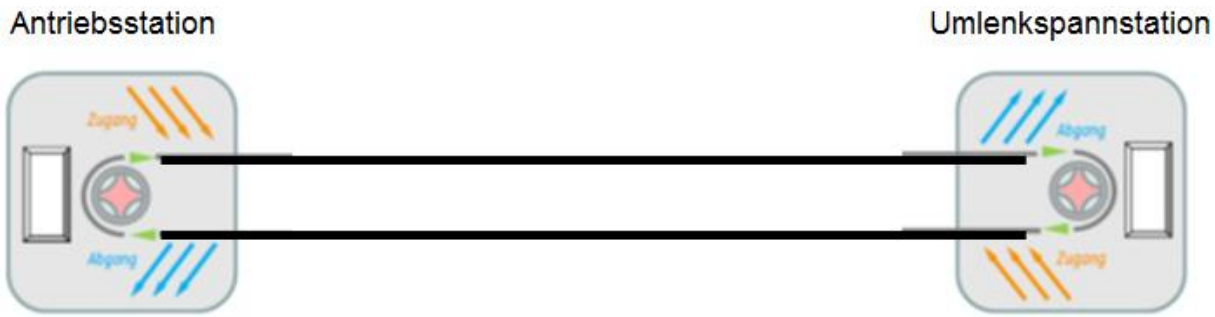

Abbildung 5: Mögliche Rollenverteilung der Stationen in einem Seilbahnsystem
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Monheim, Heiner; Muschwitz, Christian; Auer, Wolfram; Philippi, Matthias (2012): Urbane Seilbahnen, Köln, Seite 27

Zwischen den beiden Stationen gibt es die Möglichkeit weitere Seilbahnstationen als Zwischeneinstiege bzw. Zwischenausstieg zu implementieren. Diese können als reine Durchfahrstationen oder als Durchfahr- und Umlenkstationen ausgeführt werden. Eine Durchfahr- und Umkehrstation ermöglicht ein Ablenken der Trasse und bietet für den Betrieb die Möglichkeit nur ein Teilstück der Anlage zu betreiben. Diese Teilstücke werden „Sektionen“ genannt. In Abbildung 6 sind die eben beschriebenen Stationsvarianten bei einem Umlaufbahnsystem bestehend aus den Sektionen 1 und 2 beispielhaft dargestellt.

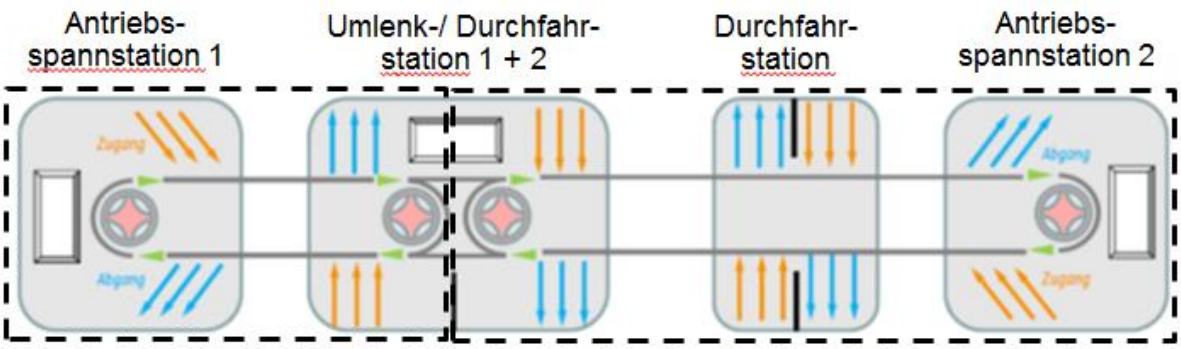

Abbildung 6: Beispiel einer Anlage aus 2 Sektionen mit verschiedenen Stationsvarianten
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Monheim, Heiner; Muschwitz, Christian; Auer, Wolfram; Philippi, Matthias (2012): Urbane Seilbahnen, Köln, Seite 27

Für einen flüssigen Fahrgastbetrieb werden die Stationen mit separaten Zu- und Abgängen ausgestattet. Alle wichtigen Wege werden barrierefrei gehalten, bei mehrstöckigen Stationen wird dementsprechend ein Aufzug eingesetzt.
Für die Gebäudeform der Stationsbauwerke gibt es unterschiedliche Lösungsansätze. Hierbei können bzw. müssen zum Teil städtebauliche und/oder gestalterische Vorgaben berücksichtigt werden. Die Station kann, je nach örtlicher Situation, ebenerdig oder mehrstöckig aufgebaut werden.

Abbildung 7: Mehrstöckige Seilbahnstation
Quelle: Eigene Aufnahme, Bozen

11.1.2. Trasse

Zur Seilbahntrasse gehören alle Infrastrukturelemente der Seilbahnanlage zwischen den Stationen, die nicht direkt mit den Kabinen verbunden sind. Hierzu zählen die Stützenbauten mit Rollenbatterien zur Seilführung samt Fundamenten, das bzw. die Seile sowie die Kommunikations- und Überwachungsinfrastruktur. Die Hauptaufgabe der gesamten Streckeninfrastruktur ist das Tragen, Leiten und Sichern des bewegten Seiles. Dieses wird bei Einseil-Umlaufbahnen als Förderseil bezeichnet, da es zum einen die Kabinen trägt und zum anderen diese bewegt. Mehrseilbahnen dagegen besitzen ein Zugseil, welches die Kabinen bewegt und zusätzlich zu diesem mindestens ein Tragseil, welches die Funktion einer Schiene übernimmt. Auf diesem Tragseil wird die Kabine mit Hilfe von Rollen gezogen, welche in der Klemmeneinrichtung des Fahrbetriebsmittels integriert sind.

Die beiden Seiltypen unterscheiden sich vor allem im Aufbau und im Durchmesser.

Tragseile, auf denen die Rollen der Laufwerke der Kabinen laufen, haben einen größeren Durchmesser und eine glatte Oberfläche, um den Belastungen standzuhalten und ein ruhiges und sicheres Fahrverhalten zu gewährleisten. Zugseile bestehen je nach Bedarf aus sechs bis acht Litzen und einem Kunststoffkern. Die einzelnen Litzen bestehen aus mehreren einzelnen Drähten. Ihre Oberfläche ist nicht glatt sondern aufgrund der Anordnung und Ausführung der einzelnen Litzen uneben und ermöglicht dadurch ein sicheres Verklemmen der Kabinen am Seil.

Das Stützenbauwerk besteht je nach Bauform des Stützenschaftes aus einem oder mehreren Fundamenten, dem Stützenschaft und dem Stützenjoch. Für den Stützenschaft werden verschiedene Bauformen verwendet. Die heute am häufigsten verwendeten Typen sind die Fachwerkstütze und die Rohrstütze. Fachwerkstützen werden aktuell vor allem bei Pendelbahnen und 3S Bahnen eingesetzt, um eine hohe Stabilität bei großer Höhe der Stütze zu gewährleisten.

Am Stützenjoch befinden sich die Trageinrichtungen über welche die Seile geführt werden. Je nach Seilbahnsystem bestehen die Trageinrichtungen aus Seilsätteln zur Aufnahme der Tragseile und den Rollenbatterien, über die das Zugseil läuft.

In der nachfolgenden Abbildung 8 sind die eben genannten Elemente an einer Stütze der Rheinseilbahn Koblenz aufgezeigt.

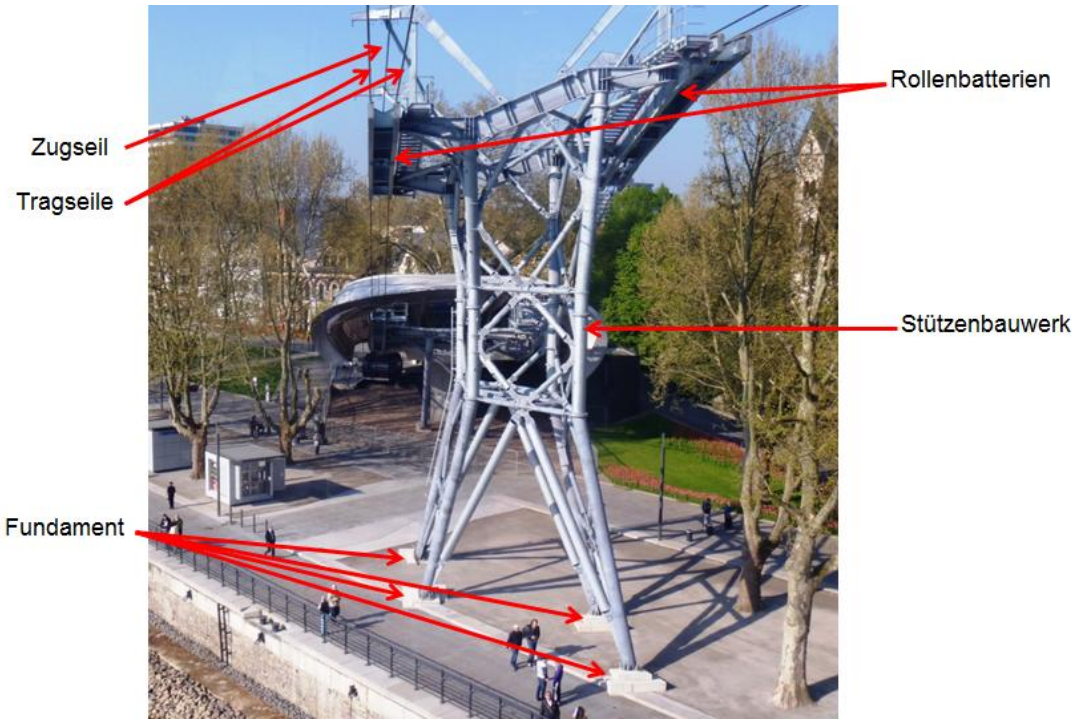

Abbildung 8: Bauteile eines Stützenbauwerks
Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

Zusätzlich zur Funktionalität spielt bei neuen Seilbahnanlagen in urbanen Gebieten auch das Erscheinungsbild der Trasse eine große Rolle. Dies spiegelt sich am stärksten in den Stützenbauten wieder. Herkömmliche Rohr- und Fachwerkstützen gehören hier mehr und mehr der Vergangenheit an. Beispiele hierzu sind nachfolgend dargestellt.

Abbildung 9: Stützenlösung Konzept Seilbahn Hamburg

Quelle: Fa. Doppelmayr

Abbildung 10: Stützenbauwerk der Emirates AirLine London

Quelle: Eigene Aufnahme, London

11.1.3. Fahrbetriebsmittel (Kabine)

Als Fahrbetriebsmittel bezeichnet man bei Seilbahnen die Fahrzeuge die der Beförderung von Personen und / oder Gütern dienen. Art und Anzahl sind abhängig von Typ, Länge und Kapazität der Seilbahn. Die Fahrbetriebsmittel haben keinen eigenen Antrieb und werden ausschließlich durch die Zugwirkung des Zug- oder Förderseiles bewegt.

Zu einem Fahrbetriebsmittel gehören folgende Bauteile:

- Kabine
- Gehängearm (verhindert, je nach System spezifischer Form, Kollisionen mit den Streckenbauwerken)
- Seilklemme (verbindet das Fahrbetriebsmittel mit dem Förder- bzw. Zugseil)

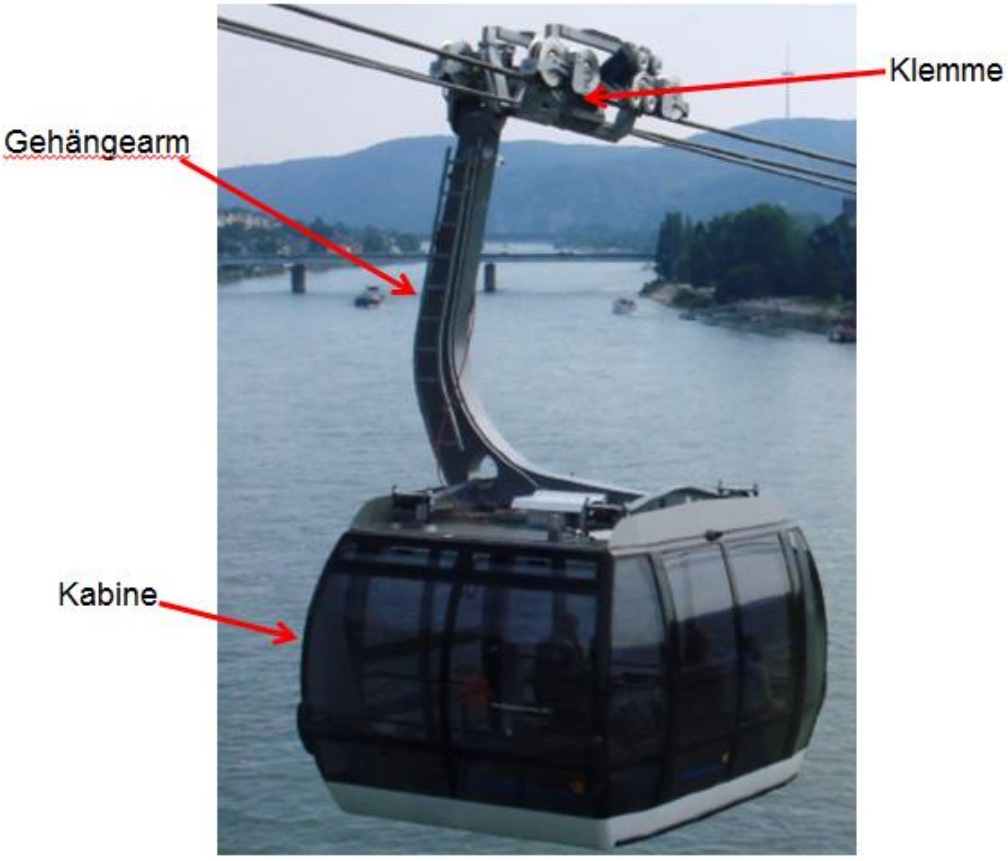

Abbildung 11: Bauteile eines Fahrbetriebsmittels
Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

Auf Grund der spezifischen Eigenschaften sind nur geschlossene Fahrbetriebsmittel für den Einsatz in urbanen Gebieten geeignet, denn nur geschlossene Fahrbetriebsmittel

können eine ausreichende Sicherheit und den entsprechender Komfort für die Fahrgäste gewährleisten.

11.1.3.1. Ausstattung der Fahrbetriebsmittel

Moderne Seilbahnkabinen bieten jeden erdenklichen Komfort, den Straßenbahnen und Busse auch aufweisen können. Beleuchtung, Informationsdisplay und Lautsprecher können genauso in die Fahrbetriebsmittel integriert werden, wie Heizung und Klimaanlage. Versorgt werden alle Einrichtungen von einer Batterie, welche über Kontakte während der Stationsdurchfahrt geladen wird. Zusätzlich können Solarzellen auf dem Kabinendach angebracht werden. Bei Großkabinen für mehr als 25 Personen gibt es inzwischen Konzepte, die von der Ausstattung her an den Innenraum einer Straßenbahn erinnern.
Die verschiedenen Hersteller der Fahrbetriebsmittel bieten ein breites Spektrum an verschiedensten Ausstattungsmöglichkeiten an.

11.1.3.2. Beleuchtung

Für die Ausleuchtung bzw. Beleuchtung der Kabinen stehen verschiedenen Möglichkeiten, je nach Hersteller der Seilbahnkabine, zur Verfügung. In den Seilbahnkabinen werden Beleuchtungssysteme entsprechend dem aktuellen Stand der Technik verwendet.

Außenbeleuchtung:
Zur optischen Aufwertung der Kabine werden LED-Streifen auf der Innenkante der Verglasung angebracht. Markante optische Reize machen die Kabinen bei Nacht gut identifizierbar.

Innenbeleuchtung:
Die gedämpfte, indirekte Beleuchtung mit LED-Streifen seitlich am Innendach beleuchtet dezent den Innenraum der Kabine. Elektronisch einstellbare Farbnuancen können das Raumklima individuell an die Bedürfnisse anpassen. Generell vermitteln gut ausgeleuchtete Fahrbetriebsmittel den Fahrgeästen ein Gefühl von Sicherheit und steigern damit die Akzeptanz der Anlage bei den Nutzern.

Abbildung 12: 3-S Kabine im Abendbetrieb

Quelle: Eigene Aufnahme

Abbildung 13: Beleuchtete 3-S Kabine

Quelle: Fa. Doppelmayr

Notbeleuchtung:

Im Türbereich jeder Kabine ist eine zusätzliche Notbeleuchtung vorgesehen.

11.1.3.3. Infotainment

Um die Fahrt mit der Seilbahn noch attraktiver zu gestalten, gibt es die Möglichkeit die Kabinen mit komplexen Multimedia-Systemen auszustatten, um beispielsweise aktuelle Informationen zu Attraktionen, Events und Angebote, sowie Musik für den Fahrgast abzuspielen. Audio- und Videokomponenten können dabei kombiniert, aber auch getrennt voneinander eingesetzt werden.

11.1.3.4. Sicherheitsausstattung

Es besteht die Möglichkeit, die Kabinen mit Überwachungskameras auszustatten, um diese von einer zentralen Stelle aus überwachen zu können.
Die Ausstattung der Kabinen mit einer Notrufanlage ermöglicht dem Fahrgast einen Kontakt zur Station oder zu einer zentralen Sicherheitseinrichtung herzustellen. Über die Lautsprecher der Gegensprechanlage können bei Bedarf Anweisungen und Informationen an die Fahrgäste gegeben werden.

11.1.3.5. Komfort

Je nach Bedarf und Anforderung können die Kabinen verschiedenste Lösungen bzgl. Sitz- oder/und Stehplätzen (z.B. bei Kabinen für 35 Personen: 15 sitzend / 20stehend oder 24 sitzend / 11 stehend) aufweisen. Zu Qualität und Ausführung der Kabineninnenbereiche kann der Auftraggeber seine Wünsche und Vorstellungen beim Hersteller der Seilbahnkabine einbringen.
Die Belüftung in der Seilbahnkabine erfolgt in der Regel über Belüftungsgitter oder Ausstellfenster. Letztere werden in urbanen Seilbahnanlagen aus Sicherheitsgründen jedoch selten verbaut. Belüftungsgitter garantieren über den Fahrtwind eine konstante passive Belüftung beim Betrieb der Seilbahn.
Der Einbau einer Klimaanlage zur Kühlung im Sommer und Beheizung der Fahrbetriebsmittel im Winter ist ebenfalls möglich.

11.2. Kuppelbare Seilbahnsysteme

Um die verwendete Technik besser einordnen zu können, muss noch der Punkt der Anbindung des Fahrbetriebsmittels an das Förder- bzw. Zugseil erläutert werden. Dies ist ein Kernpunkt der Seilbahntechnik und hat bedeutenden Einfluss auf alle Kenngrößen der Systeme. Bei allen kuppelbaren Seilbahnsystemen werden die Fahrzeuge in den Stationen vom Zug oder Förderseil getrennt. Dieses System ermöglicht es, mit dem Seil eine konstant hohe Geschwindigkeit (v = max. 7,0 m/s) zu fahren während ein komfortables Einsteigen bei sehr langsamer Geschwindigkeit (v = 0,2 m/s) des Fahrbetriebsmittels möglich ist. Allerdings ist hierfür ein nicht unwesentlicher technischer Aufwand an Infrastruktur in den Stationen und an den Fahrbetriebsmitteln nötig.

Eine kuppelbare Seilbahn bedient sich einer Klemmvorrichtung, welche die Kabine bei Einfahrt in die jeweilige Seilbahnstation vom Seil löst. Dadurch wird bei Einfahrt in die jeweilige Station die Geschwindigkeit der Kabine reduziert, was den Gästen ein bequemes Ein- und Aussteigen ermöglicht. Sobald sich die Kabinentüren schließen, wird die Kabine über die Reifenförderer beschleunigt und wieder auf das Seil geklemmt. Die Kabine verlässt daraufhin die Seilbahnstation mit der vorgewählten Fahrgeschwindigkeit.
Die Kapazität von Umlaufsystemen ist abhängig von der Fahrgeschwindigkeit des Seiles, sowie der Anzahl von Kabinen auf dem Seil und der möglichen Personen pro Fahrbetriebsmittel. Fast alle Umlaufsysteme sind so genannte „Stetigförderer“. Dies bedeutet, dass zwischen den einzelnen Kabinen keine oder kaum Wartezeiten entstehen.

Kuppelbare Umlaufbahnen sind deshalb für den urbanen Bereich in der Regel am geeignetsten. Diese Systeme erlauben einen stetigen Transport von Fahrgästen, da sich immer eine bestimmte Anzahl an Kabinen in den Stationen befindet und der Fahrgast ohne lange Wartezeit die Fahrbetriebsmittel benutzen kann.
Die Umlaufsysteme, welche sich für den Einsatz in urbanen Bereichen eignen, sind:

- **Einseil-Umlaufbahn (EUB)**

  bzw.
- **Mehrseil-Umlaufbahnen:**
  - **Zweiseil-Umlaufbahn (2-S)**
  - **Dreiseil-Umlaufbahn (3-S)**

In den nachfolgenden Punkten werden Informationen zu technischen Möglichkeiten der verschiedenen Systeme gegeben. Bei den aufgezeigten Seilbahnsystemen handelt es sich ausschließlich um kuppelbare Anlagen.

11.2.1. Einseil-Umlaufbahn (EUB)

Bei einer kuppelbaren Einseil-Umlaufbahn können die Fahrbetriebsmittel (Kabinen) für bis zu 15 Personen ausgelegt werden, wodurch eine Förderkapazität von ca. 3.600 P/h je Fahrtrichtung erreicht werden kann. Die maximale Geschwindigkeit dieses Systems beträgt 6 m/s.
Der Stützenabstand kann in Abhängigkeit von der Geländesituation und der Förderkapazität bis zu 400 m betragen. Er wird für jede Seilbahn durch eine spezifische

Seillinienberechnung vorgegeben. Eine EUB kann im Regelfall gemäß Vorschriften bis zu einer Windgeschwindigkeit von ca. 60 km/h quer zur Seilachse betrieben werden.
Für die Übertragung von Steuersignalen ist eine Kabelverbindung von Stütze zu Stütze notwendig.

Abbildung 14: Beispiele für Einseil-Umlaufbahnen
Quelle: Eigene Aufnahmen

11.2.2. Zweiseil-Umlaufbahn (2-S)

Die Zweiseil-Umlaufbahn besitzt im Vergleich zur Einseil-Umlaufbahn anstatt eines einzelnen Förderseiles ein Trag- und ein Zugseil. Diese Seilkonstellation sorgt für eine erhöhte Stabilität der Seilbahn und erlaubt deutlich weitere Spannfelder. Die Stützen einer Zweiseil-Umlaufbahn können große Abstände von bis zu 2000 m überbrücken. Der Stützenabstand wird in Abhängigkeit von Geländesituation und Förderkapazität ermittelt und wird für jede Seilbahn durch eine spezifische Seillinienberechnung vorgegeben.
Dank der Möglichkeit einer sehr hohen Seilführung können Bäume und Bewuchs in der Regel überfahren werden. Eine möglicherweise erforderliche Baumfällung ist dadurch gering. Dieses Bahnsystem kann mit einer Geschwindigkeit von bis zu 6 m/s betrieben werden. Die Kabinen können für bis zu 25 Personen ausgelegt werden. Die maximale Förderkapazität liegt bei ca. 3.500 P/h je Fahrtrichtung.
Wie bereits erwähnt sind bei diesem Seilbahnsystem Trag- und Zugseil getrennt, was die Windstabilität auf ca. 80 km/h erhöht. Die hohe Auflagesicherheit gewährt eine stabile Seilführung, unabhängig vom Stützenabstand.
Die Signalübertragung kann bei der 2-S über das Tragseil erfolgen, dadurch kann auf ein separates Steuerkabel verzichtet werden.

Abbildung 15: Zweiseilumlaufbahn
Quelle: Leitner Ropeways

11.2.3. Dreiseil-Umlaufbahn (3-S)

Bei dem 3-S System handelt es sich um ein kuppelbares Seilbahnsystem mit 2 Tragseilen, welche über Masten zwischen den Stationen gespannt werden. Durch das dritte Seil, dem sog. Zugseil, welches in den jeweiligen Stationen umgelenkt wird, werden die Fahrbetriebsmittel auf der Strecke bewegt.

Durch die zwei Tragseile ist die Bahn äußerst windstabil. Dieses Seilbahnsystem kann bis zu Windgeschwindigkeiten von ca. 100 km/h quer zur Seilachse betrieben werden. Eine 3-S lässt Fahrgeschwindigkeiten bis zu 7,0 m/s zu. Die Kabinen haben ein Fassungsvermögen von bis zu 35 Personen. Dadurch kann eine Förderkapazität von bis zu 5.000 P/h je Fahrtrichtung erreicht werden.

Dreiseilumlaufbahnen sind sehr gut für eine Nutzung im ÖPNV geeignet. Sie bieten die höchste Kapazität aller Seilbahnsysteme und geräumige Kabinen für Sperrgüter aller Art.

Abbildung 16: Dreiseilumlaufbahn in Koblenz
Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

11.2.4. Fahrbetriebsmittel für die EUB / 3-S

Das Fahrbetriebsmittel (hier: Seilbahnkabine) hat in erster Linie die Aufgabe Personen zu befördern. Die Beförderung kann stehend oder sitzend erfolgen. Je nach Größe der Seilbahnkabine ist auch die Mitnahme von Sperrgütern (Fahrräder usw.) gut möglich. Nachfolgende Punkte gehen näher auf die verschiedenen Fahrbetriebsmittel ein.

11.2.4.1. Fahrbetriebsmittel für die EUB

Bei einer EUB können die Fahrbetriebsmittel als Kabinen für 6, 8, 10 oder 15 Personen ausgelegt werden.

Abbildung 17: Beispiele für unterschiedliche Kabinenbauarten

Quelle: Eigene Aufnahmen

10er Kabine	15er Kabine
1 Klemme am Seil	2 Klemmen am Seil
Wenig Platz für Sperrgut	Viel Platz für Sperrgut
10 Sitzplätze oder 10 Stehplätze	9 Sitzplätze und 6 Stehplätze
Geringe Türöffnungsweite 0,90 m	Große Türöffnungsweite 1,15 m
Kabinentyp: z. B. Omega IV	Kabinentyp: z. B. Conus

Abbildung 18: Vergleich von 10er und 15er Kabine

Quelle: Eigene Darstellung

Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Kabinen liegen in der Förderkapazität, dem Platzangebot sowie in der Bequemlichkeit des Einstiegs bzw. des Beladens, auf Grund der unterschiedlichen Türöffnungsweite.

Nachfolgend wird eine Sperrgutbeförderung in den unterschiedlichen EUB-Kabinentypen aufgezeigt.

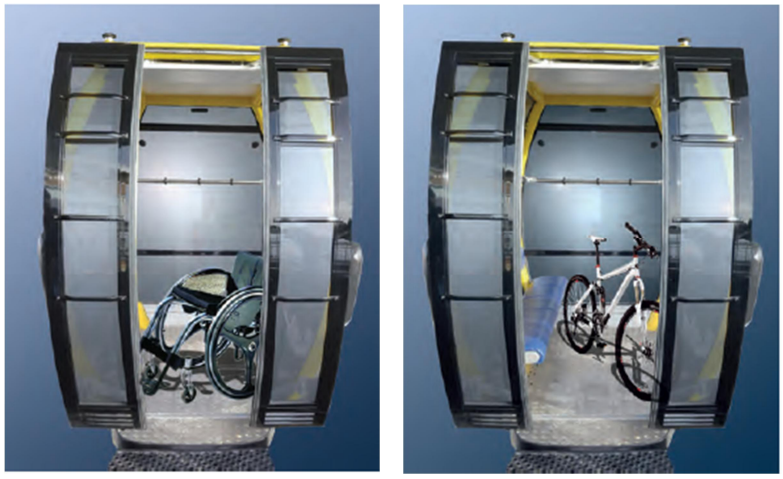

Abbildung 19: Sperrgutbeförderung in einer OMEGA IV Kabine
Quelle: CWA Constructions

Abbildung 20: Sperrgutbeförderung in einer CONUS Kabine
Quelle: CWA Constructions

Beide Kabinentypen lassen bei der Beförderung von Sperrgut wenig Platz für weitere Fahrgäste. Ein zusätzlicher Anbau bzw. Umbau an der Seilbahnkabine kann verbesserte Platzverhältnisse schaffen. Das nachfolgende Beispiel der Fahrradbeförderung in bzw. an einer SIGMA Kabine zeigt dies auf.

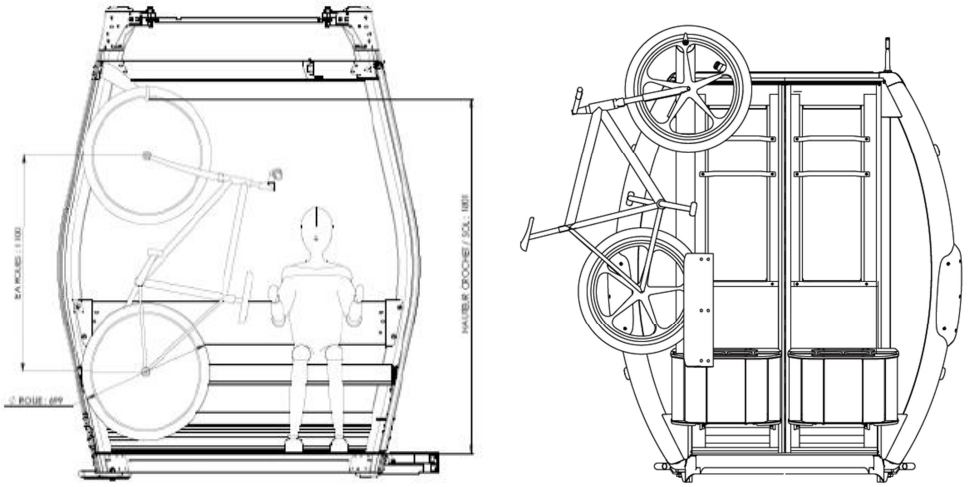

Abbildung 21: Fahrradtransport in bzw. an einer SIGMA Kabine
Quelle: CWA Constructions

Fahrradmitnahme im Außenbereich der Kabine

Vorteil:

- Platzgewinn für Fahrgäste in der Seilbahnkabine

Nachteil:

- Das Ein- und Aushängen der Fahrräder in die vorhandenen Halterungen muss durch den Fahrgast erfolgen und bedarf eines entsprechenden Handlings
- Fahrradtransport ist nur ohne Gepäckaufbau und Transportvorrichtungen (z.B. Einkaufskorb, Fahrradtaschen, usw.) zulässig

11.2.4.2. Fahrbetriebsmittel für 3-S

Abbildung 22: Formgebung und Innenansicht der 3 –S Kabine

Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

Diese Kabinen haben eine sehr große Türöffnungsweite (1,50 m), was ein schnelles und bequemes Ein- und Aussteigen erlaubt. Außerdem bieten sie deutlich mehr Platz für Fahrgäste (bis 35 Personen) und Sperrgut.

11.2.4.1. Vergleich Fahrbetriebsmittel EUB/3-S

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Vergleich der beiden Fahrbetriebsmittel beim Sperrguttransport auf.

Abbildung 23: Sperrguttransport in EUB Kabine

Quelle: CWA Constructions

Abbildung 24: Sperrguttransport in 3-S Kabine

Quelle: Fa. Doppelmayr

EUB	3-S
Wenig Platz für Sperrgut	Viel Platz für Sperrgut
Fassungsvermögen 10 bis 15 Personen	Fassungsvermögen bis 35 Personen
Geringe Türöffnungsweite 0,9 – 1,15 m	Sehr große Türöffnungsweite 1,50 m
Kabinentype z.B. CWA CONUS + OMEGA IV + SIGMA	Kabinentype z.B. CWA ZETA + TARIS

Abbildung 25: Vergleich der Kabinen für EUB und 3-S

Quelle: Eigene Darstellung

Die Kabinen der 3-S haben in Bezug auf Kapazität und Komfort deutliche Vorteile gegenüber den Fahrbetriebsmitteln einer EUB.

11.2.5. Umlaufbahnsysteme im Vergleich

	EUB/1	EUB/2	2-S	3-S
Förderleistung	2800 P/h	3600 P/h	3500 P/h	5000 P/h
Kabinenkapazität	8/10 P	15 P	25 P	35 P
Max. Stützenabstand	400 m	400 m	2000 m	2000 m
Bodenabstand	40 m	40 m	Sehr hoch	Sehr hoch
Windgeschwindigkeit	60 km/h	70 km/h	80 km/h	100 km/h

Abbildung 26: Vergleich verschiedener Umlaufbahnsysteme

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund der genannten spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Seilbahnsysteme wurde vom Auftraggeber das **Dreiseil-Umlaufsystem (3S-Bahn)** für weitere Untersuchungen ausgewählt.

11.3. Garagierung

Für die Unterbringung der Kabinen in weniger frequentierten Betriebszeiten oder Ruhezeiten ist ein Kabinenbahnhof notwendig.
Mit Hilfe des Kabinenbahnhofs kann die Seilbahn am Tagesbeginn bedarfsgerecht mit unterschiedlicher Kabinenzahl bestückt werden. D. h. an weniger frequentierten Tagen kann der Betrieb beispielsweise mit halber Kabinenanzahl durchgeführt werden, die restlichen Fahrbetriebsmittel verbleiben im Bahnhof. Dies ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb.
Der Kabinenbahnhof schützt die Fahrbetriebsmittel vor Vandalismus und Witterungseinflüssen, daneben erleichtert er die Durchführung von Reparatur- und Revisionsarbeiten an den Fahrbetriebsmitteln.

11.4. Bergung / Räumungskonzept

Unplanmäßige technische Schäden an der Anlage können unter Umständen zu einer Außerbetriebssetzung der Seilbahn während der Betriebszeiten führen.
Im Falle eines technischen Defekts an einer Seilbahn kann, sofern ein Leerfahren mit dem zusätzlich vorhandenen Notantriebssystem nicht mehr möglich ist, ein sogenannter Bergefall eintreten.
Im alpinen Beriech werden im Bergefall die Fahrgäste von geschulten Mitarbeitern aus den Kabinen zum Boden abgeseilt. Um die Fahrgäste anschließend auf angrenzende Verkehrsinfrastruktur zurückbringen zu können, muss die gesamte Seilbahnstrecke mehr oder weniger begehbar bzw. zugänglich sein.
Für den urbanen Bereich wurde die Technik inzwischen soweit weiter entwickelt, dass der Bergefall mittels Abseilen nicht mehr notwendig ist. Es besteht die Möglichkeit, durch den Einsatz eines neuartigen, innovativen Räumungskonzeptes auf eine durchgehend begehbare Trasse unter der Seilbahn zu verzichten. Speziell bei urbanen Seilbahnen wird diese Lösung umgesetzt. Dabei werden die funktionsrelevanten Anlagenbestandteile redundant ausgeführt. Durch die Redundanz entsprechender Bauteile wird sichergestellt,

dass sich die Seilbahnanlage betrieblich immer bewegen lässt und sämtliche sich auf der Strecke befindlichen Fahrbetriebsmittel in die Stationen zurückgefahren werden können. Eine Evakuierung der Fahrgäste auf der Strecke per abseilen ist dadurch nicht mehr notwendig.

12. Eine Seilbahn für Wuppertal

In Wuppertal gibt es die Vision, die Wuppertaler Südhöhen mit einer Seilbahn zu erschließen, indem eine Seilbahnverbindung zwischen dem Hauptbahnhof, der Universität und Küllenhahn geschaffen wird. Diese Verbindung soll die bestehende Straßeninfrastruktur entlasten, die Verbindungszeit zwischen den genannten Punkten deutlich verringern und die Lebensqualität in diesem Stadtbereich durch die Verkehrsentlastung steigern.

Der Hauptbahnhof ist als zentraler Umsteigepunkt des Fern-, Nah- und Stadtverkehrs zu verstehen und stellt den Anlaufpunkt für viele Studenten, Schüler und Touristen mit Ziel Universität und Südhöhen aus den benachbarten Zentren dar. Zusätzlich kann die Seilbahn ausgehend von Küllenhahn für Personengruppen, welche aus Richtung Solingen und Remscheid kommen, für eine schnelle, unkomplizierte Beförderung in die Innenstadt von Wuppertal genutzt werden. In Verbindung mit einem Parkhaus kann aus dem klassischen Park & Ride-System ein Park & Ropeway-System entstehen, was für Pendler aus der Region, welche die Innenstadt bzw. die Universität erreichen wollen, eine attraktive Lösung darstellt.

Zur Erreichung dieser Verbindung gibt es mit einer Seilbahn verschiedene Lösungsansätze auf unterschiedlichen Trassenvarianten.

Um eine Eingrenzung der Trassenvarianten zu ermöglichen und aufzuzeigen, welche Trasse sich am besten für eine Seilbahn in Wuppertal eignet, werden nachfolgend verschiedenste Punkte aufgezeigt, bewertet und analysiert.

12.1. Potenzielle Nutzergruppen

Die WSW mobil GmbH hat bereits im Vorfeld der Studie Orte für Stationen der Seilbahnverbindung in Erwägung gezogen. Dazu gehören der Bereich um den Hauptbahnhof, um die Universität (Campus Grifflenberg) und das Schulzentrum Süd.

Anhand dieser drei Orte lassen sich potenzielle Hauptnutzergruppen der Seilbahn bestimmen.
Diese sind:

- Studenten, Professoren und Mitarbeiter der Universität
- Anwohner der Südhöhen
- Schüler und Lehrer des Schulzentrums Süd
- Pendler und Bahnreisende
- Tagesgäste / Touristen, welche die Innenstadt besuchen (aus Richtung Solingen, Remscheid)
- Freizeitangebotsnutzer (z.B. Sambatrasse)

Andere Nutzergruppen wie Touristen, welche die Seilbahn als reine Attraktion wahrnehmen, wurden nur am Rande mit in die Betrachtung einbezogen.
Im Folgenden werden die Nutzergruppen Studenten, Professoren und Mitarbeiter der Universität sowie Schüler und Lehrer des Schulzentrums vertieft betrachtet.

12.1.1. Nutzergruppe: Studenten, Professoren und Mitarbeiter der Universität

Die Bergische Universität Wuppertal ist eine junge, stetig wachsende Hochschule.
Die über 20.000 Studenten[1] und ca.2.200 Professoren[2] und Mitarbeiter verteilen sich zu 3/4 auf den Campus Grifflenberg und zu 1/4 auf den Campus Freudenberg und den Campus Hasel. Der Campus Grifflenberg kann derzeit mit dem Bus über die Haltestellen „Gaußstraße“, „Im Ostersiepen“, „Mensa“, „Universität“ und „Max-Horkheimer-Straße“ mittels der Linien 603, 615 und 645 sowie Einsatzwagen vom Hauptbahnhof aus erreicht werden. Auf der Strecke zwischen dem Hauptbahnhof und der Universität müssen die Busse der WSW mobil GmbH Steigungen von bis zu 15% bewältigen.
Hier kommt es laut Aussage der WSW mobil besonders in den Wintermonaten, an Tagen mit Schneefall und/oder Frost, zu Verspätungen und Ausfällen auf den Linien.
Der Anspruch dieser Nutzergruppe an eine Seilbahn ist die bequeme und sichere An- und Abreise zu/von der Universität. Dies setzt flexible Fahrzeiten, gute und schnelle

[1] Quelle: Universität Wuppertal [Stand: SS2015]
[2] Quelle: Universität Wuppertal [Stand: SS2015]

Anbindung an den bestehenden ÖPNV, ggf. die Möglichkeit des Sperrguttransportes (Fahrräder, Rollstühle) und einen angemessenen Komfort voraus.

Diese Voraussetzungen können durch eine Seilbahn erfüllt werden. Durch die ständige Besetzung der Stationen mit Fahrbetriebsmitteln (Kabinen), kann ohne Wartezeit und in immer der gleichen Fahrzeit zwischen den Stationen gependelt werden. Die großräumigen Kabinen des 3-S Seilbahnsystems ermöglichen einen barrierefreien Einstieg und den unkomplizierten Transport von Personen mit Mobilitätseinschränkung sowie den Transport von Sperrgut z.B. Fahrrädern.

12.1.2. Nutzergruppe: Schüler und Lehrer des Schulzentrums Süd

Das Schulzentrum Süd besteht aus dem Carl-Fuhlrott-Gymnasium, sowie der Friedrich-Bayer-Schule (Realschule) und befindet sich im Stadtteil Küllenhahn. Insgesamt besuchen derzeit ca. 2.300 Schüler das Schulzentrum (derzeit ca. 1.500 Schüler das Gymnasium und ca. 800 Schüler die Realschule). Von diesen kommen laut der Leitungen der beiden Schulen ca. 870 Schüler aus den nördlichen Teilen von Wuppertal, womit anzunehmen ist, dass ein Teil dieser Schüler den bestehenden ÖPNV zur An- und Abreise benutzt.[3]
Wie bei der Nutzergruppe Studenten, Professoren und Mitarbeiter der Universität ermöglicht die Seilbahn auch den Schülern eine direkte, sichere und komfortable An– und Abreise.

12.2. Bestehender ÖPNV

Der ÖPNV der Stadt Wuppertal besteht gegenwärtig aus der Wuppertaler Schwebebahn, welche die West–Ost–Verbindung darstellt und den Buslinien, die sternförmig vom Zentrum und dem Hauptbahnhof aus die umliegenden Stadteile mit der City verbinden. Die Busflotte der WSW mobil besteht zum größten Teil aus Bussen der Typen Citaro Gelenkbus (G) und Citaro Solobus, von Mercedes Benz, mit Kapazitäten von 105 Personen / Bus (Citaro G) und 70 Personen / Bus (Citaro Solobus).

[3] Quelle: Information der Schulleitung per Email am 27.06.2014

Abbildung 27: Citaro G und Citaro K
Quelle: WSW mobil

Das Zentrum der Stadt mit dem Hauptbahnhof, liegt topographisch gesehen in einer Sohle und die umliegenden Stadteile erstrecken sich über die zum Teil steilen Hänge des Wuppertales.

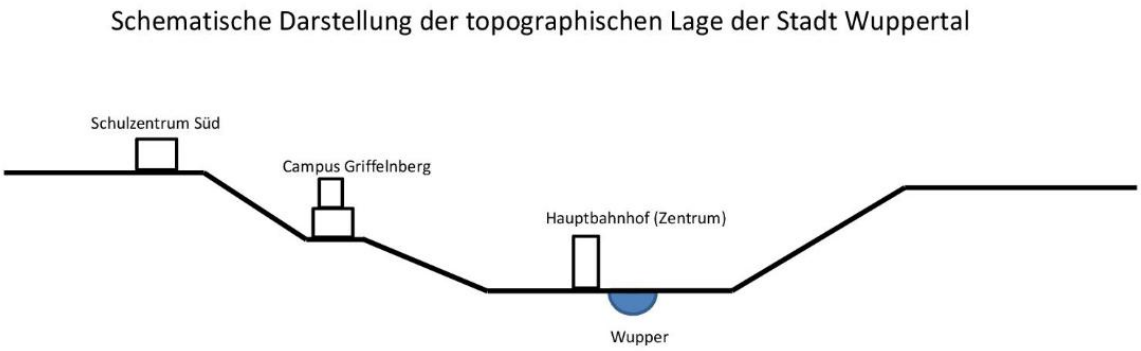

Abbildung 28: Schematische Darstellung der Topographie
Quelle: Eigene Darstellung

Dementsprechend sind die Verkehrswege der Busse durch starke Steigungen, welche bis zu 15% betragen, gekennzeichnet. Insgesamt müssen die Busse zwischen dem Hauptbahnhof und dem Küllenhahn bei jeder Fahrt eine Höhendifferenz von ca. 165 Meter überwinden. Die Steigungen können in Kombination mit widrigen Witterungsverhältnissen wie Frost, Nässe und Schneefall zu erheblichen Verspätungen oder gar Ausfällen der Busse führen. Zudem ist der Verschleiß an den Fahrzeugen durch die Fahrten auf den steilen Verkehrswegen überdurchschnittlich hoch.
Trotz des Einsatzes von Bussen mit hohen Transportkapazitäten und einer hohen Taktung, stoßen die Buslinien im Projektgebiet zeitweise an ihre Grenzen.

Zum aktuellen Zeitpunkt werden die im Projektgebiet betrachteten Punkte, Hauptbahnhof, Universität und Küllenhahn durch die Linien, 603, 607, 613, 615, 625 und 645 miteinander verbunden. Zusätzlich verkehren die Linien CE64 und CE65 als direkte Verbindung des Hauptbahnhofes mit dem Hahnerberg.

Um einen Eindruck über die Fahrzeiten zu bekommen, wurden verschiede Varianten der Fortbewegung verglichen.

Die folgenden Tabellen zeigen die Entfernung und die Verbindungszeiten zwischen den einzelnen Standorten auf:

	Kilometer	Zeit (ca.)
Bus UniExpress	1,8	9 min*
Pkw	1,8	5 min (ohne Verkehr)
Fahrrad	1,7	20 min
zu Fuß	1,7	35 min
Seilbahn ca. 3 Minuten (6m/s Fahrgeschwindigkeit)		

* Fahrplanauskunft WSW mobil

Abbildung 29: Beförderungszeiten Hauptbahnhof – Universität

Quelle: Eigene Berechnungen

	Kilometer	Zeit (ca.)
Bus Linie 613/645	4,0	17/21 min*
Pkw	4,0	11 min (ohne Verkehr)
Fahrrad	3,7	27 min
zu Fuß	3,7	55 min
Seilbahn ca. 9 Minuten (6m/s Fahrgeschwindigkeit)		

* Fahrplanauskunft WSW mobil

Abbildung 30: Beförderungszeiten Hauptbahnhof –Küllenhahn

Quelle: Eigene Berechnungen

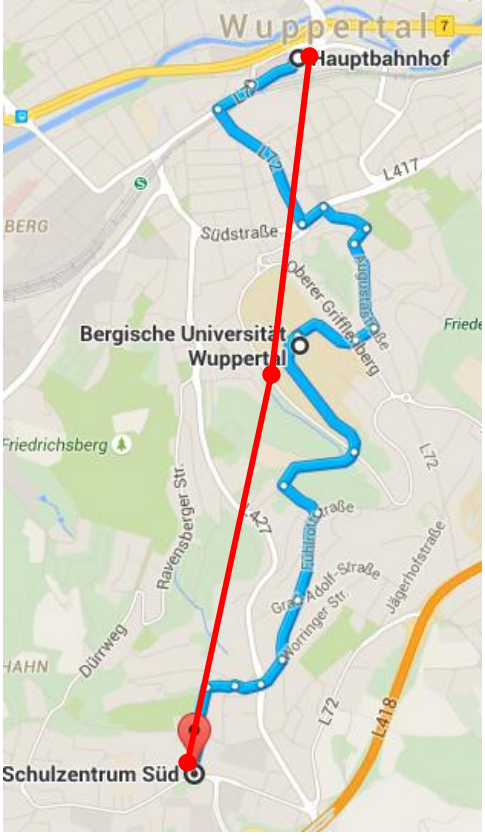

Abbildung 31: Streckenvergleich Hauptbahnhof – Küllenhahn

Quelle: Google Maps mit eigener Bearbeitung

12.3. Kapazitätsbedarf

Die benötigte Förderkapazität für eine Seilbahnverbindung zwischen dem Hauptbahnhof, der Universität und Küllenhahn wurde unter Berücksichtigung der derzeitigen Verkehrssituation überschlägig ermittelt. Hierzu wurden die gesamten Kapazitäten der Buslinien zu Spitzenzeiten herangezogen und ein zusätzlicher Spielraum für steigende Studentenzahlen und mögliche Umstrukturierungen der Fakultäten berücksichtigt. Zusätzlich wurde ein gewisser Anteil von Personen berücksichtigt, welche vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV umsteigen. Auf die Seilbahn übertragen ergibt dies nach den uns zur Verfügung stehenden Daten eine durchschnittliche Förderkapazität von ca. 3.500 Personen pro Stunde und Richtung.

13. Streckenvarianten

Nachfolgend werden mögliche Streckenvarianten zur Verbindung der Bergischen Universität am Grifflenberg und Küllenhahn mit dem Hauptbahnhof aufgezeigt.

13.1. Voruntersuchung von Streckenvarianten

Grundlage der Voruntersuchung war eine Ideenskizze (April 2014) des Auftraggebers.

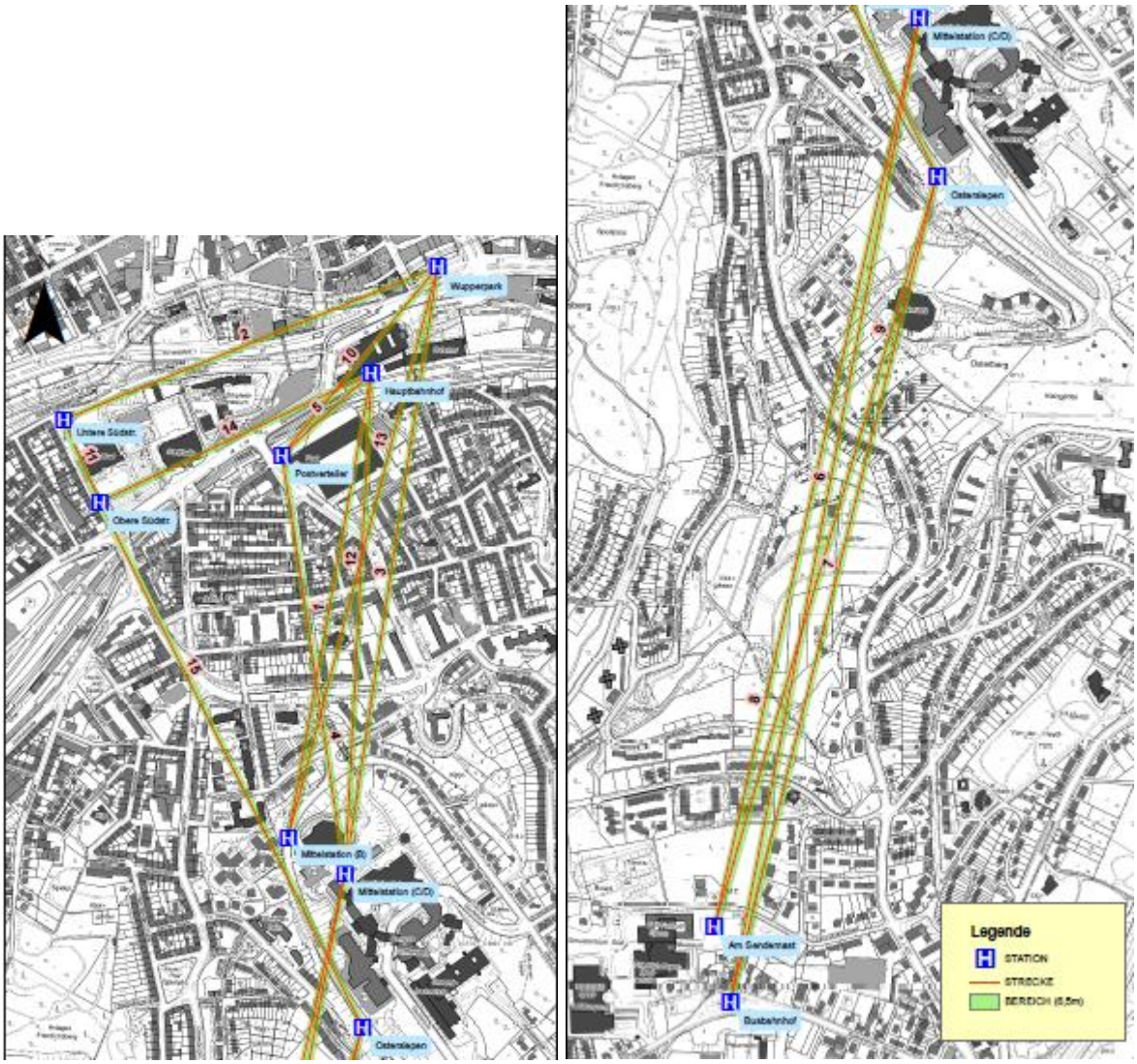

Abbildung 32: Trassenverläufe der Vorstudie

Quelle: Ideensammlung WSW mit Anlagen: Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Die vorab aufgezeigte Ideenskizze wurde durch das IB Schweiger im Rahmen der Voruntersuchung zur weiteren Prüfung auf ein georeferenziertes Luftbild übertragen.

Abbildung 33: Trassenverläufe der Vorstudie

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1+2 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Mögliche Stationsstandorte nach Ideenskizze:

Endstation Bereich Hauptbahnhof:

Im Bereich DB-Bahnhof und Schwebebahnhaltestelle

Zwischenstation Bereich Universität:

Im Bereich Universität, Campus Grifflenberg (je nach Variante zusätzliche Zwischenstation im Bereich Untere bzw. Obere Südstraße)

Endstation Bereich Küllenhahn:

Im Bereich Busbahnhof Küllenhahn, Fernsehturm

13.1.1. Analyse der Stationsstandorte im Bereich Endstation Hauptbahnhof

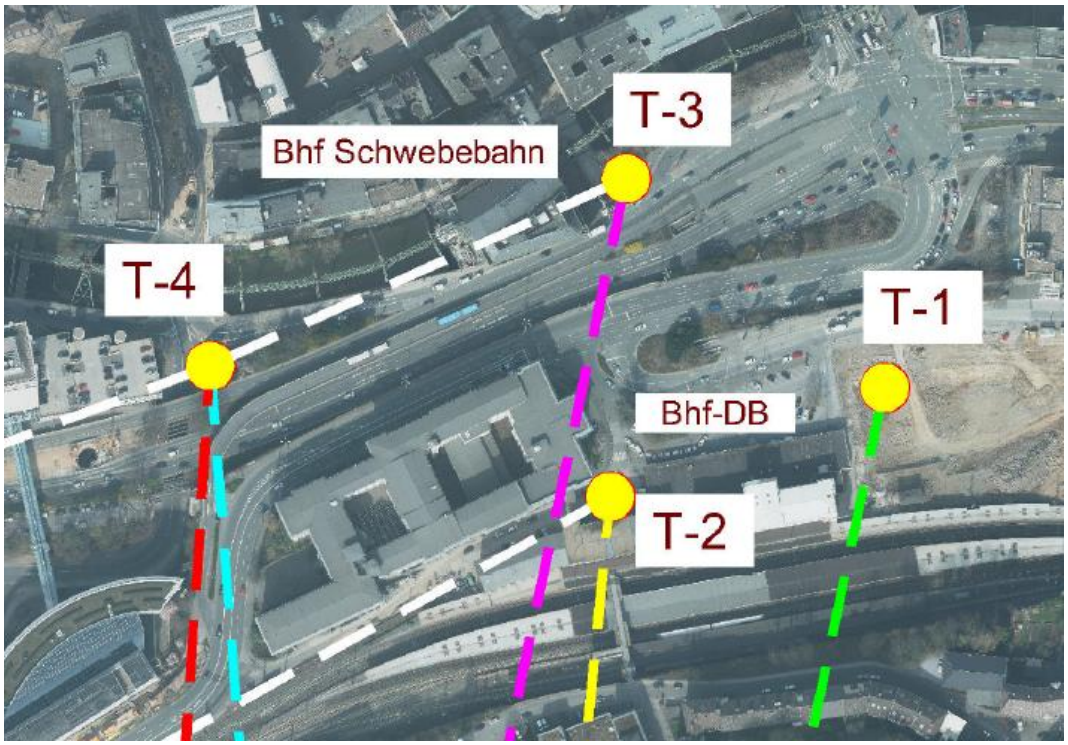

Abbildung 34: Stationsstandorte im Bereich Hauptbahnhof
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Nachfolgend werden die möglichen Stationsstandorte im Bereich Endstation Hauptbahnhof (nach Ideenskizze vom April 2014 des Auftraggebers) hinsichtlich der Vor- und Nachteile bewertet:

„T-1“ - Auf dem Neubaugelände Döppersberg

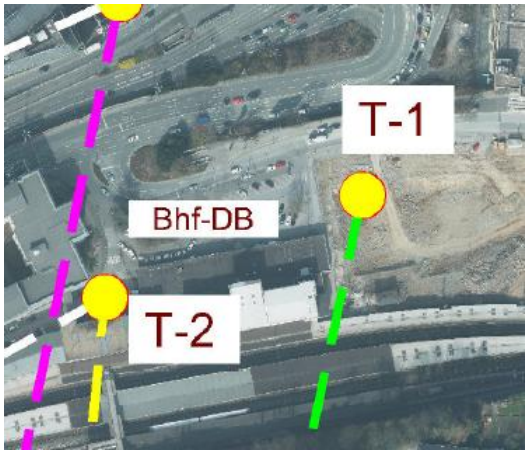

Abbildung 35: Stationsstandort T-1 im Bereich Hauptbahnhof

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Lage: Nahe dem neu geplanten Verkehrsknotenpunkt mit Busbahnhof
+ Gute/sehr gute Anbindung an DB und Bus
- Aufgrund Lage Parkdeck/neuer Busbahnhof nicht vereinbar

„T-2“ - Fundbüro DB, Westflügel-Hauptbahnhof Wuppertal

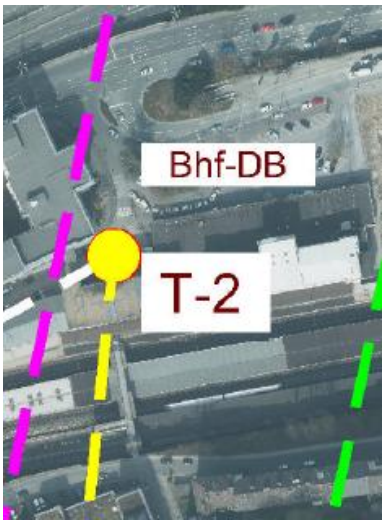

Abbildung 36: Stationsstandort T-2 im Bereich Hauptbahnhof

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Lage: Nahe dem neu geplanten Verkehrsknotenpunkt mit Busbahnhof
+ Gute/sehr gute Anbindung an DB und Bus
+ Durch Teilüberbauung des Bahnhofbereichs eine sehr platzsparende Variante
+ Durch eine Überbrückung der Gleise kann die Anbindung der Südstadt an den Bahnhof und den Stadtkern gleichzeitig verbessert werden
- Fundbüro muss zurückgebaut werden

„T-3“ - Wupperpark, Schwebebahn Station Bahnhof

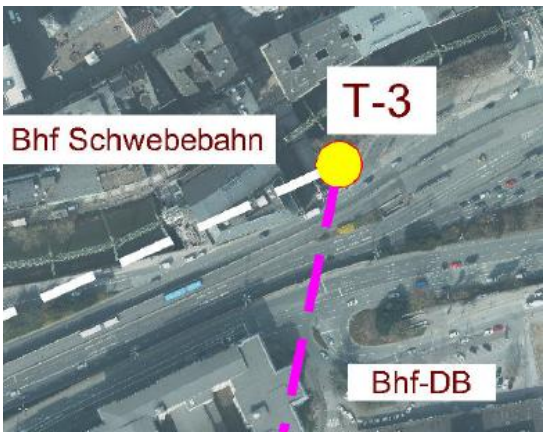

Abbildung 37: Stationsstandort T-3 im Bereich Hauptbahnhof
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Lage: Nahe der Schwebebahn, sehr zentraler Platz
+ Gute/sehr gute Anbindung an Schwebebahn, DB und Bus
- Konstruktiv schwierig aufgrund Lage Bunker
- Unklar ob Platz verfügbar (Pläne des privaten Investors sind nicht bekannt)
- Eventuell eine Überfahrung des ehemaligen Bundesbahngebäudes notwendig, Lösung sehr aufwändig

„T-4“ - Islandufer/Wall

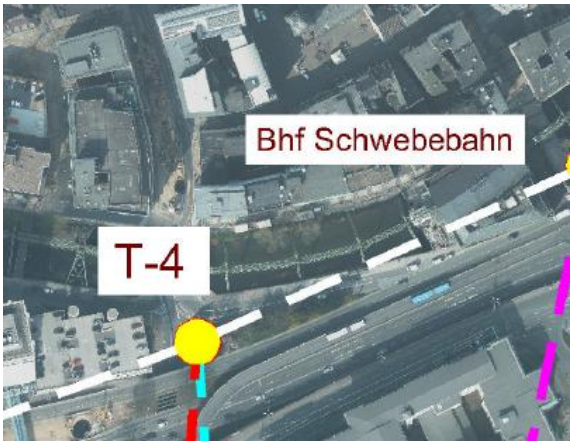

Abbildung 38: Stationsstandort T-4 im Bereich Hauptbahnhof
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Verschiedene Trassenverläufe vom Stationsbereich aus möglich
- Dezentrale Lage -> mäßige Anbindung an bestehenden ÖPNV (180 m von der Station Schwebebahnstation „Hauptbahnhof“; 450 m vom DB-Bahnhof)

Zusammenfassung der Analyse der möglichen Stationsstandorte im Bahnhofsbereich nach Ideenskizze (April 2014) des Auftraggebers:

- „T-1“ ist mit dem neuen Busbahnhof nicht vereinbar und wird deshalb nicht weiter betrachtet
- „T-2“ als Alternative zu „T-1“
  Das Gebäude des Fundbüros ist unseres Erachtens sanierungsbedürftig
  Das neue Gebäude für die Seilbahnstation kann zusätzlich Platz für Fahrradverleih, Informationsstandort, etc. bieten
- „T-3“ ist aufgrund des unter der Fläche befindlichen Bunkers mit zu viel Unsicherheit behaftet und wird deswegen nicht weiter betrachtet
- „T-4“ wird aufgrund der dezentralen Lage nicht weiter betrachtet

Ergebnis:

- Die Standorte „T-1“, „T-3“ und „T-4“ werden aus vorgenannten Gründen zum aktuellen Zeitpunkt nicht weiter betrachtet
- der Standort „T-2“ wird beibehalten und genauer betrachtet.

13.1.2. Analyse der Stationsstandorte für die Zwischenstationen in den Bereichen Südstraße und Universität

„Z-1.1/1.2“ im Bereich Untere / Obere Südstraße

Abbildung 39: Stationsstandorte Z-1.1 und Z1.2 im Bereich Südstraße
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Seilbahnanlage mit 2 Zwischenstationen führt zu einer Erweiterung des Einzugsbereiches der Seilbahn, in diesem Fall in westliche Richtung
+ Steigerung der Attraktivität der Seilbahn durch eine zusätzliche Haltestelle nahe der Schwimmoper

- Nähe zum historischem Gebäude „Stadthalle“: Beeinflussung des Erscheinungsbildes der „Stadthalle“
- Die Trassenführung führt zu einer Einschränkung der Wahl der Endstationsstandorte
- Seilbahnanlage mit 2 Zwischenstationen hat eine längere Beförderungszeit zwischen den beiden Endstationen Hauptbahnhof und Küllenhahn sowie zwischen Endstation Hauptbahnhof und Zwischenstation Universität zur Folge

„Z-2.1“ - Bergische Universität am Grifflenberg nördlicher Bereich

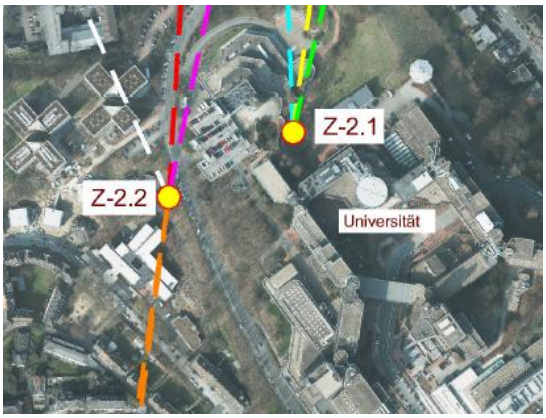

Abbildung 40: Stationsstandorte Z-2.1 und Z2.2 im Bereich Universität
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Vorteilhafter Standort einer Endstation für die Trassen von den Stationsstandorten T-2 und T-3 aus
- Eingeschränktes Baufeld für Seilbahnstation durch Bestandsgebäude
- Standort erlaubt keinen Durchfahrtsbetrieb mit einer Seilbahn mit 2 Sektionen
- Getrennte Sektionen bedeuten eine Erhöhung der Reisezeit und einen gravierenden Einschnitt in den Fahrkomfort für die Fahrgäste
- Einschränkungen bei den Talstationsstandorten
- Keine Seilbahnanlage mit Zwischenstation im Bereich der Südstraße realisierbar

„Z-2.2“ - Bergische Universität am Grifflenberg südlicher Bereich

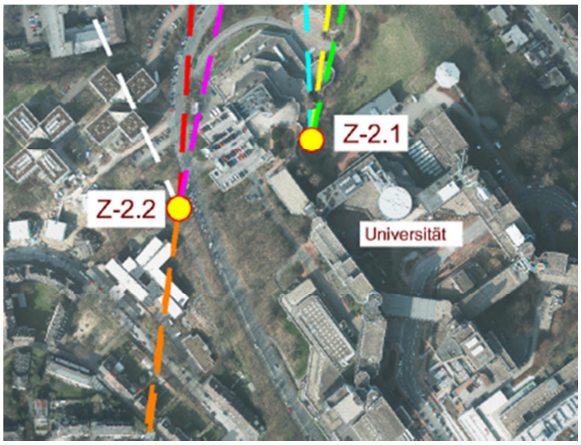

Abbildung 41: Stationsstandorte Z-2.1 und Z-2.2 im Bereich Universität
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ Standort erlaubt durchgehende Verbindung mit einer Seilbahn mit 2 / 3 Sektionen
+ Seilbahnanlage mit Zwischenstationen im Bereich Obere/Untere Südstraße realisierbar
+ Einrichtung eines Verkehrsknotenpunktes durch die Nähe zur Bushaltestelle „Mensa“ der Linie 603 (Campus Freudenberg)
- Geländestruktur und Bestandsgebäude setzen mehrstöckiges Stationsgebäude voraus

Zusammenfassung der Analyse der Zwischenstationsstandorte:

- „Z-1.1/2“ Obere u. untere Südstraße erweitern das Einzugsgebiet der Seilbahnanlage
  Allerdings:
  - Deutlich längere Reisezeit aufgrund einer zusätzlichen Zwischenstation
  - Evtl. Konflikte mit Sichtbeziehungen auf historische Gebäuden
- „Z-2.1“ Universität Nord führt zu zwei separaten Seilbahntrassen mit zwei getrennten Seilbahnstationen und somit zu einer längeren Reisezeit für die Fahrgäste zwischen den beiden Endstationen durch den Umsteigevorgang
  - Die Seilbahn verliert dadurch an Attraktivität

- gravierenden Einschnitt in den Fahrkomfort für die Fahrgäste, welche von Endstation zu Endstation fahren wollen
- Der Betrieb der Anlage wird durch den Betrieb zweier separater Seilbahnanlagen deutlich aufwändiger

➢ „Z-2.2“ Universität Süd bietet größere Flexibilität bei der Trassenführung zwischen den Endstationen im Bereich Hauptbahnhof und Küllenhahn.

Ergebnis:

➢ „Z-2.1“ wird nicht mehr weiter betrachtet, da vom Auftraggeber eine zusammenhängende Trassierung bevorzugt wird

➢ Die Varianten mit den Zwischenstationen „Z-1.1/2“ werden wegen genannter Gründe nicht detaillierter untersucht

➢ Der Standort „Z-2.2“ wird beibehalten und in Absprache mit dem Auftraggeber weiter untersucht und optimiert

13.1.3. Analyse der Stationsstandorte Bereich Endstation Küllenhahn

„B-1“ - Busbahnhof Küllenhahn

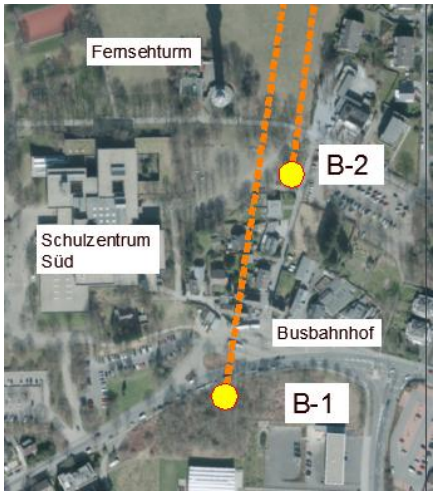

Abbildung 42: Stationsstandorte B-1 und B-2 im Bereich Küllenhahn
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

+ In direkter Nähe zum Schulzentrum Süd und zum bestehenden Busbahnhof
+ Im Bereich des Busbahnhofes wäre auch eine Realisierung eines Fernbusbahnhofs möglich und vorstellbar mit Direktanbindung an Hauptbahnhof und Stadtzentrum
+ Ausreichend Fläche vorhanden für Seilbahnstation mit Kabinenbahnhof sowie für ein Parkhaus für Park & Ride bzw. Park & Ropeway

„B-2“ – Fernsehturm

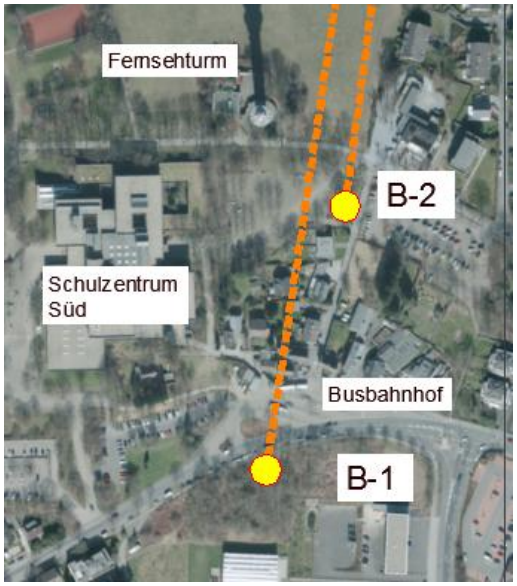

Abbildung 43: Stationsstandorte B-1 und B-2 im Bereich Schulzentrum Süd
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Anlage 1 Zweimal im Leben ……. Seilbahn-System für die Stadt Wuppertal

Kurzbewertung:

- Beschränktes Platzangebot für neue Parkflächen
- Beschränkte Zufahrtsmöglichkeiten zur Seilbahnstation

Zusammenfassung der Analyse der Bergstationsstandorte und Ergebnis:

- „B-2“ wird aus vor genannten Gründen in Absprache mit dem Auftraggeber gemäß der Besprechung vom 26.05.2014 nicht weiter betrachtet
- Der Standort „B-1“ wird beibehalten und in Absprache mit dem Auftraggeber genauer betrachtet

13.2. Lösungsansätze Streckenvarianten Ingenieurbüro Schweiger

Nach der Analyse der Ideenskizze (April 2014) des Auftraggebers und unter Berücksichtigung der favorisierten Stationsstandorte sowie der Betrachtung der potenziellen Nutzergruppen für die Nutzung einer Seilbahn wurden durch das IB Schweiger folgende 5 Trassenvarianten in Betracht gezogen. Die hierfür aufbereiteten Planunterlagen mit hinterlegtem Orthophoto veranschaulichen die Lage der jeweiligen Variante. Die einzelnen Varianten zeigen die jeweilige Trassenführung in unterschiedlichen Farben auf. Die vorgesehenen Stationsstandorte sind jeweils durch einen roten Punkt gekennzeichnet.

Abbildung 44: Trassenvarianten IB Schweiger Seilbahnverbindung Wuppertal

Quelle: Eigene Darstellung

Folgende Trassenvarianten wurden vom Ingenieurbüro Schweiger betrachtet:

- Blaue Trassenvariante
- Gelbe Trassenvariante
- Weiße Trassenvariante
- Grüne Trassenvariante

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten wie beispielsweise Gebäudehöhen, Nähe zu historischen Gebäuden, sowie Anzahl der notwendigen Zwischenstationen, Länge der Seilbahn mit Auswirkung auf die Fahrzeit usw. wurden die vorgenannten Seilbahnvarianten bereits in Absprache mit dem Auftraggeber gemäß der Besprechung vom 26.05.2014 ausgesondert und nicht weiter untersucht.

Fortführend wurde daraufhin vom IB Schweiger im Detail die folgende Trassenvariante untersucht:

- Cyan Trassenvariante (= Vorzugsvariante)

13.2.1. Detailuntersuchung der Vorzugsvariante

Im Laufe der Projektausarbeitung wurde die mögliche Seilbahntrasse der Vorzugsvariante aufgrund der örtlichen Situation, wie z.B. zur Verfügung stehende Grundstücke (Grundstücke, welche sich im Eigentum der Stadt Wuppertal befinden bzw. öffentliche Flächen im Eigentum des Landes (rund um die Universität)), Situierung der Seilbahnstationen bezogen auf den jeweiligen Standort usw. mehrfach an die bestehenden Verhältnisse unter Berücksichtigung einer möglichen Seillinie zur Umsetzung einer Seilbahn angepasst.

Sektion 1 (Hauptbahnhof - Universität)

Die folgende Abbildung zeigt die erste Sektion der Seilbahn zwischen dem Hauptbahnhof und der Universität mit ihren möglichen Stützen- und Stationsstandorten unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Grundstücke.

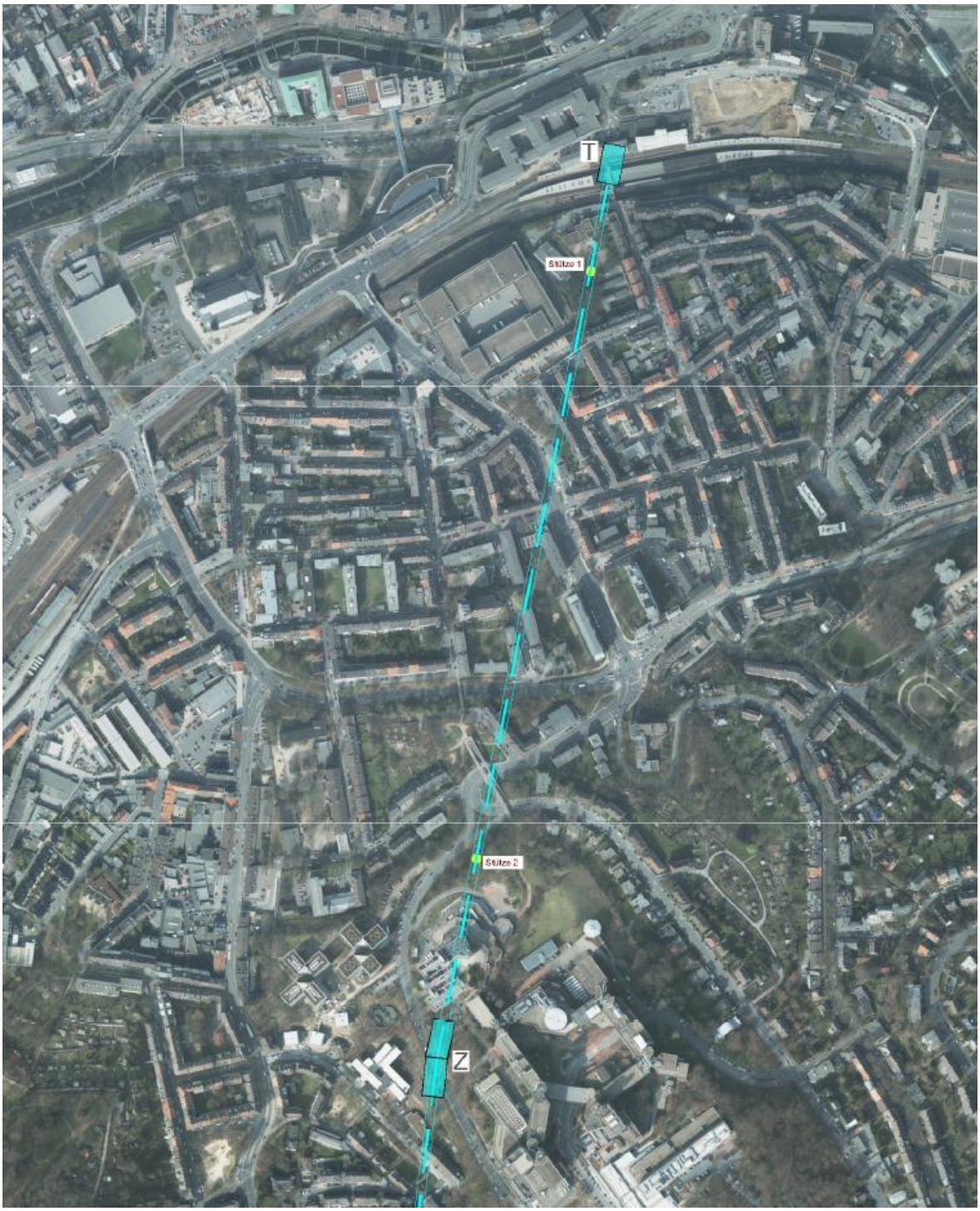

Abbildung 45: Vorzugsvariante "Cyan" Sektion 1

Quelle: Eigene Darstellung

Endstation Hauptbahnhof

Die Endstation der Seilbahn liegt im Bereich des Endstationspunktes T-2 - Fundbüro DB, Westflügel-Hauptbahnhof Wuppertal gemäß Analyse der Stationsstandorte im Bereich Endstation Hauptbahnhof (siehe 13.1.1).

Unter Berücksichtigung der notwendigen Ausmaße einer möglichen Seilbahnstation wurde die Lage der Station so fixiert, dass der Baukörper der Endstation nicht in den Bahnhofsvorplatz hineinragt.

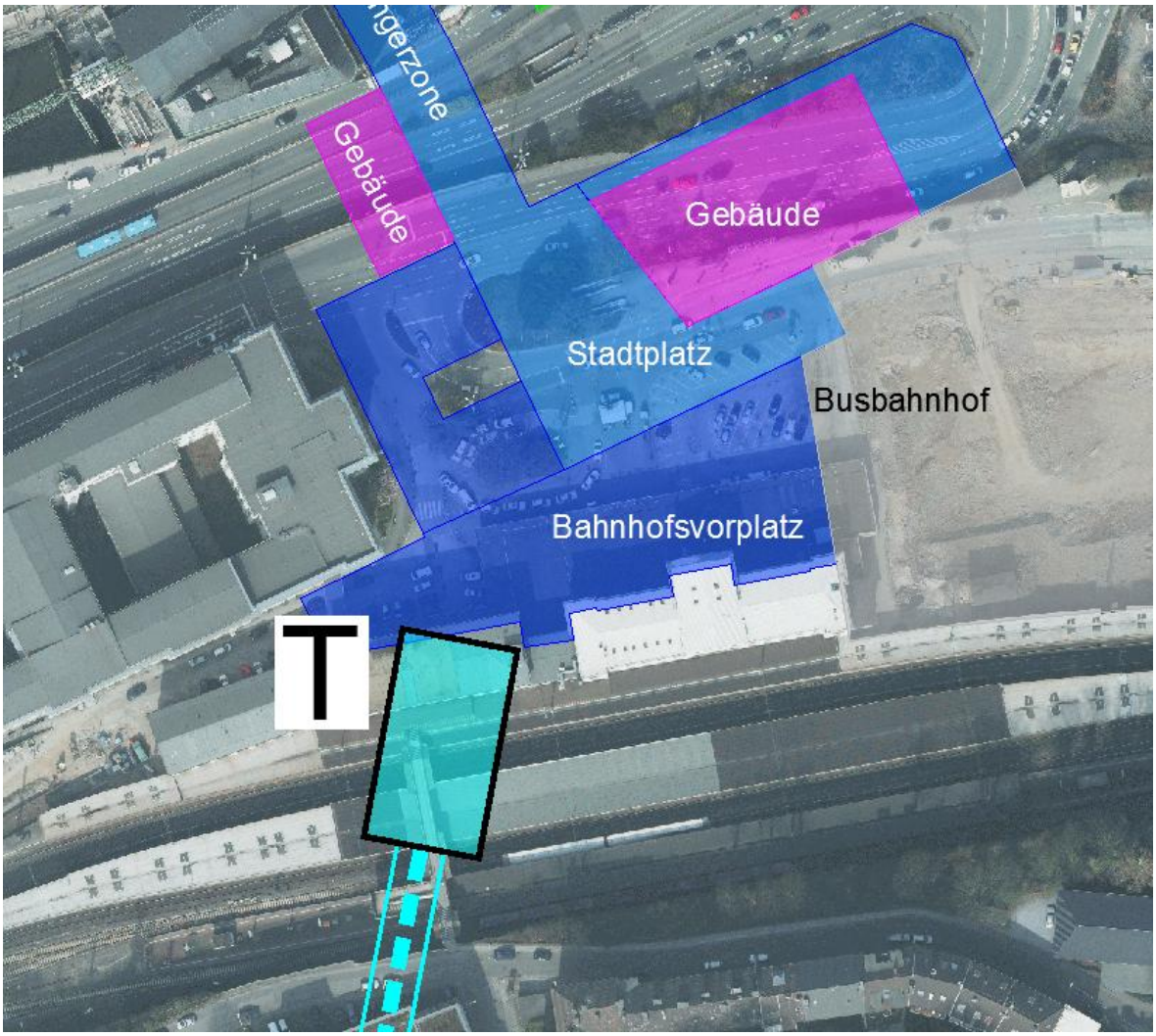

Abbildung 46: Schematische Darstellung geplanter Stationsstandort Fundbüro Hauptbahnhof

Quelle: Eigene Darstellung

Bei dieser Lösung muss das bestehende Nebengebäude des Hauptbahnhofes (sog. Fundbüro) weichen. Diese Lösung führt zu einer partiellen Errichtung des Endstationsgebäudes über dem Gleisbereich des Hauptbahnhofes. Das sog. Fundbürogebäude des Hauptbahnhofes wird derzeit nur bis zur 1. Etage durch die Bundespolizei genutzt. Zusätzlich befindet sich unter dem sog. Fundbürogebäude eine Tunnelanlage. Diese Tunnelanlage wird derzeit noch als Lagerfläche sowie als der einzige barrierefreie Zugang zu den Gleisen 2 und 3 des Hauptbahnhofes betrieben.

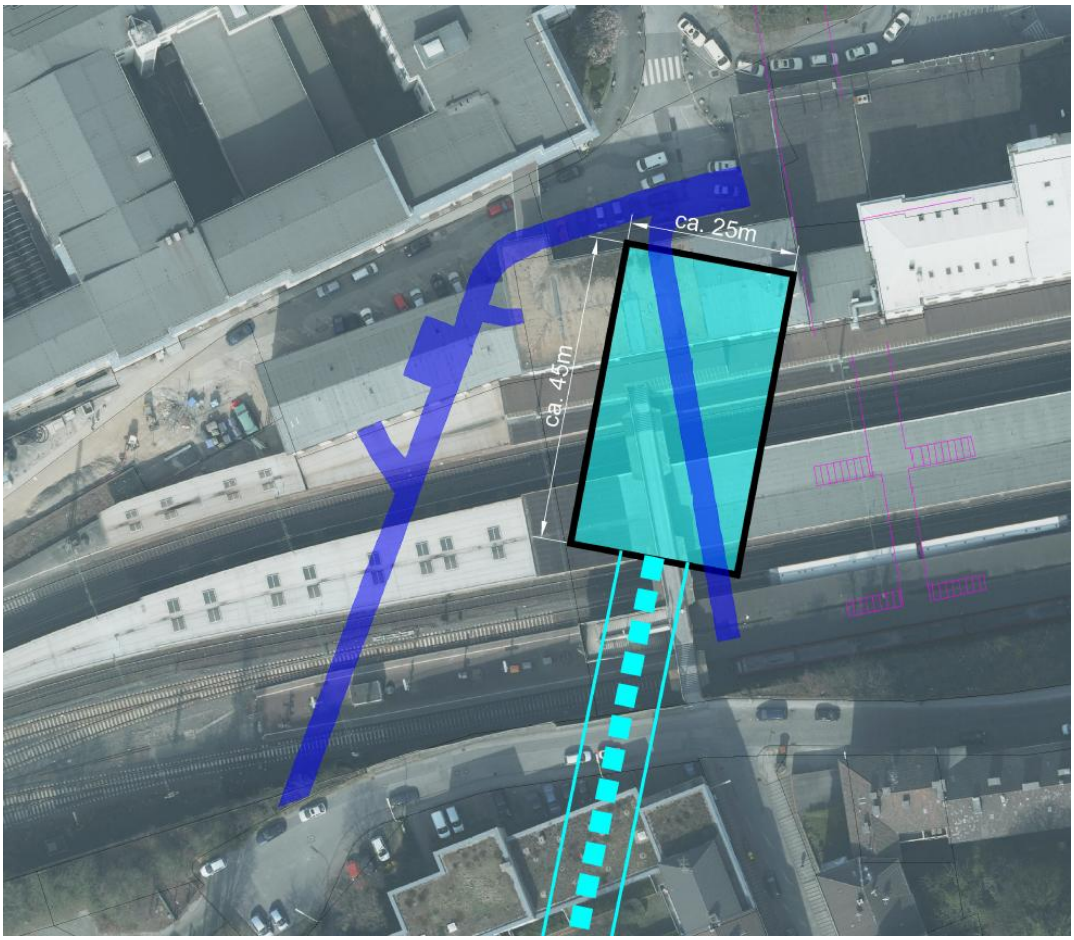

Abbildung 47: Schematische Darstellung geplanter Stationsstandort Fundbüro Hauptbahnhof mit Tunnelanlage
Quelle: Eigene Darstellung

Die geplante Ein- und Ausstiegshöhe der Seilbahnstation liegt nach derzeitiger Vorplanung höher als das Niveau der vorhandenen Fußgängerbrücke.

Endstation Hauptbahnhof

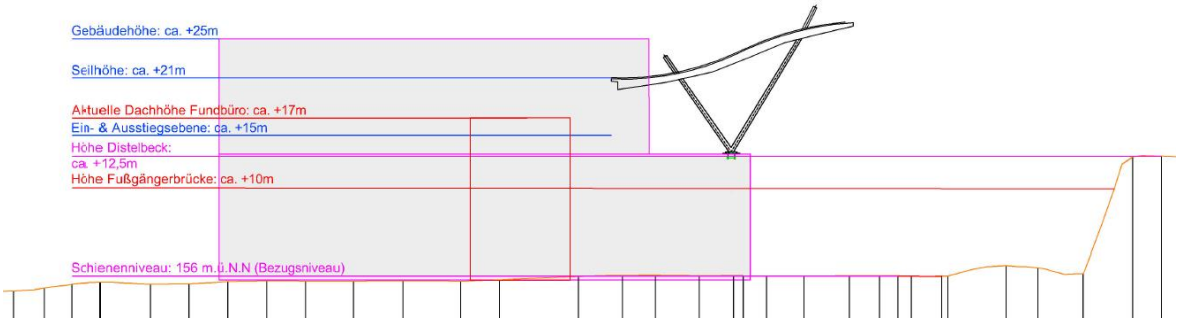

Abbildung 48: Schnitt Stationsstandort Fundbüro mit Höhensituation

Quelle: Eigene Darstellung

Zwischenstation – Bereich Bergische Universität am Grifflenberg

Die Zwischenstation wurde im Bereich zwischen den Parkhäusern „A“ und „C“ fixiert.

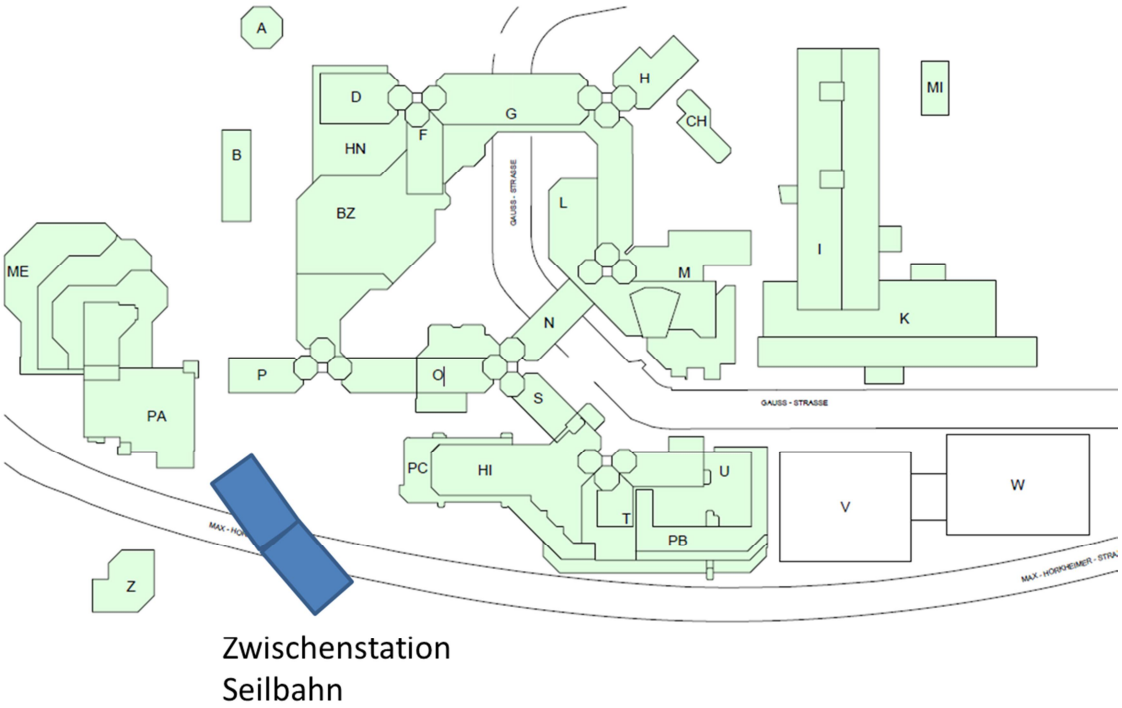

Abbildung 49: Übersichtsplan Universitätsgelände mit Zwischenstation

Quelle: Bergische Universität Wuppertal mit eigener Bearbeitung

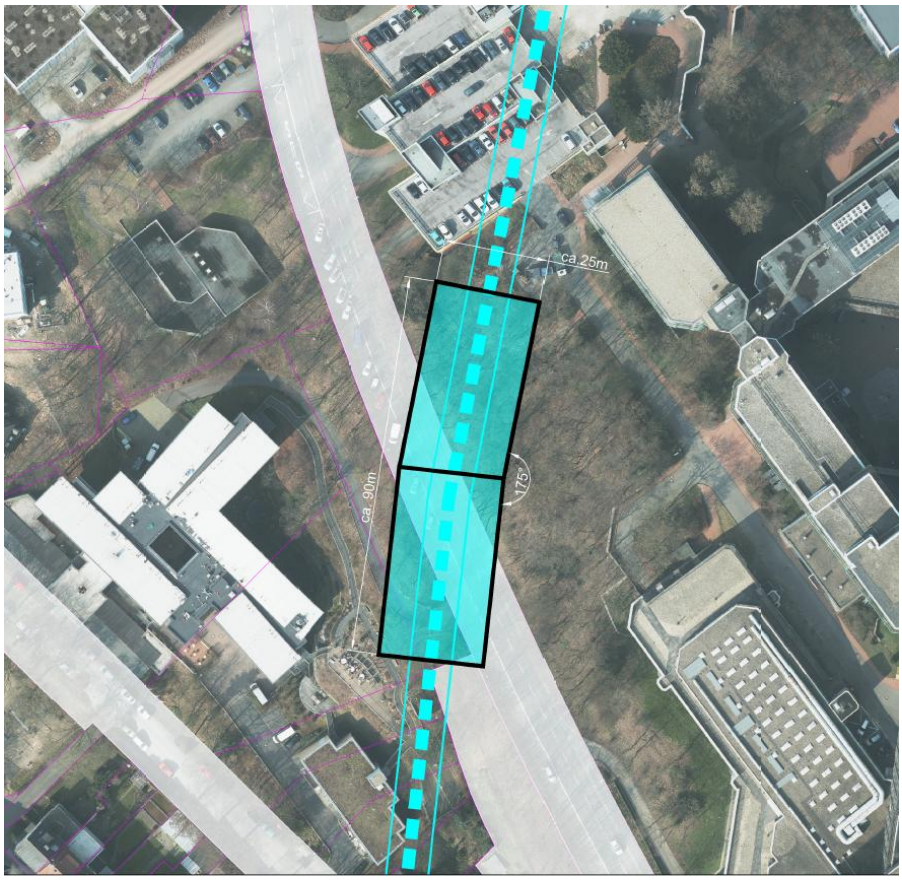

Abbildung 50: Lageplan Detail geplante Zwischenstation Universität
Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund der bestehenden Geländesituation muss die Zwischenstation entsprechend aufgeständert werden.

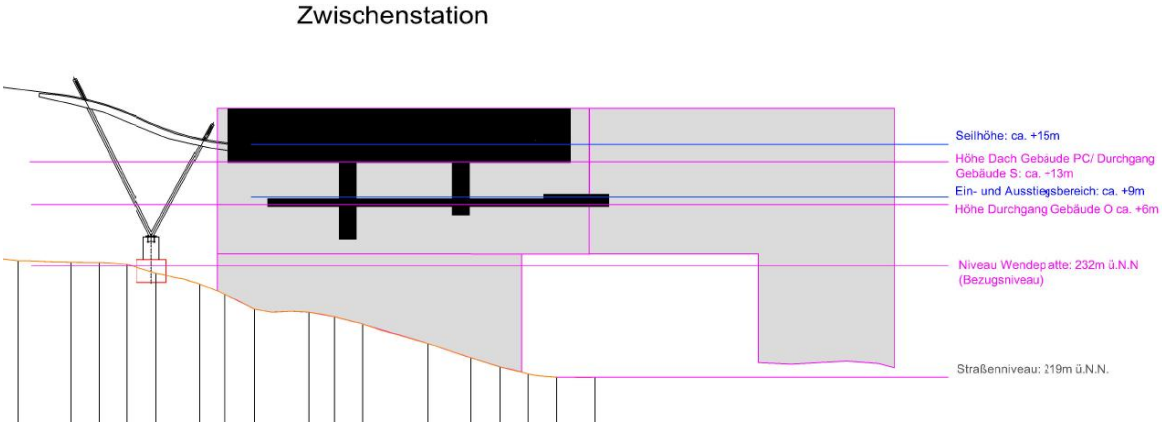

Abbildung 51: Schnitt Zwischenstation Universität mit Höhensituation
Quelle: Eigene Darstellung

Sektion 2 (Universität – Küllenhahn)

Die folgende Abbildung zeigt die zweite Sektion der Seilbahn zwischen dem Campus Grifflenberg und Küllenhahnmit ihren möglichen Stützen- und Stationsstandorten unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Grundstücke.

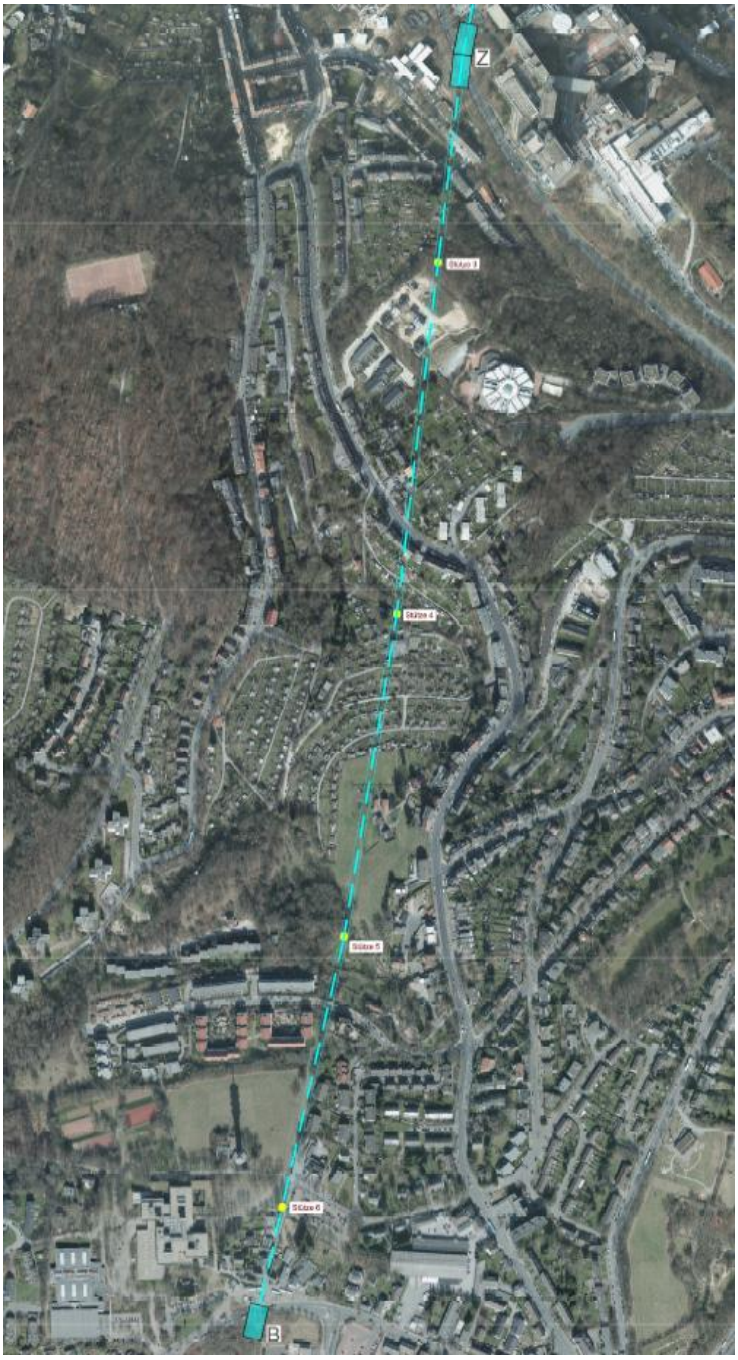

Abbildung 52: Vorzugsvariante "Cyan" Sektion 2

Quelle: Eigene Darstellung

Endstationsstandort Bereich Busbahnhof Schulzentrum Süd

Der optimale Standort für die Endstation Küllenhahn liegt auf der bestehenden Geländebrache nordwestlich der Feuerwehrstation Hahnerberg. Lagemäßig sollte die Seilbahnstation so situiert werden, dass für das Schulzentrum MIV-querungsfreie Schulwege vorhanden sind.

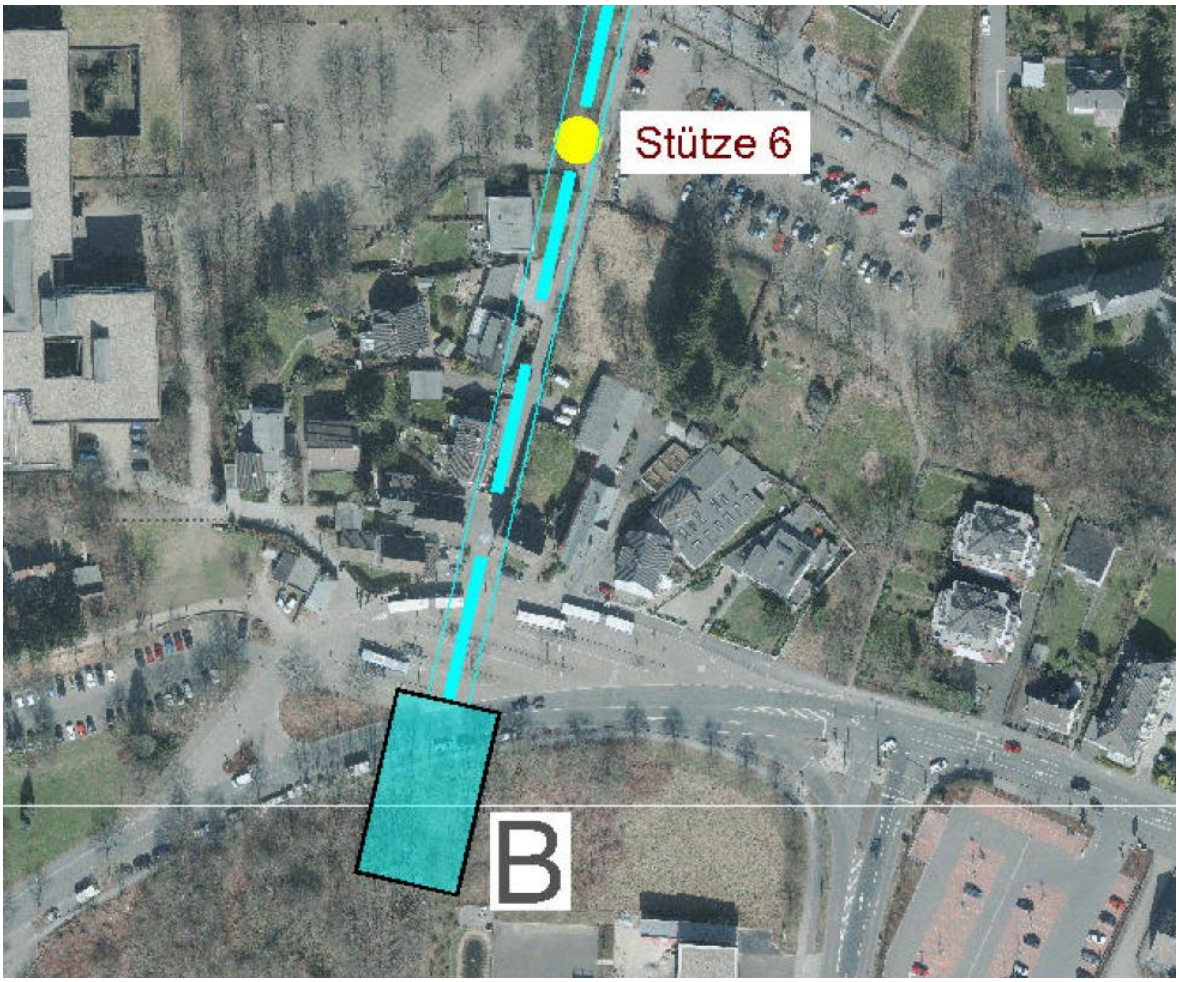

Abbildung 53: Lageplan Detail geplanter Stationsstandort Schulzentrum Süd
Quelle: Eigene Darstellung

Die Anbindung an den bestehenden ÖPNV ist an allen drei geplanten Seilbahnstationsstandorten gewährleistet.

Die Vorzugsvariante im Überblick

Für die Umsetzung dieses Lösungsansatzes stellt die Dreiseilumlaufbahn (3-S) das optimale System dar. Dieses Seilbahnsystem kann die weiten Spannfelder zwischen den Stützenbauwerken problemlos überbrücken und bietet auf der dargestellten Trasse die notwendige Förderkapazität, eine niedrige Fahrzeit und ein großes Platzangebot sowie außergewöhnlichen Komfort in den Fahrbetriebsmitteln. Eine barrierefreie Ausführung gewährleistet das sichere, komfortable und rasche Ein- und Aussteigen.

Rahmeneckpunkte 3-S Seilbahn	Technische Daten
Schräge Bahnlänge gesamt	ca. 2800 m
Höhenunterschied	ca. 165 m
Förderkapazität	3.500 Personen pro Stunde und Richtung
Kabinenkapazität	35 Personen
Kabinenanzahl	ca. 41 Stück
Fahrgeschwindigkeit	6 bzw. 7 m/s
Folgezeit zwischen den Kabinen	ca. 32 Sek. bei 6 m/s
Beförderungszeit Hauptbahnhof – Uni	ca. 3 Minuten bei 6 m/s
Beförderungszeit Uni – Küllenhahn	ca. 5 Minuten bei 6 m/s

Abbildung 54: Technische Daten der Vorzugsvariante Cyan
Quelle: Eigene Darstellung

Der Flächenverbrauch für die Seilbahn beschränkt sich auf Stations- und Stützenbereiche sowie eine Garagierung für die Fahrbetriebsmittel. Die Garagierung aller Fahrbetriebsmittel ist im Bereich der Station Küllenhahn vorgesehen.

Unter Nutzung aller Fahrbetriebsmittel beträgt der Abstand zwischen den einzelnen Kabinen auf der Strecke ca. 190 Meter. In der Folgenden Abbildung ist dies am Beispiel der Seilbahn in Koblenz dargestellt. Dort betrug der Abstand zwischen den einzelnen Fahrbetriebsmitteln während der BUGA 170 Meter.

Abbildung 55: Beispiel für Abstand zwischen den Fahrbetriebsmitteln
Quelle: Eigene Aufnahme, Koblenz

13.2.2. Längenschnitt der Vorzugsvariante

Ein Längenschnitt ist eine zeichnerische Darstellung eines durch die Längsachse einer Seilbahntrasse geführten Schnittes, durch den insbesondere die Höhenlage gegenüber dem natürlichen Gelände dargestellt wird. Berührungspunkte zwischen Landschaft, Gebäuden und Seilbahntechnik werden hierbei aufgezeigt.

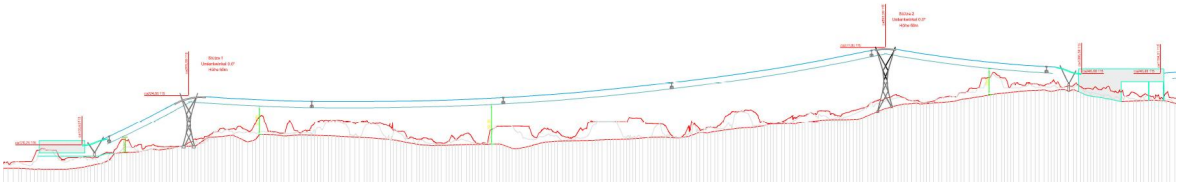

Abbildung 56: Längenschnitt Sektion 1 der Vorzugsvariante Cyan
Quelle: Eigene Darstellung

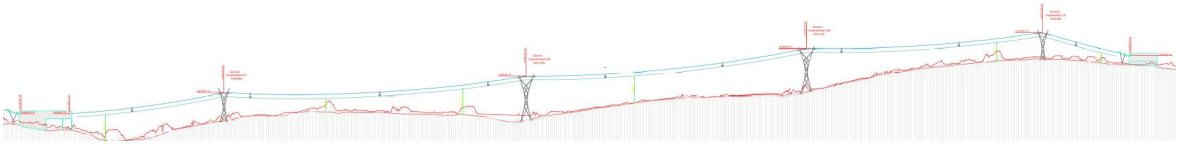

Abbildung 57: Längenschnitt Sektion 2 der Vorzugsvariante Cyan

Quelle: Eigene Darstellung

Der gesamte Längenschnitt der Vorzugsvariante liegt als Anlage bei.

Der Längenschnitt zeigt für die geplante Seilbahn unter anderem folgende Punkte auf:

- Seildurchhang
- Gebäudeüberfahrungen
- Stützenstandorte

13.2.3. Technische Details zur Vorzugsvariante

Stützenbauwerke

Die Vorzugsvariante benötigt gemäß erstelltem Längenschnitt in der

Sektion 1 (Hauptbahnhof - Universität):

2 Stützenbauwerke mit einer Bauhöhe von

- Stütze 1: ca. 50 m

  Lage im Bereich „BASA-Bunker“. Gemäß E-mail Nachricht von PGV Köln vom 28.01.2015 habe DB-Netz keine grundsätzlichen Bedenken. Konkreteres müsse jedoch im Zuge einer detaillierteren Planung abgestimmt werden.
- Stütze 2: ca. 60 m

  Lage in der Grünanlage unterhalb der Mensa der Universität

Sektion 2 (Universität – Küllenhahn):

4 Stützenbauwerke mit einer Bauhöhe von

- Stütze 3: ca. 45 m

  Lage im Waldstück unterhalb der Bebauung Wohnpark Cläre-Blaeser
- Stütze 4: ca. 70 m

  Lage in der Kleingartenanlage
- Stütze 5: ca. 70 m

  Lage in den Grünflächen zwischen Kleingartenanlage und Carl-Schurz-Straße
- Stütze 6: ca. 42 m

  Lage in der Grünanlage am Lavaterweg gegenüber dem bestehenden Parkplatz

Bei der Planung der Stützenstandorte wurde so weit als möglich berücksichtigt, dass nur Flurstücke bebaut werden, welche sich im städtischen Eigentum bzw. im Eigentum des Landes (Bereich rund um die Universität) befinden.

Abbildung 58: Fachwerkstütze mit Fahrbetriebsmittel
Quelle: Eigene Darstellung

Der Flächenbedarf am Fuß der Stütze beträgt bei einer 60 m hohen Stütze ca. 20 x 15 m. Der Flächenbedarf bzw. die Größe der 4 Einzelfundamente kann erst nach Erstellen einer entsprechenden statischen Berechnung erfolgen und ist zudem abhängig vom jeweiligen Hersteller der Seilbahn.

Seilbahnstationen

Endstation Hauptbahnhof Fundbüro - Umlenkstation

Die Endstation Hauptbahnhof Fundbüro wäre nach derzeitigen Planungsstand als reine Umlenkstation geplant.

Die Seilbahnstation selbst besteht aus einer Brückenkonstruktion, welche die Gleise des Hauptbahnhofs teilweise überspannt. Das Stationsgebäude umfasst Flächen für die Fahrgastabwicklung, Diensträume für das Seilbahnpersonal sowie eine Umlenkbrückenstation mit Seilbahntechnik. Die Umlenkbrückenstation kann aus einer tragenden Betonstruktur bestehen, an der die notwendigen seilbahntechnischen Ausrüstungen an- bzw. aufgebaut werden:

- Umlenkscheiben
- Reifenförderantriebe mit Elektromotor
- Notstromaggregat mit Dieselmotor für den Betrieb von Hilfseinrichtungen im Seilbahnbereich bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung
- Mechanische Einrichtungen

  Die mechanischen Einrichtungen bestehen im Wesentlichen aus Elementen

  - zur Tragseilverankerung mit Seilhaspel (Tragseil-Poller) und Endbriden
  - Tragseilumlenkkonstruktionen
  - Zugseilablenkrollenbatterien
  - Stationsein- und –ausfahrseilsattel
  - Fahrbahn und Stationsumlauf mit Beschleuniger- und Verzögerereinrichtungen bestehend unter anderem aus Kuppelstellen, Reifenförderer mit Abdeckungen, Rollen zur Seilführung und Überwachungsschaltern. Der Reifenförderer besteht aus Industrie-Standardreifen, Keilriemenscheiben, Keilriemen, Lagerungen und elektromagnetischen Kupplungen.

Die Beförderung der Fahrbetriebsmittel in der gesamten Station erfolgt zwischen Aus- und Einkuppelvorgang im Bereich der Verzögerer und Beschleuniger mittels Reifenförderer. Der Antrieb der Reifenförderer erfolgt mittels Elektromotoren über Reibräder und Keilriemen.

Zwischenstation Universität – Durchfahrstation

Die Durchfahrstation ist in doppelter Ausführung wie die Endstation Hauptbahnhof aufgebaut.

Endstation Küllenhahn - Antriebsstation

Die Endstation Küllenhahn kann vom Systemaufbau her mit der Endstation Hauptbahnhof verglichen werden. Zusätzlich ist in dieser Seilbahnstation die gesamt Antriebstechnik für die Seilbahnanlage untergebracht.

Die Seilbahnstation an sich besteht ebenfalls aus einer tragenden Betonstruktur und kann beispielsweise in einer Gebäudehülle eines Parkhauses integriert werden.

Unter der tragenden Stahlbetonplattenkonstruktion sowie zwischen den beiden Stationsstehern wird im Regelfall, je nach Seilbahnhersteller, die Antriebsstation für die Seilbahnanlage situiert.

In der Antriebsstation werden die notwendigen seilbahntechnischen Ausrüstungen aufgebaut:

- Hauptantrieb (Elektromotor) mit Betriebsbremsen und Getriebe
- Hydraulikaggregat für Betriebs- und Sicherheitsbremse
- Notantriebs- und Bremsaggregat für den Betrieb der Seilbahn
- Notstromaggregat mit Dieselmotor für den Betrieb von Hilfseinrichtungen im Seilbahnbereich bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung
- Antriebsscheibe mit Zahnkranz für Hilfsantrieb und Sicherheitsbremse
- Umlenkscheiben
- Reifenförderantriebe mit Elektromotor
- Mechanische Einrichtungen (Ausführung, wie Talstation)

Garagierung an der Endstation Küllenhahn

Je nach Seilbahnhersteller und Planung der Gesamtsituation der Endstation, unter Berücksichtigung der städtebaulichen Anforderungen, kann die Seilbahnstation mit der Garagierung auf einer bzw. auf zwei Ebenen realisiert werden. Anbei ein Lösungsansatz mit einer Garagierung auf zwei Ebenen.

Die Garagierung ermöglicht die sichere Verwahrung der Kabinen während der betriebsfreien Zeit und dient zu Wartungsarbeiten. Die Anlage kann mit einer reduzierten Anzahl von Kabinen bedarfsgerecht bestückt werden, die restlichen Kabinen verbleiben sicher verwahrt in der Halle. In die Garagierungshalle werden ein Revisionsbereich für die Fahrbetriebsmittel sowie eine kleine Werkstatt integriert.

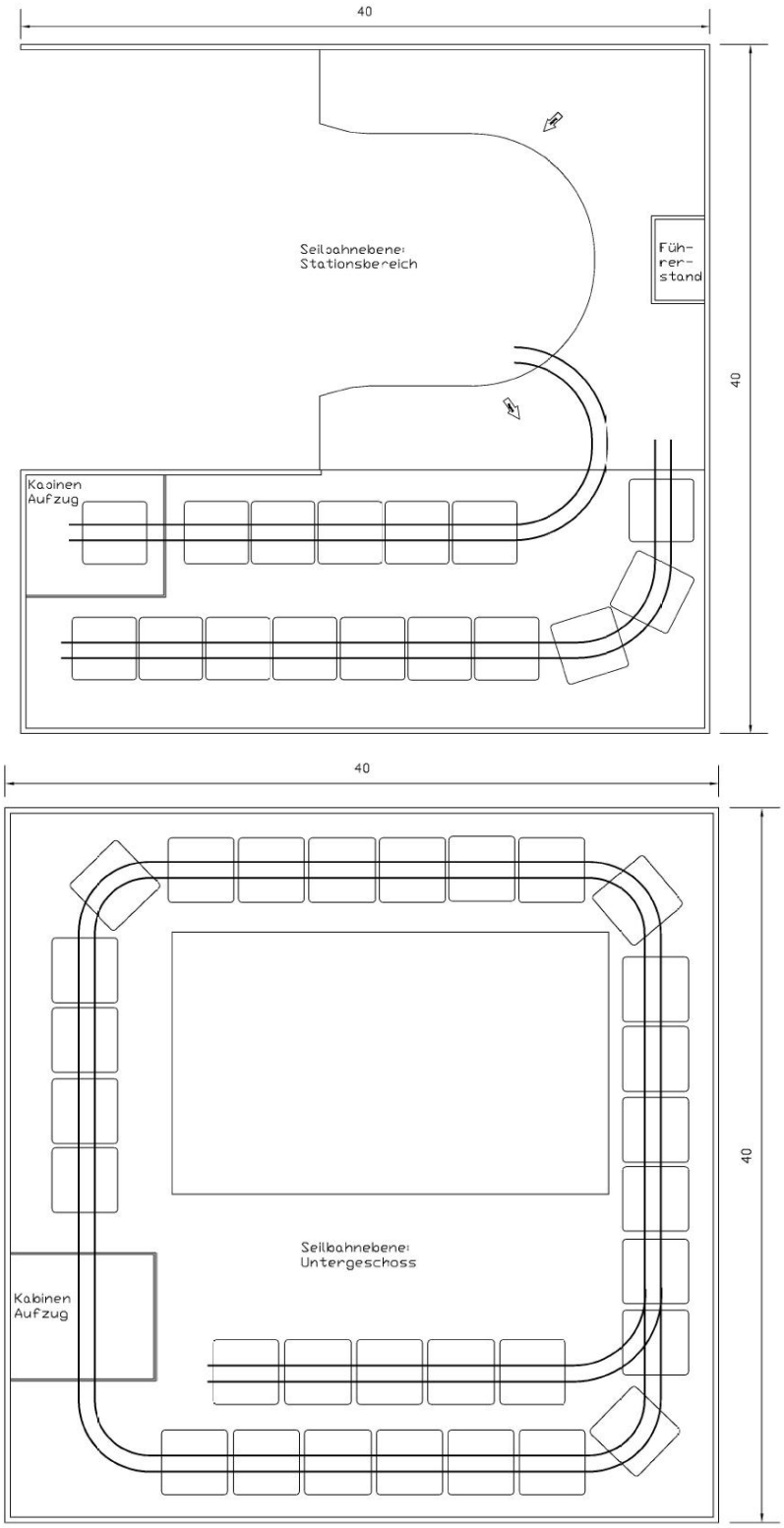

Abbildung 59: Beispielgrundriss für eine zweistöckige Garagierung

Quelle: Eigene Darstellung

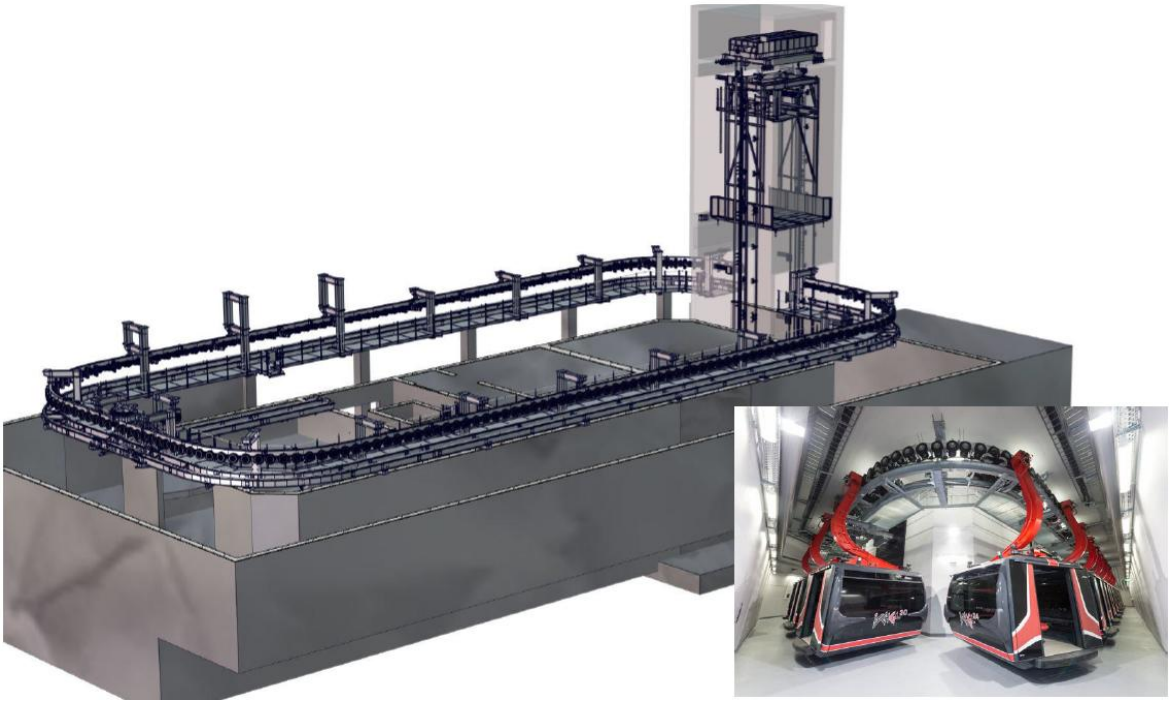

Abbildung 60: Beispiel für eine Garagierung im Untergeschoss mit Liftsystem
Quelle: Fa. Doppelmayr

14. Energiebedarf Seilbahn

Entsprechend einer überschlägigen Seilrechnung liegt die max. betriebliche Antriebsleistung bei ca. 1100 kW. Im Dauerbetrieb wird je nach Beladungszustand der Seilbahn nach Erfahrungswerten eine Dauerleistung zwischen 400 und 800 kW notwendig sein. Diese Leistung muss über eine Trafostation in der Endstation Küllenhahn zur Verfügung gestellt werden.

Zusätzlich werden in den beiden Endstationen Hauptbahnhof und Küllenhahn für Infrastruktur und Reifenförderantriebe ca. 50 kW und in der Zwischenstation ca. 100 kW Leistung benötigt.

15. Rechtliche Situation – Bau einer Seilbahn

Folgende grundlegende Gesetze sind beim Bau und Betrieb einer Seilbahn zu beachten:

Richtlinie 2000/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. März 2000 über Seilbahnen für den Personenverkehr

In Deutschland wurde die Richtlinie 2000/9/EG des Europäischen Parlaments in Landesrecht umgesetzt. Dementsprechend gibt es für jedes der 16 Bundesländer in Deutschland ein eigenes Gesetz zur Thematik Bau und Betrieb von Seilbahnen.

Gesetz über den öffentlichen Personennahverkehr in Nordrhein-Westfalen (ÖPNVG NRW)

§1 Absatz 3a:

„Dieses Gesetz gilt für Seilbahnen, sofern diese ausschließlich dem ÖPNV dienen und der Gemeinschaftstarif sowie der landesweite Tarif nach § 5 Absatz 3 zur Anwendung kommen. Die Feststellung erfolgt durch das für das Verkehrswesen zuständige Ministerium auf Antrag des Seilbahnunternehmers nach Anhörung des zuständigen Aufgabenträgers.“

Gesetz über die Seilbahnen in Nordrhein-Westfalen (SeilbG NRW)

- **§ 1 SeilbG NRW – Anwendungsbereich**

  (1) Dieses Gesetz gilt für Seilbahnen, die dem Personenverkehr und dem öffentlichen Güterverkehr dienen.
- **§ 3 SeilbG NRW – Planfeststellung, Plangenehmigung**

  (1) Seilbahnen dürfen nur gebaut oder geändert werden, wenn der Plan nach Maßgabe der §§ 72 bis 78 des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen vorher festgestellt ist. Soweit für den Bau oder die Änderung/Erweiterung nach § 1 i.V.m. Anlage 1 Nummer 9, 10 und 11 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Nordrhein-Westfalen (UVPG NW) eine Vorprüfung des Einzelfalls und eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist, müssen die Vorprüfung des Einzelfalles sowie die Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung den Anforderungen des UVPG NW entsprechen.

  (2) Bebauungspläne nach § 9 des Baugesetzbuches ersetzen die Planfeststellung.
- **§ 4 SeilbG NRW – Genehmigung**

  (1) Der Bau und Betrieb einer Seilbahn bedarf der Genehmigung der nach § 18 Abs. 1 zuständigen Behörde.

(2) Der Antrag muss über das Vorhaben und seine Durchführung in technischer und, soweit erforderlich, auch in wirtschaftlicher Hinsicht Aufschluss geben. Der Antragsteller hat seinem Antrag

1. *eine Sicherheitsanalyse gemäß Artikel 4 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang III der Richtlinie 2000/9/EG ,*
2. *einen Sicherheitsbericht gemäß Artikel 4 Abs. 2 der Richtlinie 2000/9/EG sowie*
3. *ein Gutachten einer vom für das Verkehrswesen zuständigen Ministeriums anerkannten Stelle zum Nachweis der Betriebssicherheit beizufügen. Das Gutachten hat auch die Sicherheitsanalyse und die in dem Sicherheitsbericht benannten Maßnahmen zur Behebung etwaiger Risiken zu bewerten; Gegenstand der gutachterlichen Stellungnahme ist zudem die Einhaltung der Bestimmungen der Artikel 7, 10 und 18 der Richtlinie 2000/9/EG betreffend die CE-Konformitätskennzeichnung und die EG-Konformitätserklärung von Sicherheitsbauteilen und Teilsystemen.*

- **§ 6 SeilbG NRW – Betriebseröffnung**

  (1) Der Betrieb einer Seilbahn darf erst eröffnet werden, wenn die Aufsichtsbehörde der Eröffnung zugestimmt hat.

  (2) Die Zustimmung zur Eröffnung des Betriebs wird erteilt, wenn

  3. *ein Betriebsleiter und mindestens eine Person als Stellvertretung nach Maßgabe des § 11 bestellt sind und die Bestellung bestätigt ist,*

- **§ 7 SeilbG NRW – Enteignung**

  Zum Bau von Seilbahnen und für die Änderung bestehender Anlagen des öffentlichen Verkehrs, an deren Betrieb ein erhebliches öffentliches Interesse besteht, kann nach den Vorschriften des Landesenteignungs- und Entschädigungsgesetzes enteignet werden.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist unter anderem auf die Thematik Brandschutz einzugehen. Aufgrund der Überfahrung von Gebäuden ein sehr wichtiger Gesichtspunkt. Hierbei sind folgende Schutzziele zu beachten:

- Verhindern von schädigenden Auswirkungen auf sicherheitstechnisch bedeutsame Anlagenteile der Seilbahn
- Räumung der Seilbahn

- Funktionserhalt der Seile bis Ende der Evakuierung der Fahrgäste aus den Fahrbetriebsmitteln der Seilbahn

Das geforderte Schutzziel wird dann erreicht, wenn mögliche Brandszenarien unter Berücksichtigung des allgemeinen Schutzzieles „keine schädigende Auswirkung auf sicherheitstechnisch bedeutsame Anlagenteile der Seilbahn, Funktionserhalt der Seile und Räumung der Bahn im Brandfall“ haben.

Der Zeitbedarf für ein derartiges Genehmigungsverfahren einer Seilbahn beträgt gemäß unseren Erfahrungen ca. 1 bis 1,5 Jahre, bei einem Planungsvorlauf von ca. 2 bis 3 Jahren.
Im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens für eine Seilbahn werden Themen wie

- Seilbahnkorridor, Stützenstandorte, Stützenhöhen
- seilbahntechnische Gebäude
- Betriebs- und Wartungskonzept der Seilbahn
- Bergekonzept
- Brandschutz
- Lärm (Lärmprognose)
- usw.

abgehandelt.
Aufgrund dieser Thematik ergeben sich hinsichtlich Planungsverlauf und Genehmigungsverfahren folgende Besonderheiten.
Da jede Seilbahn als ein Unikat realisiert wird sowie jeder Seilbahnhersteller ein firmenspezifisches Baukastensystem hat, muss der Seilbahnhersteller bereits im Planungsvorlauf über ein öffentliches Ausschreibungsverfahren fixiert werden.
Die anschließende Baumaßnahme inkl. Inbetriebnahme wird 1,5 bis 2 Jahre beanspruchen.

Die Machbarkeit aus Sicht von Natur- und Landschaftsschutz, sowie aus Sicht privatrechtlicher und städtebaulicher Einschränkungen, wurde im Rahmen des Gutachtens nicht untersucht.

16. Betrieb einer Seilbahn

- **Mögliche Betriebszeiten**
  - Täglich
  - von 6.00 bis 22.00 Uhr (Annahme IB Schweiger)

daraus ergibt sich folgender täglicher Zeitaufwand für den Betrieb der Seilbahn:

- Vorbereitung des Betriebs, tägliche Kontrollen, Beschicken der Bahn: 1 Stunde
- Öffentliche Betriebszeit ca. 16 Stunden
- Garagieren der Bahn, abschließende Kontrollen, Betriebsende 0,5 Stunden
- Zeitaufwand total ca. 17,5 Stunden

Kurzbeschreibung eines täglichen Betriebsablaufs

Vor Beginn des öffentlichen Fahrgastbetriebs werden alle Seilbahnstationen mit den Mitarbeitern besetzt. Entsprechend einer Bedienungs- und Wartungsanleitung des Seilbahnherstellers und der DIN EN 1709 sind Betriebskontrollen durchzuführen.

Die tägliche Betriebskontrolle umfasst eine visuelle Kontrolle sowie eine technische Kontrolle. Es wird visuell kontrolliert, ob während der Stillstandzeit Besonderheiten an der Anlage aufgetreten sind. Die Strecke wird von den Stationen aus in Augenschein genommen. Der Antrieb, die Bremsen und die Spanneinrichtung werden auf einwandfreien Betriebszustand geprüft. Die Fahrbetriebsmittel werden in den Umlauf eingeschoben. Auf die einwandfreie Führung der Kabinen wird geachtet. Die Betriebsbremse und die Sicherheitsbremse sowie die Halt-, Notaus- und Langsamfahrschalter werden auf einwandfreie Funktionsfähigkeit geprüft und eventuelle Mängel umgehend behoben. Nach dem Einschieben werden eine Probefahrt und die Bremsproben mit leeren Kabinen bei normaler Geschwindigkeit durchgeführt.

Alle Schritte und Prüfungen werden in einem Betriebstagebuch dokumentiert.

Die Sauberkeit der Anlage, des Umfeldes und der Kabinen muss durch die Bediensteten vor Inbetriebnahme ebenfalls in Augenschein genommen und veranlasst werden.

Während des öffentlichen Fahrgastbetriebes haben die Seilbahnbediensteten von der jeweiligen Seilbahnstation aus den Fahrgastbetrieb zu überwachen bzw. Fahrgästen beim Ein- und Aussteigen behilflich zu sein.

Nach Beendigung des öffentlichen Fahrgastbetriebes werden alle im Einsatz befindlichen Fahrbetriebsmittel in den Kabinenbahnhof geschoben und gereinigt. Eventuelle Schäden an Kabinen werden dokumentiert und/oder umgehend behoben.

Störfallmanagement aufgrund von Umwelteinflüssen beim täglichen Betrieb

Wettereinflüsse wie Wintereinbrüche sind für Seilbahnen kein Problem. Konzipiert für die Benutzung in Extremregionen trotzen Seilbahnen Schnee und Eis und benötigen keine zeitintensiven und kostspieligen Räum- und Enteisungsarbeiten. Je nach System kann die Seilbahn bis zu Windgeschwindigkeiten von ca. 100 km/h quer zur Seilachse betrieben werden. Problematisch sind, was das Wetter betrifft, Gewitter. Hier muss die Bahn geleert und bis zum Abzug des Unwetters stillgesetzt werden.

- **Wind:**
  Die Seilbahn ist mit einem Windwarnsystem ausgestattet. Der Betriebsleiter hat dadurch ständig Informationen über die Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen an den exponiertesten Stellen der Seilbahn. Die Seilbahn kann bis zu Windgeschwindigkeiten von 100 km/h sicher betrieben werden. Bei größeren böigen Windgeschwindigkeiten liegt es im Ermessen des Betriebsleiters den Betrieb vorübergehend einzustellen.

- **Eis und Schnee**
  Seilbahnsysteme sind für extreme winterliche Bedingungen konzipiert. In der Regel wird die Verfügbarkeit der Seilbahnanlage durch Eis und Schnee nicht beeinträchtigt. In Ausnahmefällen ist unter extremen Witterungsbedingungen eine Vereisung von Anlagenteilen möglich.
  Die Gefahr von Eisschlag besteht lediglich im Bereich der Stützenbauwerke.

- **Gewitter und Blitzschlag**
  Bei Blitzeinschlag besteht für die Passagiere keine Gefahr, da die Kabinen die Fahrgäste nach dem Prinzip des faradayschen Käfigs abschirmen. Die Seilbahn ist zudem mit einer bauwerksübergreifenden Blitzschutzanlage ausgerüstet.

Bei nahendem Gewitter ist die Seilbahn gemäß DIN EN 12397 „Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Betrieb“ leer zu fahren.

Personalbedarf für den Betrieb

Da die einzelnen Fahrbetriebsmittel im Gegensatz zu Straßenbahnen oder Bussen nicht mit einem Fahrer besetzt werden müssen, ist der Personalbedarf bei Seilbahnen verhältnismäßig gering. Wie viele Betriebsbedienstete zum Betrieb der Seilbahn schlussendlich benötigt werden ist unter anderem vom täglichen Betriebsaufkommen abhängig.

Der Personalbedarf für den Betrieb der vorprojektierten Seilbahn in Wuppertal lässt sich wie folgt aufgliedern.

Für die Abwicklung des täglichen, öffentlichen Fahrgastbetriebs werden folgende Betriebsbedienstete benötigt:

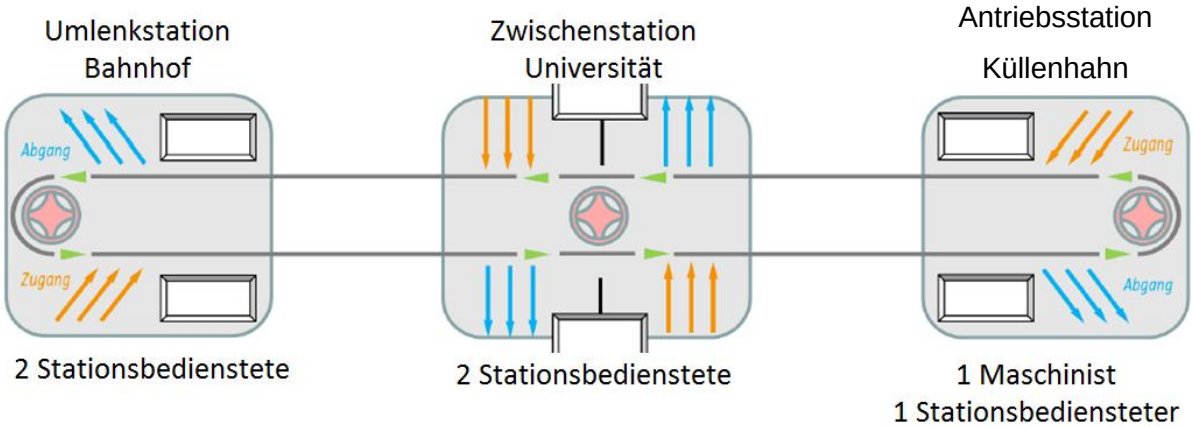

Abbildung 61: Benötigte Betriebsbedienstete an den Stationen

Quelle: Eigene Darstellung

zusätzlich: Betriebsleiter / stellvertretender Betriebsleiter
Techniker für Wartung und Problembehebung

In Abhängigkeit von der Betriebszeit pro Tag sind die vorgenannten Positionen mehrfach zu besetzen.

Betriebsleitung

Hinsichtlich der Betriebsleitung gibt es eine klar definierte Forderung im „Gesetz über die Seilbahnen in Nordrhein-Westfalen (SeilbG NRW)“.

§ 11 SeilbG NRW – Betriebsleitung

(1) Der Seilbahnunternehmer hat einen Betriebsleiter und mindestens eine Person als Stellvertretung zu bestellen, welche die erforderliche Zuverlässigkeit und Fachkunde besitzen. Der Betriebsleiter und in seiner Abwesenheit seine Stellvertretung sind für den ordnungsgemäßen Betrieb, insbesondere die Betriebssicherheit sowie die ordnungsgemäße Unterhaltung der Anlage verantwortlich.

(2) Die Bestellung zum Betriebsleiter oder zu seiner Stellvertretung bedarf der Bestätigung durch die Aufsichtsbehörde.

Da das SeilbG NRW die Anforderungen nicht genauer definiert, richtet man sich in der Regel nach den Vorgaben der bayrischen Seilbahnverordnung:

§ 7 Seilbahnverordnung SeilbV – Bestätigung des Betriebsleiters

(1) Die technische Aufsichtsbehörde bestätigt auf Antrag des Unternehmers einer Seilbahn die Bestellung des Betriebsleiters oder stellvertretenden Betriebsleiters (Art. 30 Abs. 2 BayESG) für dieses Unternehmen, wenn die bestellte Person

1. ihre Befähigung durch erfolgreichen Abschluss der Betriebsleiterprüfung nachgewiesen hat,

2. über die anlagenspezifisch erforderlichen betrieblichen und technischen Kenntnisse verfügt und

3. folgende Mindestanforderungen an die Berufsausbildung erfüllt:

a) Betriebsleiter von Großkabinen und Umlaufbahnen mit kuppelbaren Klemmen:
Akademischer Abschluss Dipl. Ing. (FH) oder Bachelor in den Fachrichtungen Maschinenwesen oder Elektrotechnik oder gleichwertiger Abschluss;

b) Stellvertreter des Betriebsleiters von Großkabinen und Umlaufbahnen mit kuppelbaren Klemmen:
Staatlich anerkannter Techniker oder Industrie- oder Handwerkermeister in den Fachrichtungen Mechanik, Elektronik oder Mechatronik oder gleichwertiger Abschluss;

Hinweis: Eine Seilbahn darf nur in Anwesenheit eines Seilbahnbetriebsleiters betrieben werden. Der Betriebsleiter muss während des öffentlichen Fahrgastbetriebes nicht immer direkt vor Ort sein. Er muss an der Anlage „zeitnah“ zur Verfügung stehen. Sein ständiger Aufenthaltsort muss demnach nicht die Seilbahnanlage sein. Eine Doppelfunktion mit der

Betriebsleitung der Schwebebahn ist unseres Erachtens möglich, sofern ein stellvertretender Betriebsleiter an der Seilbahnanlage anwesend ist. Der stellvertretende Betriebsleiter kann nebenbei auch weitere Aufgaben wie beispielsweise die Aufgaben von einem Maschinist bzw. Stationsbediensteten übernehmen.
Aufgrund der Betriebszeiten der geplanten Seilbahnanlage sind unseres Erachtens für den Betrieb ein Betriebsleiter und mindestens 3 stellvertretende Betriebsleiter zu beschäftigen.

Maschinist:
Qualifikation: Elektrotechnische Ausbildung, Ausbildung in einem Metallberuf, Seilbahntechniker

Stationsbedienstete:
Qualifikation: Keine besondere Ausbildung notwendig. Mindestalter von 18 Jahren gesetzlich vorgeschrieben.

Techniker für die Wartung / Problembehebung:
Qualifikation: Siehe Maschinist

Die Wartung und Durchführung der regelmäßigen Prüfungen kann unseres Erachtens von Technikern der Schwebebahn mitübernommen werden, welche an einer Schulung des Seilbahnherstellers teilgenommen haben.
Für die jährliche Revision ist erfahrungsgemäß ein Wartungsvertrag mit dem Seilbahnhersteller sinnvoll. Eine Durchführung der Revisionsarbeiten durch Techniker der Schwebebahn, welche an den entsprechenden Schulungen des Herstellers teilgenommen haben, ist nach unserem Erachten ebenfalls möglich.
Der Techniker für Wartung / Problembehebung muss der Anlage „zeitnah“ zur Verfügung stehen und nicht immer direkt vor Ort sein. Eine Doppelfunktion mit z.B. dem technischen Notdienst der Schwebebahn ist unserer Einschätzung nach möglich.

Zusatz zu Schulungsmaßnahmen für Techniker:
In den Angeboten der Seilbahnhersteller für Seilbahnanlagen sind die entsprechenden Einschulungen für das Personal (Techniker/Maschinisten) in der Regel enthalten.

Das Mitwirken des Personals beim Bau der Anlage durch den späteren Maschinisten/Techniker kann als Qualifikation ausreichen.

Wartung, Instandhaltung, Betriebskontrollen:

Der Wartungsaufwand bei Seilbahnsystemen hält sich, dadurch dass es im ganzen Seilbahnsystem im Regelfall nur eine Antriebseinheit gibt, sehr in Grenzen. Diese Antriebseinheit und die dazugehörigen Bremssysteme sind wettergeschützt in einer Station untergebracht. Extrembelastungen, wie sie im Straßenverkehr bei Bussen durch starkes Bremsen oder Beschleunigen vorkommen, treten nur in außergewöhnlichen Notfällen auf. Die Fahrbetriebsmittel, deren Laufwerke sowie die Klemmen der Fahrbetriebsmittel sind die wartungsintensivsten Bauteile des Systems. Allerdings können diese bei Umlaufseilbahnen unkompliziert während des Betriebs serviciert, repariert und getauscht werden, da nicht die ganze Anlage, sondern immer nur ein einzelnes Fahrbetriebsmittel stillgesetzt werden muss. Ein anderes Bauteil, welches eine gewisse Wartung benötigt, sind die Rollen der Rollenbatterien auf den Stützen. Der Zeitaufwand für den Austausch einer Rolle hält sich in Grenzen, so dass ein Tausch von einzelnen Rollen in einer nächtlichen Betriebspause unproblematisch möglich ist.

Für größere Arbeiten, wie das Nachspleißen von Seilen muss die Anlage für einige Tage außer Betrieb gesetzt werden. Je nach System kann man ca. 3-5 Tage für Revisionsarbeiten pro Jahr rechnen. In dieser Zeit wird, wie bei allen anderen spurgeführten Systemen, ein Ersatzverkehr benötigt.

Ein weiterer Vorteil bei Wartung und Revision ist, dass Kabinen, die zu überholen sind, nicht per Betriebsfahrt in eine zentrale Werkstatt gebracht werden müssen, so wie es bei Straßenbahnen und Bussen der Fall ist. Dank des direkten Anschlusses des Kabinenbahnhofs an eine der Seilbahnstationen entsteht hier keinerlei Leerlauf.

Für die Instandhaltung von Seilbahnen gibt es vorgeschriebene periodischen Wartungen und Inspektionen. Periodische Inspektionen sind bei Seilbahnen in monatlichen, jährlichen und mehrjährigen Intervallen vorzunehmen.

Monatliche Inspektionen werden in der Regel vor bzw. nach den planmäßigen täglichen Betriebszeiten durchgeführt.

Jährliche Inspektion / Revisionsarbeiten / Wiederkehrende Überprüfung:

Einmal jährlich ist gemäß aktuellen Gesetzen und Normen die Seilbahn einer umfassenden Inspektion zu unterziehen. Im Rahmen dieser jährlichen Inspektion werden Sichtprüfungen sowie Prüfungen im Rahmen eines Probebetriebes an Bauwerken (Stützen und Stationen), mechanischen Einrichtungen, Seilen, elektrischen Einrichtungen, Sicherheits-, Überwachungs- und Warneinrichtungen sowie an den Fahrzeugen durchgeführt.

Die vorgenannten Prüfungen werden zum Teil in Anwesenheit einer Sachverständigen-prüfstelle für Seilbahnen durchgeführt, teilweise von befähigten Mitarbeitern erledigt. Eine jährliche Überprüfung der Seilbahn durch eine Sachverständigenprüfstelle ist vorgeschrieben.

Für die jährliche wiederkehrende Inspektion muss ein Zeitaufwand von ca. 3-5 Tagen veranschlagt werden. Während dieser Zeit kann mit der Seilbahn kein öffentlicher Fahrgastbetrieb durchgeführt werden.

Ebenso ist zu beachten, dass alle 5 Jahre die Tragseile um ca. 20 Meter verschoben werden müssen und die Seile spätestens nach 30 Jahre komplett ausgetauscht werden müssen.

17. Zusätzliche Maßnahmen

Bei Umsetzung einer Seilbahn in Wuppertal sollten diverse verkehrsfördernde Maßnahmen zur Einbindung der Seilbahn in das öffentliche Netz berücksichtigt werden

- Einbindung in das Wuppertaler Verkehrs- und Tarifsystem
- Umstrukturierung der Buslinien für optimale Nutzung
- Park & Ride bzw. Park & Ropeway Angebote für Studenten und Mitarbeiter
- Einbringen des Pendlerverkehrs
- Schnittstellen zw. Bahn-, Bus- und Seilbahn optimieren

18. Anbieter für Seilbahnen - Systemhersteller

Weltweit gibt es derzeit zwei Seilbahnhersteller, die in der Lage sind eine Dreiseilumlaufbahn, wie sie im Gutachten dargestellt ist, umzusetzen. Diese beiden Hersteller produzieren Seilbahnen aller Art, im urbanen wie im alpinen Bereich und sind derzeit die Globalplayer auf dem Seilbahnmarkt.

Bei den beiden Weltmarktführern handelt sich um folgende Firmen (in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet):

- Doppelmayr Seilbahnen GmbH; Wolfurt, Österreich
- Leitner AG; Sterzing, Italien

Zusätzlich gibt es noch diverse kleinere Seilbahnhersteller, welche bisher noch keine Dreiseilumlaufbahn gebaut haben:

- Bartholet Maschinenbau AG; Flums, Schweiz
- LST Ropeway Systems S.A.S.; Ste Hélène du Lac, Frankreich
- Rowema AG; Duebendorf, Schweiz
- Steurer Seilbahnen AG; Doren, Österreich
- STM Sistem Teleferik; Izmir, Türkei
- Tatralift; Kezmarok, Slowakei
- sowie diverse Hersteller in Indien und China

Bei der Realisierung eines Seilbahnprojektes ist zu beachten, dass jeder Anbieter sein eigenes Seilbahnkonzept hinsichtlich Antriebstechnik, Abspanntechnik, Stützenkonstruktion, Fahrbetriebsmittel usw. hat

19. Kostenschätzung – Seilbahn

Unsere Kostenschätzung für den Bau der Seilbahnanlage beruht auf Erfahrungswerten und aktuellen Richtpreisangeboten anderer Projekte im Seilbahnbereich (Stand 2014/15) sowie auf der vorgenannten Darstellung. Zudem liegen folgende Gesetze, Richtlinien und sonstige Informationen der Ausarbeitung zu Grunde:

[1] Erkenntnisse und Bildmaterial von den Begehungsterminen
[2] Lageplan mit Orthophoto und Kataster
[3] Längenschnitt

Die Kostenschätzung dient zur Abschätzung der Größenordnung der Investitionsaufwendungen. Eine exakte Kostenberechnung nach DIN 276 kann erst nach Durchführen der Entwurfsplanung (Leistungsphase 3 – HOAI), unter Berücksichtigung einer detaillierten Vermessung des gesamten geplanten Trassenverlaufes und des bestehenden Geländes im Bereich der geplanten Seilbahnstützen und der

Seilbahnstationen, der Prüfung der Gebäudesubstanz Hauptbahnhof Fundbüro sowie den geologischen Aussagen erstellt werden.

Baukosten

Die Kosten der einzelnen Elemente einer Dreiseil-Umlaufbahn mit der beschriebenen Streckenführung ohne Berücksichtigung von Sonderlösungen aufgrund städtebaulicher Vorgaben und Wünsch sind zirka wie folgt anzunehmen:

- Umlenkstation Hauptbahnhof 7,0 Mio. €
- Zwischenstation Universität 10,0 Mio. €
- Antriebsstation Küllenhahn 12,0 Mio. €
- 6 Stützenbauwerke 10,2 Mio. €
- Seile incl. Seilreiter (ca. 5.600 m) 2,6 Mio. €
- 41 Fahrbetriebsmittel 9,2 Mio. €

Summe Investitionsaufwendungen : 51,0 Mio. €

Werden besondere architektonische Ausführungen für Stützen und Gebäude notwendig erhöhen sich in der Regel die vorgenannten Beträge.

20. Resümee

Die Idee, Seilbahnen im städtischen Raum zu errichten, ist nicht neu, wenn auch für europäische Verhältnisse nicht alltäglich. Diverse bereits verwirklichte urbane Seilbahnprojekte, unter anderem in Koblenz, zeugen von der wachsenden Akzeptanz ein urbanes Seilbahnsystem in vorhandene öffentliche Verkehrssysteme zu integrieren. Im Hinblick auf die räumliche Enge und die zunehmende Bevölkerungsdichte in den Städten wird der Ruf nach neuen Beförderungswegen und -systemen dringlicher und lauter.

Unsere Untersuchungen für die Stadt Wuppertal führen zu dem Ergebnis, dass technisch betrachtet, die vorab aufgezeigte Vorzugsvariante mit einer Seilbahn gut umsetzbar ist um den Hauptbahnhof mit dem Schulzentrum Süd via Universitätsstandort Campus Grifflenberg zu verbinden und verkehrstechnisch barrierefrei zu erschließen.

Sonthofen, den 17.05.2015

Ingenieurbüro Schweiger
Dipl. Ing. Schweiger

21. Anlagen

[1] Lageplan mit DOP Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:5.000 vom 25.03.2015

[2] Längenschnitt mit DFK Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:1000 vom 25.03.2015

[3] Lageplan Nord mit DOP und DFK Flächennutzungsplan Stadt Wuppertal Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:4.000 vom 25.03.2015

[4] Lageplan Süd mit DOP und DFK Flächennutzungsplan Stadt Wuppertal Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:4.000 vom 25.03.2015

[5] Lageplan Nord mit DOP und DFK Flurstücke Stadt Wuppertal Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:5.000 vom 25.03.2015

[6] Lageplan Süd mit DOP und DFK Flurstücke Stadt Wuppertal Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:5.000 vom 25.03.2015

[7] Lageplan mit DOP Endstation Hauptbahnhof Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:1000 vom 25.03.2015

[8] Lageplan mit DOP Zwischenstation Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:1000 vom 25.03.2015

[9] Lageplan mit DOP Endstation Küllenhahn Seilbahn Wuppertal, Maßstab: 1:1000 vom 25.03.2015