

ZÜRICH NORD  
EVALUATION MITTELVERTEILER  
GLATTAL (PHASE 5.2)

Zürich, Januar 1996

**IBV** HÜSLER AG

# **Evaluation Mittelverteiler Glattal**

(Phase 5.2)

**Eine Studie im Auftrag des Zürcher Verkehrsverbunds (ZVV)**

erstellt durch

**IBV Ingenieurbüro für Verkehrsplanung  
W. Hüsler AG Zürich**

Willi Hüsler	Projektleitung
Kerstin Kantke Leuppi	Hauptsachbearbeitung
Daniel Stäubli	Graphik

unter Mitarbeit von:

Paul Romann	Skizzen zum Erscheinungsbild
-------------	------------------------------

**Verkehrswissenschaftliches Institut  
an der Universität Stuttgart**

Prof. Dr.- Ing. G. Heimerl  
Dipl.- Ing. R. Krause

**Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik (IVT)  
an der ETH Zürich**

Prof. H. Brändli	Sicherheitsaspekte
------------------	--------------------

<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung	3
1.2 Vorgehen	3
<b>2 Vorgaben</b>	<b>5</b>
2.1 Vorgaben	5
2.2 Systemabgrenzung	5
<b>3 Verkehrliches Mengen- und Zeitgerüst</b>	<b>7</b>
3.1 Grundlagen	7
3.2 Vereinfachungen	7
3.3 Modifikationen	8
3.4 Vorgaben zur Berechnung	8
3.5 Berechnung	9
<b>4 Bewertung</b>	<b>13</b>
4.1 Monetäre und monetarisierbare Indikatoren	13
4.1.1 Investitionen	13
4.1.2 Jahreskosten	14
4.1.3 Beurteilungsindikatoren	17
4.1.3.1 Vollausbau Mittelverteiler Glattal	17
4.1.3.2 Ausbau 1. Etappe	18
4.2 Nichtmonetarisierbare Indikatoren	19
4.2.1 Benutzerrelevante Indikatoren	19
4.2.2 Betriebsrelevante Indikatoren	21
4.2.3 Für die Allgemeinheit relevante Indikatoren	24
<b>5 Überblick über die Ergebnisse der Bewertung</b>	<b>39</b>
5.1 Betriebswirtschaftliche Bewertung	39
5.2 Volkswirtschaftliche Bewertung	39
5.3 Gesamtbewertung	39
<b>6 Sensitivitätstests</b>	<b>43</b>
6.1 Abschreibung nach der Annuitätenmethode gemäss der Standardisierten Bewertung	43
6.2 Zusätzliche Haltestellen	45
<b>7 Zusammenfassende Würdigung und Empfehlung</b>	<b>47</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>49</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>49</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>50</b>

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Evaluation "Mittelverteiler Glattal" (Phase 5.2) wurde uns die Aufgabe übertragen, die systematische Beurteilung der zwei Projektfälle "H-Bahn" und "Stadtbahn" für den "Mittelverteiler Glattal" vorzunehmen. Da die zwei Projektfälle weitgehend auf derselben Trasse und mit denselben Haltestellenanordnungen ausgelegt sind und sich hauptsächlich durch das technische System

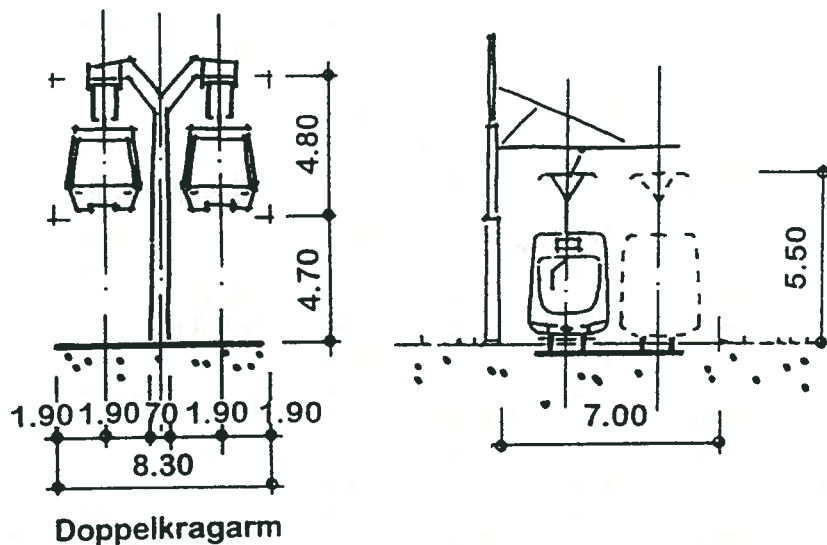


Abbildung 1: Darstellung der beiden Systeme

unterscheiden, handelt es sich dabei in erster Linie um den "Systementscheid" und weniger um die detaillierte Beurteilung der vorgelegten Projektentwürfe und Betriebskonzepte. Es wird davon ausgegangen, dass das gesamthaft vorteilhaftere der beiden Systeme in jedem Fall noch erhebliche planerische Optimierungspotentiale aufweist, die im Rahmen der weiteren Projektkonkretisierung ausgeschöpft werden können.

## 1.2 Vorgehen

Nach der Überprüfung der Plausibilität der Daten und den entsprechenden Anpassungen und Umrechnungen wurden die "Werte" zu dem vorgegebenen System von Indikatoren zugeordnet. Dabei wurde ausdrücklich und so weitgehend wie möglich das Regelwerk der "Standardisierten Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des ÖPNV"<sup>1</sup> zu Grunde gelegt, wobei dieses in verschiedenen Bereichen (z.B. Zinssätze und Kostensätze) auf schweizerische Verhältnisse adaptiert worden ist. Herr Prof. Heimerl vom Verkehrswissenschaftlichen Institut der Universität Stuttgart (VWI) war beauftragt, die Arbeiten kritisch zu unterstützen und in Teilbereichen zuzuarbeiten (z.B. Sensitivität von unterschiedlichen Abschreibungs-/Verzinsungsmodellen).

<sup>1</sup> Bundesminister für Verkehr: Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs.

Da im Falle des "Mittelverteilers Glattal" lediglich zwei Projektfälle zu vergleichen waren, wurde keine vollständige "standardisierte Bewertung" durchgeführt, da diese Methode immer den Vergleich von einem "Ohne-Fall" mit einem bzw. mehreren "Mit-Fällen" verlangt. Entsprechend resultiert aus dem Verfahren nicht die absolute Aussage zur "Volkswirtschaftlichkeit" der Projektfälle, sondern die relative Aussage dazu, welches Projekt um wieviel Franken pro Jahr "volkswirtschaftlicher" ist.

Entsprechend der standardisierten Bewertung wurden die Kosten und Nutzen bzw. Vor- und Nachteile zu den folgenden Zielbereichen ermittelt:

- Benutzer des öffentlichen Verkehrs
- Betreiber des öffentlichen Verkehrs
- Allgemeinheit und Umwelt

Die einzelnen monetären, monetarisierbaren und nicht monetarisierbaren Indikatoren wurden zu den folgenden **Beurteilungsindikatoren** zusammengefasst:

- Betriebswirtschaftlicher Indikator (monetär betriebsbezogen, entspricht dem Indikator A der Standardisierten Bewertung)
- Volkswirtschaftlicher Indikator (monetär gesamtheitsbezogen, entspricht Indikator B)
- Gesamtbewertung (entspricht Indikator C und D)

Die nicht monetarisierbaren Indikatoren wie z.B. die städtebauliche Integrationsfähigkeit wurden einzeln in einem systematischen Abwägungsprozess auf ihre Relevanz bezüglich des "Systementscheides" überprüft und gewertet.

Auf Grund der gesamthaften Würdigung der Beurteilungsindikatoren und der nicht monetarisierbaren Indikatoren wurde anschliessend eine Empfehlung für den Systementscheid abgegeben.

Teilindikator	Beurteilungsindikatoren			
			Gesamtbewertung	
	A	B	C	D
<u>monetär</u> Betriebskosten, Kapitalkosten				
<u>monetarisierbar</u> zusätzlich: Zeitnutzen und Betriebsunregelmässigkeiten				
<u>im Prinzip messbar</u> Indikator 1 bis 14				
<u>beschreibbar</u> Indikator 15: Städtebauliche Integration				

Abbildung 2: Indikatoren der Standardisierten Bewertung

## 2 Vorgaben

Im Rahmen des Projekts Mittelverteiler Glattal bestehen für die Evaluation eine Vielzahl von Vorgaben, die in die Bearbeitung der Evaluation eingehen.

### 2.1 Vorgaben

- Für die verkehrliche Erschliessung des Glattals wurde dem Verkehrsmittel die Funktion eines Mittelverteilers zugeschrieben.
- Die konkrete Linienführung, die auf dem Kantonalen Richtplan beruht, sowie die Lage der Haltestellen wurden im Vorfeld erarbeitet und gehen als weitere Vorgaben ein.
- Der Mittelverteiler Glattal wird möglicherweise in Etappen gebaut. Als erste Etappe ist die Linie Oerlikon zum Flughafen Kloten vorgesehen, in der zweiten Etappe wird der Mittelverteiler mit einer neuen Linie Richtung Stettbach erweitert.
- Als mögliche Systeme wurden die H-Bahn, die Stadtbahn sowie die automatische Stadtbahn vorgesehen. Im Verlauf der ersten Abklärungen ergab sich allerdings rasch, dass die Variante der automatischen Stadtbahn nicht weiter verfolgt werden soll. Damit wurde die Systementscheidung auf die H-Bahn und die Stadtbahn eingegrenzt.
- Vom ZVV wurden hinsichtlich der räumlichen und zeitlichen Nachfragecharakteristik Aussagen getroffen. Diese Vorgaben beinhalten zum einen Angaben zu den zu erwartenden Fahrgastzahlen und des anzustrebenden Modal Splits. Weiter werden die Betriebszeiten, Mindesttaktfolgen in den verschiedenen Betriebszeiten und die Auslastung festgelegt.
- Als Bewertungsmethode wurde von der Projektleitung eine Differenzbetrachtung vorgesehen, die sich weitestgehend an den Methoden der Standardisierten Bewertung orientieren soll. Im Gegensatz zu dieser liegt hier aber nicht der klassische Mit- und Ohne-Fall vor, sondern Gegenstand der Bewertung ist der Vergleich des Mit-Falls für zwei verschiedene Systeme.

### 2.2 Systemabgrenzung

Die Trasse des "Mittelverteiler Glattal" ist abgesehen von der Höhenlage für beide Systeme (H-Bahn und Stadtbahn) weitgehend identisch. Erhebliche Unterschiede ergeben sich lediglich in den folgenden Bereichen:

- Einführung der Trasse in Oerlikon
- Überlagerte Nutzung der Trasse durch andere Tramlinien in Oerlikon, Dübendorf und Wallisellen (nur im Stadtbahnfall).

In diesen Bereichen ist eine klare Regelung der Abgrenzung des Untersuchungsraumes erforderlich.

# Systemabgrenzung Mittelverteiler Glattal



## Legende:

Mittelverteiler mit Haltestelle Vorgabe ZVV

S-Bahn mit Bahnhof

Tramtrasse wird unabhängig vom Systementscheid realisiert (1998)

Im Stadtbahnfall als gemeinsame Trassen mit anderen Tramlinien vorgesehen

Die Kosten dieser Streckenabschnitte sind im Stadtbahnfall zu 100% der Stadtbahn zugerechnet



Ingenieurbüro für Verkehrsplanung  
 W. Hüsler AG  
 Olgastr. 4 CH - 8001 Zürich  
 Tel. / Fax. + (01) 252 13 23 / 20

## **Zur Situation in Oerlikon**

Die H-Bahn Trasse schwenkt nach der Haltestelle "Airgate" aus der Thurgauerstrasse nach rechts und folgt dem Bahndamm der Wallisellenlinie bis zum Zusammenschluss mit der Bahnlinie von Opfikon / Glattbrugg. In diesem Spickel (heute Bahndienst SBB) kommt die Endhaltestelle zu liegen. Der Zugang zu den Gleisen erfolgt über die Unterführung Nord, die mittels einer Rampe mit der H-Bahn Haltestelle verbunden ist.

Die Stadtbahntrasse folgt der Thurgauerstrasse bis zur Haltestelle "Messe" beim Hallenstadion, von wo sie über die Haltestelle "Sternen Oerlikon" zum Bahnhofplatz geführt wird. Dort erfolgt der Zugang zur Bahn über die Unterführung "Mitte".

Die H-Bahn führt vom Bahnhof Oerlikon direkt und ohne Halt zur Haltestelle "Airgate". Sie tut das mit einer Zeitensparung von ca. 5 Minuten gegenüber der Stadtbahn. Dafür weist die Stadtbahn neben dem Halt auf dem Bahnhofplatz zwei zusätzliche Haltestellen in ausserordentlich attraktiver Lage auf ("Sternen" und "Messe"), was mit Sicherheit zusätzliche Nutzen bringt.

Da die Verkehrsmengen auf dem "Mittelverteiler Glattal" vorgegeben waren, wurden diese Nutzen lediglich bezüglich der Reisezeiten in die Bewertung eingebracht. Zur Überprüfung der unterschiedlichen Auswirkungen der Haltestellenlagen beider System auf die Verkehrsmengen, müsste eine modellmässige Simulation des Verkehrs vorgenommen werden.

Die Investitions- und Unterhaltskosten auf dem Stadtbahnabschnitt Bahnhof Oerlikon-Sternen-Messe wurden (genauso wie die Reisezeiten) zu 100% dem "Mittelverteiler" zugeordnet, obwohl diese Strecke unabhängig davon ist und 1998 in Betrieb kommen soll.

Das ist methodisch für den Systemscheid korrekt, wirkt sich jedoch bei einer allfälligen Finanzierung des "Mittelverteiler" als Stadtbahn als Einsparung gegenüber den Kostenangaben aus der Evaluation aus.

## **Zur Situation in Dübendorf und Wallisellen**

Der "Mittelverteiler Glattal" hat im Stadtbahnfall in Dübendorf allenfalls mit der verlängerten Strassenbahnlinie Nr. 7 und in Wallisellen mit der verlängerten Strassenbahnlinie Nr. 9 je einen gemeinsamen Streckenabschnitt. Obwohl diese "Doppelnutzungen" zu Synergien führen würden, durften diese in der Evaluation nicht berücksichtigt werden, da die Linienverlängerungen (von 7 und 9) nicht mit absoluter Sicherheit unterstellt werden können.



### 3 Verkehrliches Mengen- und Zeitgerüst

In diesem Kapitel wird der Nutzen bezüglich der zu erwartenden Reisezeiten, den beide Systeme für die Verkehrsbeziehungen im Glattal bringen, hergeleitet.

Die Reisezeitdifferenz wird anschliessend monetarisiert und fliesst in die volkswirtschaftliche Berechnung ein.

#### 3.1 Grundlagen

- Für das Mittlere Glattal wurde 1993 vom Büro Planpartner AG eine Studie erarbeitet, die sich mit den Einzugsgebieten und Entwicklungspotentialen in dem Gebiet beschäftigt. Hauptsächlich auf Grundlage dieser Studie sind vom ZVV die verkehrlichen Vorgaben für das Glattal entwickelt worden. Aus diesen Vorgaben ergeben sich die Ansprüche an die Systeme hinsichtlich Betriebszeiten, Kapazitäten, Linienführung etc. Die Ergebnisse dieser Studie wurden weiter für das Erstellen einer Pendlermatrix verwendet, die beim ZVV entwickelt wurde. Diese Matrix enthält die angenommene Anzahl Personen pro Stunde in der morgendlichen Hauptverkehrszeit für die Wegebeziehungen aller Systemhaltestellen zu den S-Bahnhaltestellen Flughafen, Balsberg, Glattbrugg, Oerlikon, Wallisellen und Stettbach.
- Neben den Pendlermengen gehen die Reisezeiten in die Berechnung ein. Grundlage dafür sind die Fahrzeitprofile bzw. Umlaufpläne der VBZ bzw. Siemens. Diese wurden vor ihrer Verwendung auf Unstimmigkeiten kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert.

#### 3.2 Vereinfachungen

Methodisch klarzustellen ist der Umgang mit der geplanten Verlängerung der Tramlinie 11 zum Hallenstadion/Messe. Diese Verlängerung ist ungeachtet des Systementscheids vorgesehen, d.h. sie wird auch im Falle, dass der Systementscheid zu Gunsten der H-Bahn fällt, realisiert. Da die Kosten für diesen Streckenabschnitt der Systemvariante Stadtbahn trotzdem in vollem Umfang angerechnet werden, muss bei der Berechnung der Reisezeiten das Szenario "keine Verlängerung der Tram 11 im Fall Hochbahn" gewählt werden.

In die Betrachtung der Verkehrszeiten konnten aus Gründen der Komplexität nicht alle bisher bestehenden oder geplanten Linien des Öffentlichen Verkehrs im Glattal einbezogen werden. Damit ist das vorliegende Modell als eine vereinfachte Darstellung der Realität zu verstehen. Allerdings liesse das Einbeziehen der weiteren Linien keine gravierenden Unterschiede erwarten, da für beide Systeme ähnliche Umsteigebeziehungen vorausgesetzt werden können.

Unterschiede in den Systemen ergeben sich jedoch im Falle der bestehenden Tramlinien 11 sowie 14 und der Situation am Bahnhof Oerlikon, so dass diese in die Berechnungen aufgenommen wurden. Die genaue Beschreibung des Vorgehens findet sich an der entsprechenden Stelle.

Die Berechnung der Reisezeiten erfolgt für die Hauptverkehrszeit und die Zwischenverkehrszeit der 1. und 2. Etappe (Endausbau). Auf Basis der dort ermittelten Werte wurde mit Umrechnungsfaktoren auf den Tag und letztlich das Jahr hochgerechnet. Die Berechnung wird hier nur für den Vollausbau ausführlich dargestellt.

### 3.3 Modifikationen

Die Linienführung der H-Bahn und der Stadtbahn ist grundsätzlich identisch. Es kommt lediglich zu einer Abweichung zwischen den Stationen Airgate und Oerlikon. Während die H-Bahn direkt von der Haltestelle Airgate nach Bahnhof Oerlikon fährt, liegen bei der Stadtbahn noch die Haltestellen Messe und Sternen dazwischen. Für diese beiden Stationen weist die Pendlermatrix des ZVV allerdings keine Werte aus. So musste hier mit Hilfe einer Umlegung versucht werden, realistische Annahmen für diese beiden Stationen zu treffen. Es wurde dabei wie folgt vorgegangen:

- Die Werte für die Haltestelle Airgate wurden halbiert und je zur Hälfte den Haltestellen Airgate und Messe zugewiesen.
- Die Anzahl Personen bei der Haltestelle Oerlikon (lokal) wurde im Verhältnis 2:3 zwischen Haltestelle Oerlikon und Sternen aufgeteilt.

Die Daten der Pendlermatrix enthalten weiter für die Situation Oerlikon (transit) nur Daten für Oerlikon insgesamt. Eine Differenzierung nach Umsteigen auf S-Bahn, Tramlinie 11 und 14 erfolgt hier nicht. Da diese Beziehungen aber explizit in die Reisezeitenberechnung eingehen sollen, musste die Mengenmatrix für Oerlikon nochmals modifiziert werden:

- Die Personenzahlen für Oerlikon wurden folgendermassen aufgeteilt: Im Vergleich aller Fahrten aus der Pendlermatrix entfallen 7% der Fahrten auf die Tramlinie 11. Auf die Tramlinie 14 entfallen noch 3% und 1% auf die Zubringerbuslinien. Für die lokale Situation in Oerlikon bedeutet das, dass sich 67% der Umsteigebeziehungen auf die S-Bahn, 22 Prozent auf die Tramlinie 11 und 11 Prozent auf die Tramlinie 14 und Buslinien verteilen.

Auf Grund der durchgeführten Umgewichtungen ergibt sich die modifizierte Pendlermatrix Tabelle A1 (s. Anhang).

### 3.4 Vorgaben zur Berechnung

Die Berechnung der Reisezeiten berücksichtigt neben den reinen Fahrzeiten noch weitere Zeitfaktoren. Im **Normalfall** gehen folgende Faktoren in die Berechnung ein:

- An- und Abmarsch: Da die Lage der Haltestellen beider Systeme gleich ist und lediglich die Differenzen ausgewertet werden, kann auf die Berechnung von Fusswegezeiten zur Station verzichtet werden.
- Stationszeit: Für die H-Bahn wird als Ausgleich des Höhenunterschieds 20 Sekunden Stationszeit dazugeschlagen. Im Fall Stadtbahn entfällt die Stationszeit.

- **Wartezeit:** Als Wartezeit wird jeweils die halbe Taktzeit eingesetzt. Bei überlagerten Linien auf einem Streckenabschnitt wird dies entsprechend berücksichtigt. Nach der Methode der Standardisierten Bewertung liegt die Obergrenze für die Berechnung der Wartezeit mit diesem Vorgehen bei einer Wartezeit von 6,5 Minuten, was einem Takt von 13 Minuten entsprechen würde. Für beide Systeme wird dieser Takt in den hier berücksichtigten Verkehrszeiten unterschritten, so dass die Berechnung - Wartezeit ist halber Takt - uneingeschränkt verwendet werden kann.
- **Fahrzeit:** Analog für beide Systeme enthält die Fahrzeit den 1/2 Haltestellenaufenthalt an der Einstiegshaltestelle, die Fahrzeit inklusive aller Zwischenhaltestellenaufenthalte sowie den 1/2 Haltestellenaufenthalt der Ausstiegshaltestelle.
- **Umsteigezeit:** Als Umsteigezeit zu den S-Bahnstationen wurde (mit Ausnahme der S-Bahnstation Oerlikon) eine Umsteigezeit von 60 Sekunden zu Grunde gelegt.

Die Berechnung der Reisezeiten sieht damit im **Normalfall** wie folgt aus:

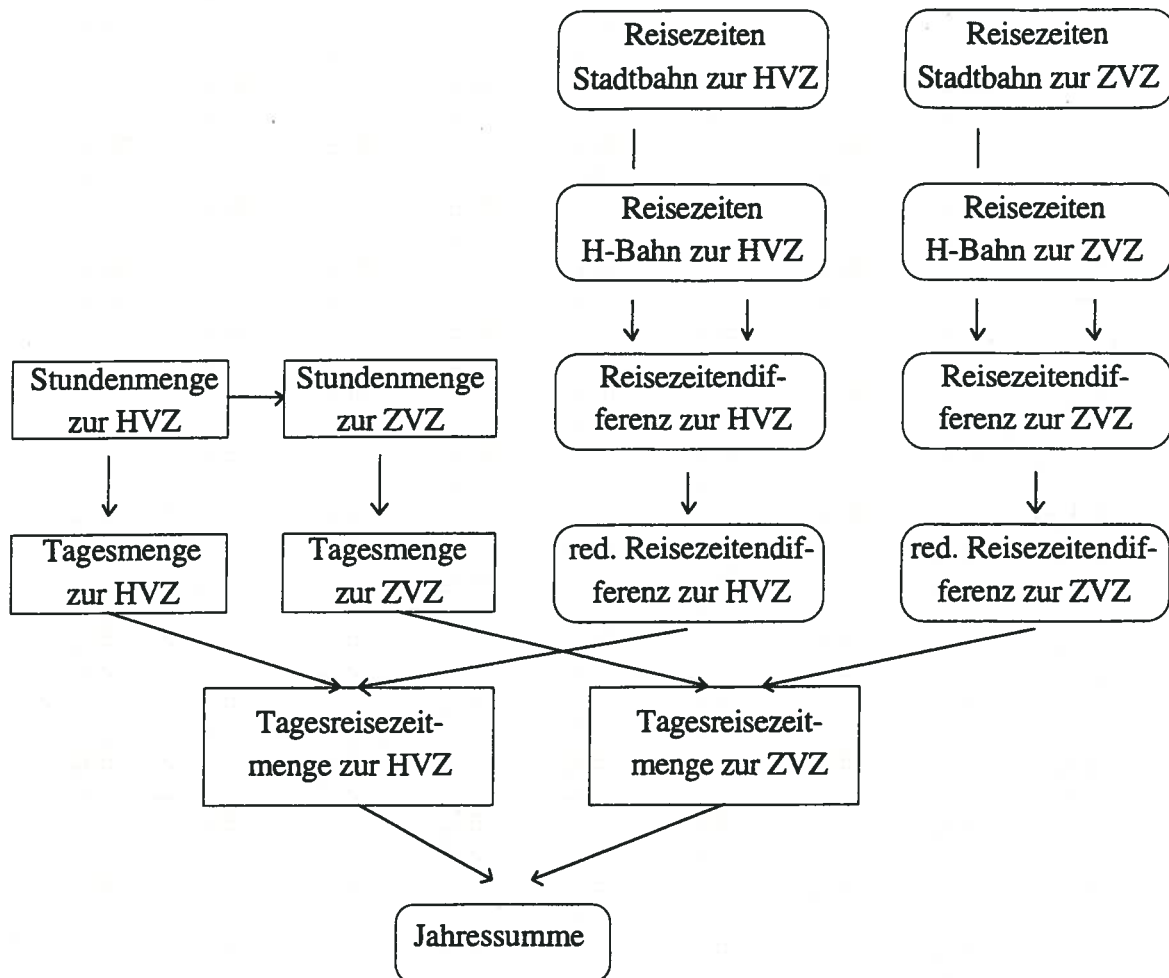
System	An- u. Abmarschzeit	Stationszeit	Wartezeit	Fahrzeit	Stationszeit	Umsteigezeit
H-Bahn	entfällt	20 Sekunden f. den Höhenunterschied	1/2 Takt	inkl. Haltestellen	20 Sekunden f. den Höhenunterschied	60 Sek.
Stadtbahn	entfällt	entfällt	1/2 Takt	inkl. Haltestellen	entfällt	60 Sek.

**Tabelle 1:** Berechnung der Reisezeiten

Für die Berechnung der Reisezeiten ergaben sich jedoch auch **Sonderfälle**. Darunter fallen die Umsteigebeziehungen zur Tramlinie 11 und Tramlinie 14 und zur S-Bahn Oerlikon, sowie die Verknüpfung der Messe und des Zentrums Oerlikon mit den beiden Systemen. Diese Fälle wurden einzeln betrachtet und berechnet. Dabei liegt im Prinzip wieder obiges Vorgehen zu Grunde. Für die Umrechnung der Distanzen zu Wegezeiten wurde eine Fussgängergeschwindigkeit von 4 km/h angenommen (entsprechend der Standardisierten Bewertung). Die Berechnung der **Sonderfälle** ist im Anhang, Tabelle A2, aufgeführt.

### 3.5 Berechnung

Die Berechnung der Jahressummen der Reisezeiten ist im nachfolgenden Schema vereinfacht dargestellt.



**Abbildung 3:** Berechnung der Reisezeitdifferenz

Die Berechnung der Jahressumme der Reisezeiten erfolgt in insgesamt 8 Schritten.

1. Die Reisezeiten der ausgewählten Wegebeziehungen werden gemäss obiger Vorgehensweise (Kap. 3.4) für die H-Bahn und die Stadtbahn zur Hauptverkehrszeit berechnet (vgl. Tabelle A3 und A4 im Anhang).
2. Geänderte Taktfolgen und andere Haltestellenaufenthalte machen auch eine erneute Berechnung der Reisezeiten für die Zwischenverkehrszeit notwendig (vgl. Tabelle A5 und A6 im Anhang).
3. Aus den Reisezeiten der Stadtbahn und Hochbahn wird getrennt für die Hauptverkehrszeit und Zwischenverkehrszeit für jede Wegebeziehung die Differenz gebildet. Im vorliegenden Fall wurden von den Reisezeiten der Stadtbahn die der H-Bahn subtrahiert. Es ergeben sich damit zwei Tabellen zur Reisezeitdifferenz (vgl. Tabelle A7 und A8 im Anhang).
4. Die sich aus der Subtraktion ergebenden Reisezeiten sollen in die weitere Bewertung nicht gleichwertig eingehen. Eine Reisezeitdifferenz von beispielsweise 15 Sekunden ist anders zu

bewerten als eine Differenz von 200 Sekunden oder sechs Minuten. In der Standardisierten Bewertung ist ein sogenannter Reduktionsfaktor für Zeitdifferenzen unter fünf Minuten vorgesehen. Zeitdifferenzen unter 5 Minuten werden mit der Formel

$$s^2 / 5 \text{ min} \quad (s \text{ gleich Zeitdifferenz in Minuten})$$

umgerechnet. Zeitdifferenzen über 5 Minuten gehen unverändert in die weitere Berechnung ein. Aus den Tabellen A7 und A8 werden mittels der Umrechnungsformel die Tabellen der transformierten bzw. reduzierten Zeitdifferenz Tabelle A9 und A10 gebildet.

5. Die modifizierte Pendlermatrix (Tabelle A1) liegt lediglich für die Hauptverkehrszeit vor. Aus den Vorgaben des ZVV lässt sich entnehmen, dass für die Zwischenverkehrszeit mit einem nur noch dreissigprozentigen Aufkommen der Hauptverkehrszeit gerechnet wird. Mittels Multiplikation mit dem Faktor 0.3 lässt sich aus der Tabelle A1 die Tabelle A11 (s. Anhang) bilden, die nun die Mengenmatrix für die Zwischenverkehrszeit ergibt.
6. Die beiden Pendlermatrizen werden im nächsten Arbeitsschritt auf Tagesmengen umgerechnet. In den verkehrlichen Vorgaben des ZVV wird von 4.5 Stunden Hauptverkehrszeit und 7.5 Stunden Zwischenverkehrszeit am Werktag ausgegangen. Mit den Faktoren 4.5 bzw. 7.5 können aus den beiden Stundenmatrizen die jeweiligen Tagesmatrizen gebildet werden. Sie liegen als Tabellen A12 und A13 im Anhang vor.
7. Die Verknüpfung der Zeitmatrizen und Mengenmatrizen erfolgt in diesem Arbeitsschritt. Die Matrix der transformierten Zeitdifferenz wird für jede Wegebeziehung mit der entsprechenden Zelle der Mengenmatrix multipliziert. Für die Hin- und Wegangaben jeder Wegebeziehung wird dabei jeweils die gleiche Reisezeit eingesetzt. Dieser Arbeitsschritt wird analog für die Zwischenverkehrszeit durchgeführt. Daraus ergeben sich die Zeitmengenmatrizen A14 und A15.
8. Über die Werte dieser beiden Matrizen wurde jeweils die Gesamtsumme gebildet. Es ergibt sich dabei für die Zeitmengenmatrix der Hauptverkehrszeit eine Tagessumme von 573,4 Stunden und eine Tagessumme von knapp 49 Stunden bei der Zwischenverkehrszeit. Um von diesen Tagessummen auf eine Jahressumme zu kommen, ist die Verwendung von Umrechnungsfaktoren nötig. Um den restlichen Verkehrszeiten, den Rand- und Nebenverkehrszeiten Rechnung zu tragen, wird die Stundensumme der Zwischenverkehrszeit mit dem Faktor 2 multipliziert. Die Summe daraus wird zur Stundensumme der Hauptverkehrszeit addiert. Anschliessend wird die Summe aus Hauptverkehrszeit und doppelter Zwischenverkehrszeit mit dem Faktor 310 (Anzahl Werktage pro Jahr) multipliziert, um auf die Jahressumme zu kommen. Die Rechnung

$$(\text{Tagessumme der HVZ} + (2 * \text{Tagessumme der ZVZ})) * 310 = \text{Jahressumme}$$

bringt hier ein Ergebnis von 208020 Stunden.

Die wichtigsten Resultate der Reisezeitberechnung, die sich aus den Matrizen (vgl. Tabellen im Anhang) ergeben, sind weiter:

- Anzahl Wege: 90942 Wege pro Tag
- die mittlere Weglänge: 2.75 km
- mittlere Fahrzeit: ca. 6.6 Minuten
- Durchschnittsgeschwindigkeit: Stadtbahn und H-Bahn ca. 25 km/h

## 4 Bewertung

Die Bewertung der beiden Systeme erfolgt anhand von monetären, monetarisierbaren und weiteren, nicht monetarisierbaren Indikatoren. Unter monetären Indikatoren versteht man dabei jene Kosten, die bereits in ihrer ursprünglichen Masseinheit in Franken vorliegen und direkt in eine Kosten/Nutzenrechnung eingehen können. Dies sind z.B. die Kosten für Landkauf. Monetarisierbare Indikatoren sind solche, die ursprünglich nicht in der Einheit Franken gemessen werden können, mittels gängiger Verfahren in Frankenbeträge umgerechnet werden können und danach direkt in die Kostenrechnung eingehen. Im vorliegenden Fall ist das die in Frankenbeträge umgerechnete Zeitersparnis der H-Bahn gegenüber der Stadtbahn (und umgekehrt).

Unter den nicht monetarisierbaren Indikatoren sind alle Bewertungskriterien zu verstehen, die nicht in die Einheit Franken umgerechnet werden können. Eine Umrechnung ist zumeist nicht möglich, weil eine Quantifizierung des Kriteriums nicht eindeutig vollzogen werden kann. Dies gilt z.B. für Kriterien wie das Sicherheitsgefühl der Fahrgäste oder die städtebauliche Integration der Systeme.

Im weiteren Vorgehen werden zuerst die monetären und monetarisierbaren Indikatoren behandelt und zu einem volkswirtschaftlichen und einem betriebswirtschaftlichen Beurteilungskriterium zusammengefasst. Anschliessend werden die Wirkungen der Systeme auf die nicht monetarisierbaren Indikatoren beschrieben und gewertet.

### 4.1 Monetäre und monetarisierbare Indikatoren

#### 4.1.1 Investitionen

Die Investitionen setzen sich zusammen aus den Kosten für den Landkauf und die Anlageinvestitionen. Die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Werte beruhen auf Angaben, die von den beauftragten Ingenieurbüros im Vorfeld erarbeitet wurden. Zusätzlich gehen auch Angaben, die von den Systemanbietern direkt gemacht wurden, in die Tabelle ein. Die Daten wurden in den Projektgruppen vor allem hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Daten und ihrer Plausibilität diskutiert und geprüft, was zu einigen Revisionen der Daten führte. Die hier aufgeführten Daten sind das Ergebnis dieses Prozesses. Während der Bearbeitung der Daten wurden noch weitere Korrekturen der Datenvorgaben notwendig. **Diese Korrekturen wurden jeweils mit dem ZVV abgesprochen. Die Zahlen wurden somit gegenüber den Berichten der Büros SNZ, E+B, der VBZ und Siemens überarbeitet und können gegenüber diesen Differenzen aufweisen.**

**Investitionen in Mio. Fr.**

Kriterium	Indikator	Stadtbahn	H-Bahn
Landkosten für feste Anlagen	Kauf	70.57	39.68
	Nutzungsentschädigung	1.58	0.46
	zusätzlicher Landerwerb	5.7	0.48
	Summe Landkosten	77.85	40.62
Anlageinvestitionen	Trasse (Unterbau, Fahrbahn, Oberbau, Lärmschutz, Streckensicherung)	164.18	221.19
	Haltestellen (minimal notwendige Publikumsanlagen)	18.46	51.68
	Anpassung- und Folgekosten	109.84	43.52
	Rollmaterial	134.4	184.9
	Systemsteuerung	7.0	140.97
	Zentrale Anlage		
	Betriebsleitzentrale		0.326
	Energieversorgung	9.0	17.194
	Telekom		29.2
	Betriebshof	37.0	19.67
	Summe Anlageinvestitionen	479.88	709.0
	Summe Anlageinvestitionen und Landkosten	557.73	749.3

**Tabelle 2: Investitionskosten Vollausbau**

Während die Stadtbahn deutlich höhere Kosten im Bereich der Landkosten verzeichnet, sind bei den Anlageinvestitionen die Kosten der H-Bahn fast um die Hälfte höher als die der Stadtbahn.

**4.1.2 Jahreskosten****Monetäre Kosten und Nutzen**

In die monetären Jahreskosten gehen zwei Aspekte ein. Zum einen wird für das Kapital, das für die Investitionen erforderlich ist, die Verzinsung und Amortisation berechnet und als Kapitalkosten in die Jahreskosten eingerechnet. Zur Vereinfachung der Berechnung setzt die Verzinsung hier bei der Inbetriebnahme des Systems und nicht zu Baubeginn ein. Ansonsten entspricht die Berechnung der Verzinsung der schweizerischen Gesetzgebung zur Abschreibung. Dabei werden die Investitionen nach Anlageteilen über die jeweilige Abschreibungsdauer jährlich gleichbleibend mit der Hälfte des Zinssatzes (5.75%) verrechnet. Diese Methode entspricht der schweizerischen Praxis, sie wurde von der Projektleitung für die Basisrechnung vorgegeben. Weitere Ansätze und Methoden wurden im Rahmen der Sensitivitätstest verwendet (siehe Kap. 6).



Zum anderen gehen die Kosten für den Betrieb und Unterhalt des Systems als Betriebskosten in die Jahreskosten ein. (Des weiteren sind in den Jahreskosten auch die Vermeidungskosten zum Indikator Lärm enthalten.)

In der folgenden Tabelle sind für beide Systeme die Kapital- und Betriebskosten ausgewiesen.

**Jahreskosten in Mio. Fr.**

Kriterium	Indikator	Stadtbahn	H-Bahn
Kapitalkosten	Trasse	8.0	9.434
	Haltestellen	0.81	2.605
	Anpassungs- und Folgekosten	5.9	2.339
	Landkosten	4.476	2.335
	Rollmaterial	7.224	9.938
	Betriebshof	1.624	1.057
	Leitzentrale		0.022
	Telekommunikation		2.007
	Systemsteuerung	0.481	9.692
	Energieversorgung	0.531	1.015
	<b>Summe Kapitalkosten</b>	<b>29.055</b>	<b>40.448</b>
Betriebskosten	Feste Anlagen		
	- Fahrweg	2.3	0.5717
	- Haltestellen		0.231
	- Energieversorgung		0.1944
	- Leitstelle		0.0015
	- Betriebshof	0.713	0.0813
	- Betriebssystem		0.47
	- Telekom		0.115
	Rollmaterial	5.38	2.42
	Energie und übrige Verbrauchsstoffe	1.885	2.1741
	Personalkosten		
	- Fahrpersonal	8.179	
	- Verwaltungspersonal	1.26	0.76
	- Betriebspersonal		
	Leitung	0.95	0.335
	Führung		1.155
Instandhaltung Fahrzeuge		2.787	
Störfallbehebung		3.238	
- Unterhaltspersonal feste Anlagen	1.7	1.336	
	<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>22.367</b>	<b>15.87</b>
	<b>Summe Kapitalkosten</b>	<b>29.055</b>	<b>40.448</b>
	<b>Summe Jahreskosten</b>	<b>51.422</b>	<b>56.318</b>

**Tabelle 3: Jahreskosten Vollausbau**

Es zeigen sich für die beiden Systeme grosse Unterschiede hinsichtlich ihrer Kostenanteile. Diese entfallen bei der Stadtbahn ungefähr zur Hälfte auf Kapitalkosten und Betriebskosten. Bei der H-Bahn sind die Anteile in etwa fünf zu zwei verteilt.

## Monetarisierbare Kosten und Nutzen

Unter monetarisierbare Kosten fällt hier die Reisezeitdifferenz zwischen der H-Bahn und der Stadtbahn. Die Berechnung der Reisezeitdifferenz ergab eine Jahressumme von 208'020 Stunden zu Ungunsten der Stadtbahn (vgl. Kapitel 3.5). Diese Stundensumme kann gemäss Standardisierter Bewertung mit einem für die Schweiz adaptierten Ansatz von 21,- Franken pro Stunde monetarisiert werden.

$$208020 * 21,- \text{ Fr.} = 4.368 \text{ Mio. Fr.}$$

Der Wert von 4.368 Millionen Franken kann als Nutzensvorteil der H-Bahn gegenüber der Stadtbahn bzw. als Kostennachteil der Stadtbahn interpretiert werden.

In diesem Betrag ist ebenfalls die Wirkung des Indikators "Betriebsunregelmässigkeiten infolge von allgemeinen Störungen im Mischverkehrsbereich" (siehe Indikator 2, Kap. 4.2.1) enthalten.

### 4.1.3 Beurteilungsindikatoren

Die Beurteilung der obigen Kosten ist dabei sowohl aus volkswirtschaftlicher als auch betriebswirtschaftlicher Sicht möglich. Die Beurteilung soll hier jeweils auf der Basis Jahreskosten für den Vollausbau des Mittelverteilers und getrennt für die 1. Etappe durchgeführt werden. Im Sinne der Standardisierten Bewertung ist dabei die volkswirtschaftliche Betrachtung für den Vollausbau zunächst die entscheidende. Schafft diese nicht eindeutige Klarheit, so wird die betriebswirtschaftliche Bewertung, die Gesamtbewertung und die Beurteilung der Ausbaustufen zur Entscheidungsfindung herangezogen.

#### 4.1.3.1 Vollausbau Mittelverteiler Glattal

In die volkswirtschaftliche Betrachtung gehen die Faktoren Kapitalkosten, Betriebskosten und Zeitnutzenindikator ein. Der Zeitnutzenindikator wird hier als Vorteil der H-Bahn gerechnet und von den Jahreskosten der H-Bahn subtrahiert.

#### Volkswirtschaftlicher Indikator (in Mio. Fr. pro Jahr)

	Stadtbahn	H-Bahn
Kapitalkosten	29.055	40.448
Betriebskosten	22.367	15.870
Zeitnutzendifferenz		-4.368
Summe	51.422	51.950

Tabelle 4: Volkswirtschaftlicher Indikator Vollausbau

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind die Jahreskosten für die Stadtbahn und die H-Bahn nahezu identisch.

#### Betriebswirtschaftlicher Indikator (in Mio. Fr. pro Jahr)

	Stadtbahn	H-Bahn
Kapitalkosten	29.05	40.45
Betriebskosten	22.37	15.87
Summe Jahreskosten	51.42	56.32

**Tabelle 5:** Betriebswirtschaftlicher Indikator Vollausbau

Um den höheren Fehlbetrag der H-Bahn auszugleichen, müssten die Jahreskosten um 4.9 Millionen reduziert werden, was einem á fonds perdu Kapitalzuschlag in der Höhe von ca. 90 Millionen Franken entsprechen würde.

#### 4.1.3.2 Ausbau 1. Etappe

Die für die 1. Etappe im folgenden eingesetzten Daten sind analog zu den Werten der Phase Vollausbau berechnet worden. Dies gilt für die Daten der Kapital- und Betriebskosten (vgl. Tabelle A30 und A31 im Anhang) und insbesondere für die Reisezeitdifferenz von H-Bahn und Stadtbahn (vgl. Tabelle A16 bis A29 im Anhang). Diese wurde gemäss der im Kapitel 3 für den Endausbau beschriebenen Vorgehensweise auch für die 1. Etappe durchgeführt. Während der Bearbeitung ergaben sich verschiedene Korrekturen hinsichtlich der Daten der Kriterienliste, die entsprechend mit dem ZVV abgeklärt wurden.

#### Volkswirtschaftlicher Indikator (in Mio. Fr. pro Jahr)

	Stadtbahn	H-Bahn
Kapitalkosten	15.77	24.21
Betriebskosten	8.75	9.55
Zeitnutzendifferenz		- 2.48
Summe	24.52	31.28

**Tabelle 6:** Volkswirtschaftlicher Indikator 1. Etappe

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die Stadtbahn in der 1. Etappe das klar wirtschaftlichere System. Die jährlichen Mehrkosten für die H-Bahn belaufen sich auf 6.76 Millionen Franken.

**Betriebswirtschaftlicher Indikator (in Mio. Fr. pro Jahr)**

	Stadtbahn	H-Bahn
Kapitalkosten	15.77	24.21
Betriebskosten	8.75	9.55
Summe Jahreskosten	24.52	33.76

**Tabelle 7: Betriebswirtschaftlicher Indikator 1. Etappe**

Die Differenz der Jahreskosten ist in der 1. Etappe deutlicher ausgeprägt. Die H-Bahn hat hier um 9.24 Millionen höhere Jahreskosten als die Stadtbahn.

In der 1. Etappe müsste die H-Bahn mit einem einmaligen Betrag von ca. 170 Millionen Franken unterstützt werden, um eine Angleichung der Jahreskosten an diejenigen der Stadtbahn zu erreichen.

**4.2 Nichtmonetarisierbare Indikatoren**

Im Kapitel 4.2 werden jene Indikatoren angesprochen, die nicht monetären Charakter haben und für die es meist nicht sinnvoll erscheint, sie zu monetarisieren. In den Kapiteln 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3 sind verschiedene Indikatoren nach den Gruppen "benutzerrelevant", "betrieblich" und "allgemeinheitsbezogen" zusammengefasst. Die Frage der städtebaulichen Integration wurde besonders intensiv untersucht und im Kapitel 4.2.3 als Indikator 15 behandelt.

**4.2.1 Benutzerrelevante Indikatoren****Indikator 1 "Fahrzeugkomfort"**

Den Vorgaben entsprechend (max. 2 Stehplätze pro m<sup>2</sup>) resultieren bei beiden Systemen sehr hohe Sitzplatzanteile:

- H-Bahn 71 %
- Stadtbahn 61%

Die Hochrechnung der absolut angebotenen Sitzplätze ergibt für beide Systeme vergleichbare Werte.

Der Höhenunterschied zwischen der Haltestellenunterkante und dem Wagenboden beträgt

- 1 cm bei der H-Bahn
- 15 cm bei der Stadtbahn

Beide Werte lassen ein komfortables und zügiges Ein- und Aussteigen zu. Zudem sind die meisten Niederflurwagen der Stadtbahnen in den Türbereichen mit Anrampung versehen, was den 15 cm hohen Tritt auf 5 bis 10 cm reduziert. Somit können auch Rollstuhlfahrer und -

fahrerinnen ohne fremde Hilfe "ein- und aussteigen". Trotzdem kann der Idealwert der H-Bahn in diesem Punkt durch die Stadtbahn nicht ganz erreicht werden.

Für die Beschreibung des Fahrgastwechsels wird die Messgrösse Anzahl Personen pro Laufmeter Tür verwendet. Die Werte betragen

- 15.38 Pers./m für die H-Bahn
- 19.8 Pers./m für die Stadtbahn.

Beide Werte sind im Quervergleich zu heute üblichen Systemen sehr günstig. Vor dem Hintergrund der bei der Stadtbahn zur Hauptverkehrszeit gut doppelt so lang kalkulierten Türöffnungszeit dürfte sich ein vergleichbarer Komfort beim Umsteigen ergeben.

Der Aufstieg bzw. Abstieg zu den Plattformen der H-Bahn wurde durch einen Zuschlag von je 20 Sekunden in den Reisezeitenberechnungen berücksichtigt und monetarisiert. Er ist damit hier nicht weiter zu berücksichtigen.

#### **Beurteilung Indikator 1 "Fahrzeugkomfort":**

Beiden Systeme wird bezüglich der angebotenen Sitzplätze und des Ein- und Aussteigens ein ausserordentlich hoher Komfort attestiert. Bezüglich des stufenlosen Eintritts bleibt die H-Bahn unerreicht. Die Abweichungen in den Beurteilungsgrössen ergeben einen geringen Vorteil der H-Bahn, jedoch nicht in systemwahlrelevantem Ausmass.

#### **Indikator 2: "Betriebsunregelmässigkeiten infolge von allgemeinen Störungen im Mischverkehrsbereich"**

Neben den Betriebsstörungen, die bei beiden Systemen auftreten können, ist bei der Stadtbahn auf den die Stadt durchlaufenden Linien mit einem erhöhten Störungseintrag zu rechnen. Dies ergibt sich, da der Mischflächenanteil im Stadtnetz relativ hoch ist und dadurch vermehrt Unfälle und Behinderungen auftreten können. Diesem Umstand wurde gemäss Beschluss der Projektleitung bei den Fahrzeitermittlungen dadurch Rechnung getragen, dass den durchlaufenden Zügen der Linie 11 (aus Richtung Stadt) modellmässig zwei Minuten Pufferzeit auferlegt wurden, was sich in den Fahrzeiten der durchfahrenden Passagiere niederschlägt und somit als monetarisierte Fahrzeitverlust im volkswirtschaftlichen Beurteilungsindikator in Erscheinung tritt.

#### **Beurteilung Indikator 2 "Betriebsunregelmässigkeiten infolge von allgemeinen Störungen im Mischverkehrsbereich":**

Die Unregelmässigkeiten infolge von Unfälle und Störungen bei der Stadtbahn sind als monetarisierte Grösse in den volkswirtschaftlichen Beurteilungsindikator zu Ungunsten der Stadtbahn eingeflossen.

### **Indikator 3: "Sicherheitsgefühl der Benutzer"<sup>2</sup>**

Die subjektiv-emotionale Sicherheit bezieht sich auf das Empfinden der Fahrgäste, d.h. "sich sicher fühlen", Geborgenheit und Wohlbefinden. Die Stadtbahn hat pro Zug stets einen Fahrer, der - wenn auch in weitgehend geschlossener Fahrerkabine und bei Doppeltraktion nur im Vorderwagen - "da" ist, während "Geisterzüge" noch immer ein Unsicherheitsgefühl auslösen. Dieses Problem wurde bekanntlich im Zürcher Raum vorerst bei den "unbemannten" S-Bahnzügen (der Lokführer "zählt" dabei praktisch nicht) und dann allgemein im Schienenregionalbereich heiss diskutiert und ist aus vollautomatischen Systemen (Seilbahn Rigiblick, öffentliche Lifts, automatische Nahverkehrsbahnen im Ausland) bestens bekannt.

Da:

- zum Unsicherheitsgefühl auch Schmierereien, Pöbeleien, Vandalismus etc. wesentlich beitragen
- der/die einzelne Zugbegleiter(in) im Ernstfall kaum etwas ausrichten kann

hat sich in Zürich und auch im Ausland der sporadische Einsatz speziell geschulter, mindestens in Zweierpatrouille auftretenden Sicherheitsleute als Bestlösung durchgesetzt<sup>3</sup>. Dies verschiebt das Unsicherheitsgefühl zu den potentiellen Tätern, insbesondere dann, wenn - wie bei der H-Bahn - speziell "anfällige" Anlagenteile wie Stationen mittels Videokameras überwacht werden.

#### **Beurteilung Indikator 3 "Sicherheitsgefühl der Benutzer":**

Trotzdem und auch zufolge der Hochlage sowie der "ungewohnten" Technik wird im Bereich der subjektiven Sicherheit die Stadtbahn eher im Vorteil sein, jedoch nicht in systemwahlentscheidender Weise.

### **4.2.2 Betriebsrelevante Indikatoren**

#### **Indikator 4: "Erfahrungen mit den Systemen"**

Zu den Kosten und zum Betrieb von Strassenbahnsystemen sowie dem Verhalten der Fahrgäste gibt es in Zürich langjährige Erfahrungen. Auch die vorgesehene Niederflurtechnik ist bereits seit mehreren Jahren in vielen Städten und in vergleichbaren Einsatzgebieten erprobt. Aus diesem Grund ist beim System Stadtbahn kaum mit negativen Überraschungen zu rechnen.

Das H-Bahn-System wird in einer kleinen Anlage im Universitätsumfeld von Dortmund betrieben, wo alle systemrelevanten Elemente nach einer gewissen Einführungsphase einwandfrei ihre Tauglichkeit unter Beweis gestellt haben. Trotzdem ist die Frage der Übertragbarkeit der Erfahrungen aus Dortmund, wo drei einzelne und gegenüber dem Projekt in Zürich kleinere Fahrzeuge in einem überschaubaren Rahmen im Einsatz stehen, schwierig zu beantworten.

<sup>2</sup> Autor des Texts zum Indikator 3 ist Prof. Brändli, IVT der ETH Zürich

<sup>3</sup> Dieses Personal wäre bei der Abschätzung des Betriebsaufwandes der H-Bahn zusätzlich nachzutragen. Im Stadtbahnfall wird diese Funktion durch die (kostenmässig berücksichtigten) Kontrolleurpatrouillen wahrgenommen

Die wichtigsten Unterschiede zwischen den Systemen in Dortmund und dem Projekt "Mittelverteiler Glattal" betreffen folgende Punkte:

	Dortmund	Glattal
Äussere Einbettung	stark universitätsbezogen (kein Nachtbetrieb)	allgemeiner Stadtverkehr (mit Nachtbetrieb)
Betriebsart	Taktbetrieb / zum Teil Rufbetrieb auf kurzen Strecken	dichter Fahrplan mit geringer Zeitreserve auf langen Strecken
Fahrzeuge	kleinere Einzelfahrzeuge	grössere Fahrzeuge in Doppeltraktionen
Fahrzeugmenge	3	72

**Tabelle 8:** Erfahrung mit dem System H-Bahn

**Beurteilung Indikator 4 "Erfahrungen mit den Systemen":**

Gegenüber der Stadtbahn ist die H-Bahn ein System, dessen einzelne Elemente weitgehend praxiserprobt sind, das jedoch in dieser Grössenordnung und Betriebsweise neu ist. Insofern kann ein gewisses Risiko (das wohl auf die Kosten durchschlagen könnte) bei der Systemwahl H-Bahn als "Mittelverteiler Glattal" nicht ausgeschlossen werden. Diese Unsicherheit könnte nur vernachlässigt werden, wenn das System H-Bahn bei der volkswirtschaftlichen Beurteilung oder bei anderen massgebenden Indikatoren insgesamt deutlich besser abschneiden würde als die Stadtbahn.

**Indikator 5: "Kapazitätsreserven des Systems"**

Die Kapazitäten der Systeme auf längeren Streckenabschnitten wurden - unter der Vorgabe von 2 Personen pro m<sup>2</sup> für die Stehplätze - folgendermassen angenommen:

- Stadtbahn: 35 Kurse à 187 = 6.545 Personen
- H-Bahn: 60 Kurse à 80 = 4.800 Personen

Bei diesen Werten ist bei der H-Bahn eine Systemgrenze erreicht, die nur durch eine Niveauentflechtung beim Knoten Ambassador oder durch ein vorsorgliches Spreizen des Fahrwegs und das Umbauen der Haltestellen auf Dreiwagenzüge überschritten werden könnte.

Im Falle der Stadtbahn kann nicht von einer strengen Systemgrenze gesprochen werden. Allerdings muss bei dichteren Kursfolgen im Stadtbahnbetrieb zunehmend mit gegenseitigen Behinderungen gerechnet werden.



**Beurteilung Indikator 5 "Kapazitätsreserven des Systems":**

Beide Systeme erfüllen die gestellten Aufgaben. Die Stadtbahntrasse weist darüber hinaus im vorgesehenen Ausbau weitere Reserven auf, was sich allenfalls als Vorteil erweisen könnte. Der Vorteil der Stadtbahn liegt über den geforderten Werten und ist deshalb nicht als systemwahlentscheidend zu beurteilen.

**Indikator 6: "Möglichkeiten der Etappierbarkeit"**

Das System H-Bahn ist in Etappen erstellbar. Allerdings zeigt die Zusammenstellung der Daten zu den monetarisierbaren Beurteilungsindikatoren für die 1. Etappe (Oerlikon, TV-Studio, Flughafen) (vgl. Kapitel 4.1.3.2), dass dies nicht ratsam ist, denn beim System H-Bahn sind die Einstiegskosten sowohl bezüglich der Investitionen als auch bezüglich des Betriebs ausserordentlich hoch. Erst bei Erreichen des Vollausbaus beginnen die innerbetrieblichen Synergien zu greifen. Dieser Effekt ist typisch für die Einführung eines neuen Systems, das insbesondere im Bereich der zentralen Anlagen (Systemsteuerung, Betriebshof, Werkstätten) einen hohen Einstiegspreis verlangt. Dabei ist darauf zu verweisen, dass im Fall Vollausbau sowohl der Vollausbau des "Mittelverteilers Glattal" als auch die weitgehende Überbauung der Bauzonen (mit der entsprechenden Verkehrserzeugung) zu Grunde gelegt worden sind<sup>4</sup>. Dementsprechend ist bei der ersten Etappe ein reduzierter Ausbaugrad der Bauzonen unterstellt.

Beim System Stadtbahn handelt es sich um die Ausweitung eines bestehenden Netzes. Entsprechend wachsen die Investitionskosten und die Betriebskosten mehr oder weniger proportional zum Netzausbau und zur Angebotsdichte. Deshalb wäre beim System Stadtbahn eine Realisierung der 1. Etappe oder eines Teils davon aus wirtschaftlichen Gründen durchaus vertretbar.

**Beurteilung Indikator 6 "Möglichkeiten der Etappierbarkeit":**

Die Frage nach der Etappierbarkeit deckt erhebliche Unterschiede zwischen den Systemen Stadtbahn und H-Bahn auf. Sollte die zügige Finanzierung des Vollausbaus nicht geklärt sein, so ergäbe sich daraus ein sehr ernst zu nehmender Nachteil für das System H-Bahn, der systemwahlentscheidenden Charakter annehmen könnte. (Siehe dazu auch die Tabellen zu den monetarisierbaren Bewertungsindikatoren der 1. Etappe in Kapitel 4.1.3.2.)

**Indikator 7: "Erweiterungsmöglichkeit"**

Die Stadt Kloten erwägt zur Zeit die Verlängerung des Mittelverteilers Glattal als "Feinverteiler" durch ihre Gebiet. Noch bestehen keine klaren planerischen Vorstellungen, dennoch ist davon auszugehen, dass es möglich sein wird, für beide Systeme H-Bahn und Stadtbahn befriedigende Lösungen zu finden. Ebenso wird erwogen, zu einem späteren Zeitpunkt das Limmattal und das Glattal mit einem "Grobverteiler" zu verbinden. Dabei stellt sich die Frage, ob die Systeme H-Bahn bzw. Stadtbahn für eine solche Funktion geeignet wären.

<sup>4</sup> heute: 7'800 Einwohner und 42'800 Arbeitsplätze  
 Erste Etappe: 3'900 Einwohner und 15'500 Arbeitsplätze mehr als heute  
 Vollausbau: 6'450 Einwohner und 29'000 Arbeitsplätze mehr als heute

Dafür sind die folgenden Kriterien von Bedeutung:

	Stadtbahn	H-Bahn
maximale Streckengeschwindigkeit	70 km/h	50 km/h
maximale Kapazität (entsprechend Annahmen "Mittelverteiler Glattal")	6545 Pers.	4800 Pers.

**Tabelle 9:** Erweiterungsmöglichkeiten der Systeme

Hier ist zu sagen, dass beide Systeme in der Lage sind, für eine solche Aufgabe durch Zugbildung die Kapazitäten zu erhöhen. Trotzdem ergibt sich für die Funktion des Grobverteilers aus Gründen der höheren Streckengeschwindigkeit ein erheblicher Vorteil für den Einsatz der Stadtbahn, die sich zudem ohne eine relativ aufwendige Dreiecksstruktur (die bei der H-Bahn 12 Weichen oder ein anderes aufwendiges Bauwerk erfordert) in das bestehende Netz einfügen lässt.

**Beurteilung Indikator 7 "Erweiterungsmöglichkeit":**

Bezüglich der Verlängerung des "Mittelverteilers Glattal" als Feinverteiler nach Kloten sind die beiden Systeme gleichwertig. Bezüglich einer Verbindung als Grobverteiler ins Limmattal dürfte die Stadtbahn vorteilhafter sein. Dennoch hat dieser Vorteil für den Systementscheid keine grosse Bedeutung, da selbst bei der Realisierung des "Mittelverteilers Glattal" als H-Bahn die Realisierung des "Grobverteilers Glattal - Limmattal" mit einer anderen Technik nichts im Wege stehen würde.

#### 4.2.3 Für die Allgemeinheit relevante Indikatoren

##### Indikator 8: "Objektive Sicherheit"<sup>5</sup>

Der Begriff der rational-objektiven Sicherheit bezieht sich auf das Produkt von Eintreffenswahrscheinlichkeit und potentiellen Folgen eines unerwünschten, "gefährlichen" Ereignisses und umschreibt das Risiko ohne Rücksicht auf menschliche "Unsicherheitsgefühle". In diesem Bereich sind zu unterscheiden:

- Unfälle mit Dritten. Hier ist die H-Bahn mit völliger Eigentrassierung und Bahnsteigtüren naturgemäss im Vorteil. Bei der Stadtbahn lauern Gefahren erstens durch unerlaubtes Begehen/Befahren eigener Trassen auf Strassenebene, zweitens an den ebenerdigen (signalgesteuerten) Knoten und drittens hinsichtlich gleisquerender Fussgänger im Haltestellenbereich.

<sup>5</sup> Autor des Texts zum Indikator 8 ist Prof. Brändli, IVT der ETH Zürich

- Fussgängerunfälle beim Haltestellenzugang. Je nach Detailgestaltung (Überqueren von Fahrbahnen, Treppen, Lifts zur H-Bahn) dürften sich die beiden Systeme etwa die Waage halten.
- Kollisionen/technische Pannen innerhalb des Systems. Hier stehen sich ein manuell bedientes System mit Fahrt auf Sicht und eine vollautomatische Bahn ohne "Wagenführer" gegenüber. Die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen ist bei der H-Bahn kleiner, diejenige von technischen Pannen - welche zum sicheren Anhalten führen - grösser. In Folge der Hochlage der H-Bahn ist die Bergung von Fahrgästen aus "steckengebliebenen" Zügen problematischer, kann jedoch dank entsprechender System- und Rettungsauslegung als sicher angenommen werden.

#### **Beurteilung Indikator 8 "Objektive Sicherheit":**

Gesamthaft ergibt sich im Bereich der rational-objektiven Sicherheit ein Vorteil der H-Bahn, der aber keinesfalls entscheidend ist.

#### **Indikator 9: "Lärmimmissionen"**

Der Lärm wird nur im Bereich zwischen dem Knoten "Stelze" und der Bahnüberquerung in Glattbrugg bedeutsam. Dort sehen die Projekte für beide Systeme die Umwidmung einer Wohnliegenschaft vor. Die entsprechenden (identischen) Kosten sind in den Anlagekosten enthalten und fliessen (systemneutral) in den volkswirtschaftlichen und in den betriebswirtschaftlichen Beurteilungsindikator ein.

Das "Lärmband" ist bei der Stadtbahn breiter als bei der H-Bahn, die ihrerseits den Lärm aus einer "ungewohnten" Höhe emittiert. Bezüglich des Lärms haben beide Systeme punktuell kleine Vorteile und Nachteile, die im Gemisch der verschiedenen Lärmimmissionen der betroffenen Strassenräume schwierig zu werten sind. Insgesamt wird ein kleiner Vorteil für die H-Bahn erwartet.

#### **Beurteilung Indikator 9 "Lärmimmissionen":**

Eine erhebliche Beeinträchtigung einer Wohnliegenschaft kommt bei beiden Systemen (in systemneutraler Weise) vor, sie ist in der Form von Vermeidungskosten in die Beurteilungsindikatoren eingeflossen. Darüber hinaus dürften bei der H-Bahn gegenüber der Stadtbahn die Vorteile der generell geringeren Emissionen die Nachteile der höheren Lage der Emissionsquellen übertreffen. Dieser Vorteil der H-Bahn ist jedoch für die Systemauswahl nicht ausschlaggebend.

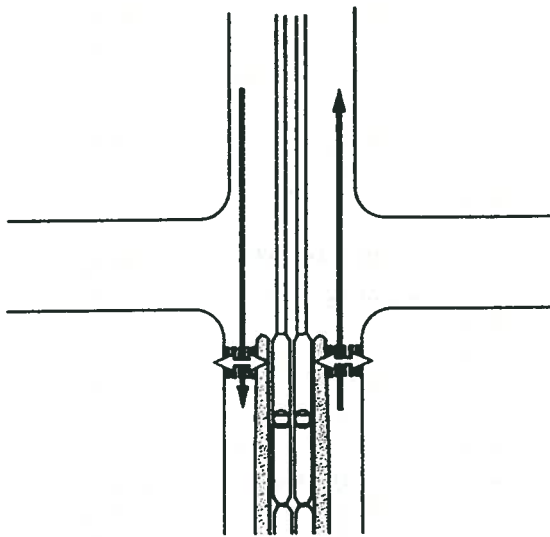
#### **Indikator 10: "Folgewirkungen auf die Kapazitäten für den Strassenverkehr"**

Die Folgewirkungen des Mittelverteilers Glattal auf die Kapazitäten für den Strassenverkehr ergeben sich einerseits aus den Fahrbahnquerungen der Züge (nur im Fall der Stadtbahn) und aus den zusätzlichen Fussgängerquerungen beim Zu- bzw. Wegmarsch zu/von den Haltestellen. Da es beim System H-Bahn in der vorgesehenen Höhenlage (ca. 5 bis 6 Meter über dem

Strassenniveau) nicht möglich ist, den Zugang zum Mittelperron auf dem Plattformniveau als Passarelle zu schaffen, liegen die Zu/Wegmarschwege - genau wie bei der Stadtbahn - in der Regel auf dem Strassenniveau. Der Zugang zu den H-Bahn-Haltestellen mit einer Passarelle über dem Strassenniveau ist erst aus der doppelten Höhenlage (ca. 8 bis 9 Meter über dem Strassenniveau) möglich.

Bezüglich der Kapazitätsbeeinflussung stellt sich immer die Frage nach dem massgebenden "Kettenglied". In der Regel sind die Knoten (und nicht die Strecke) massgebend und in den Knotenbereichen die Konfliktströme zu den Hauptströmen. Demnach existieren die folgenden typischen Fälle:

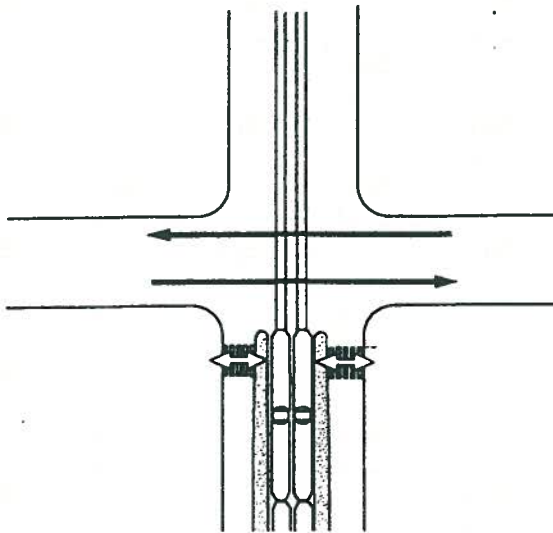
- Fall A: Trasse parallel zum Hauptstrom des MIV



**Abbildung 4: Knotenbereich: Fall A**

Dies ist der häufigste Fall. Die Stadtbahn läuft "im Schatten des Hauptstroms". Massgebend sind die Fussgängerströme von und zur Haltestelle.

- Fall B: Trasse senkrecht zum Hauptstrom des MIV



**Abbildung 5:** Knotenbereich: Fall B

Dieser Fall kommt nur einmal vor. Die Fussgängerströme von und zur Haltestelle verlaufen "im Schatten des Hauptstromes". Massgebend sind die Stadtbahnpassagen.

- Fall C: Mischformen der beiden Grundtypen

Auf dem Netz des Mittelverteilers Glattal tritt die Situation des Falls B (Stadtbahnpassagen für die Kapazitätsbegrenzung massgebend) nur einmal auf. Es handelt sich um die Kreuzung der Überlandstrasse auf der Achse Ringstrasse- Neugutstrasse in Dübendorf. Hier ist im Evaluationsprojekt des Systems Stadtbahn die Unterführung des Hauptstroms (Überlandstrasse) unter dem Knoten hindurch vorgesehen, was zu einer erheblichen Kapazitätssteigerung dieses Knoten führen würde.

Die Querung bzw. Teilquerung der Thurgauerstrasse durch die Stadtbahntrasse führen in keinem Fall zu Situationen, in denen die Stadtbahn massgebend ist für die Kapazität des Strassenverkehrs:

- Im Bereich Hallenstadion ist die stadtseitige Verlängerung der Achse (Dörflistrasse) für die Kapazität massgebend.
- Die Querung der Hagenholzstrasse ist eine Nebenstromquerung (Fall A).
- Das Dreieck Ambassador liegt nicht im Bereich eines massgebenden Knotens.
- Die allfällig ebenerdige Teilquerung "Stelze" liegt nicht im Bereich eines massgebenden Knotens.
- Ebenso handelt es sich beim Knoten Flughafenstrasse, Europastrasse um eine Nebenstromquerung (Fall A).

**Beurteilung Indikator 10 "Folgewirkungen auf die Kapazitäten für den Strassenverkehr":**

Falls sich auf Grund des Mittelverteilers Glattal negative Folgewirkungen für die Kapazitäten des Strassenverkehrs ergeben sollten, so sind diese auf die Fussgängerströme von und zu den Haltestellen zurückzuführen und somit im Wesentlichen systemneutral. Systemwahlentscheidende Argumente ergeben sich auf Grund dieses Indikators nicht.

**Indikator 11: "Trennwirkung für Fussgänger und Velofahrer"**

Die H-Bahn erzeugt auf Grund ihrer fast durchgehenden Hochlage nur sehr geringe Trennwirkungen. Demgegenüber ergeben sich bei der Stadtbahn bei einigen Abschnitten in Seitenlage (insbesondere bei der Ringstrasse in Dübendorf, der Weststrasse in Wallisellen und der Flughafenstrasse in Opfikon) Fragestellungen dieser Art.

Die Begehung dieser Strassenräume durch die Projektgruppe 3 hat jedoch klar ergeben, dass diese Stadträume genügend grossflächig parzelliert sind, damit sich die Querungshilfen für Fussgänger und Radfahrer sowohl in stadtbahnverträglicher Weise als auch in stadtraumverträglicher Weise anordnen lassen. In den Haltestellenbereichen der Stadtbahn dürften eher zusätzliche Querungshilfen für Fussgänger entstehen. Insgesamt hält sich dieser Nachteil der Stadtbahn auf der untersuchten Trasse in engen Grenzen.

Was die optische Trennwirkung betrifft, so liegt es am Detailentwurf und weniger an der Systemwahl, ob der "Mittelverteiler Glattal" zur städtebaulichen Bereicherung oder zum Fremdkörper wird.

**Beurteilung Indikator 11 "Trennwirkung für Fussgänger und Velofahrer":**

Die H-Bahn erzeugt keine physische Trennwirkung und tendenzielle Trennwirkung der Stadtbahntrasse hat in den untersuchten Stadträumen keine oder nur eine untergeordnete verkehrliche Relevanz. Die diesbezüglichen Vorteile der H-Bahn sind nicht systemwahlentscheidend.

**Indikator 12: "Beeinträchtigungen für Anwohner und Wertveränderung von Liegenschaften"**

Die flankierenden Wohnbebauungen erfahren durch den "Mittelverteiler Glattal" einerseits Wertsteigerungen infolge der Verbesserung der Erschliessung im Umfeld der Haltestellen und andererseits Beeinträchtigungen durch:

- die Behinderung der freien Sicht
- die Lichtstörungen nachts
- die Dynamik vor dem Fenster
- und die Abnahme der Besonnung.

Infolge der weitgehend identischen Haltestellenlagen bei beiden Systemen sind die Unterschiede minimal. Einzig die Haltestellen "Messe" und "Sternen" Oerlikon, die nur im Stadtbahnfall auftreten, dürften zu einem (kaum bewertbaren) Mehrnutzen für diesen Fall führen.

Die Beeinträchtigungen von Wohnbebauungen bezüglich "Beschattung", "Sichtbehinderung", "Lichtstörung nachts" und "Dynamik vor den Fenstern" sind im Falle der H-Bahn infolge der Höhenlage der zwei Trägerbalken und der dichteren Zugfolge generell als deutlich höher einzustufen. Und das in einem Ausmass, das das System H-Bahn zur Erschliessung von Wohngebieten in vielen Fällen als problematisch erscheinen lässt, während die Stadtbahn dank ihrer generell tieferen Höhenlage (meist auf Strassenniveau) diesbezüglich weniger problematisch ist.

Im Falle der heute definierten Trasse des "Mittelverteiler Glattal" spielen diese Probleme jedoch eine geringe Rolle, da Wohnquartiere nur in zwei relativ kurzen Streckenabschnitten berührt werden: In Opfikon zwischen Knoten "Stelze" und "Bahnüberquerung" und in Wallisellen nördlich des "Zentrum Glatt", wo eine Überbauung mit Wohnanteil geplant ist. Die Wertverminderung einer Liegenschaft in Opfikon wurde bereits (für beide Systeme identisch) bei der Beurteilung des Indikators Lärm berücksichtigt und im Sinne des Vermeidungskostenansatzes den Anlagekosten zugerechnet.

Damit verbleibt lediglich ein tendenzieller Vorteil für das System Stadtbahn, der insbesondere bei allfälligen späteren Diskussionen um Netzerweiterungen oder Varianten eine gewisse Bedeutung erlangen könnte.

**Beurteilung Indikator 12 "Beeinträchtigungen für Anwohner und Wertveränderung von Liegenschaften":**

Das System Stadtbahn weist gegenüber der H-Bahn tendenzielle Vorteile auf, die jedoch auf der evaluierten Trasse keine Rolle spielen. Somit ist dieser Indikator nicht systemwahlrelevant.

**Indikator 13: "Kosten für die Behebung von Konflikten"**

Im Rahmen der Bearbeitung des Indikators "städtebauliche Integration" wird darauf hingewiesen, dass in einzelnen Projektabschnitten Unsicherheiten bestehen, die bezüglich der Kostenfolgen ungeklärte Fragen zurücklassen. Das betrifft die folgenden Projektteile:

	H-Bahn	Vorteil	Stadtbahn
Bahnhof Glattbrugg	Gesamtprojekt erforderlich. Kostenaufteilung und Kostenfolgen unklar	neutral	Gesamtprojekt erforderlich. Kostenaufteilung und Kostenfolgen unklar
Knoten "Stelzen"	Projekt klar	Stadtbahn	evtl. Niveaulösung möglich, da der Kanton keinen Kreisverkehr will. Ergäbe Einsparungen
Dreieck Ambassador	Integration in die Bebauung erforderlich. Ergibt Mehrkosten.	Stadtbahn	Projekt klar
Bahnhof Oerlikon	Verlegung Baudienst SBB unklar. Ergibt Unsicherheiten bei den Kostenfolgen.	neutral	Evt. werden grössere Umgestaltungen des Bahnhofplatzes notwendig. Ergäbe zusätzliche Kosten.
Abstellanlage Betriebshof	Rohwiesen ist eine sehr teure Lage. Einsparungen sind in anderen Lagen möglich evtl. durch Dezentralisierung.	neutral	Rohwiesen ist eine sehr teure Lage. Einsparungen sind in anderen Lagen möglich evtl. durch Dezentralisierung.
Bereich Herti	Die Lage der Tragstützen im Bereich der flachwinkligen Querung der Bahnanlagen ist unklar. Geringe Mehrkosten sind deshalb zu erwarten.	neutral	Gesamtprojekt mit Projekt Retentionsbecken erforderlich. Ergibt evtl. besseres Projekt ohne wesentliche Mehrkosten.
Nördlich Glattzentrum	Abstimmung mit Neubauprojekt erforderlich. Evtl. ergibt es geringe Mehrkosten.	neutral	Abstimmung mit Neubauprojekt erforderlich. Ergibt evtl. geringe Mehrkosten.

**Tabelle 10:** Überblick Kosten für Konfliktfälle

Insgesamt resultieren für die H-Bahn mehr ungeklärte Punkte mit möglichen negativen Kostenfolgen. Beim Knoten "Stelzen" sind für die Stadtbahn Einsparungen zu erwarten und beim Dreieck Ambassador ergeben sich Mehrkosten für die H-Bahn. Die übrigen fünf Konfliktgebiete werden als neutral beurteilt. Dadurch resultiert in 2 von den 7 untersuchten Konfliktbereichen ein Vorteil für die Stadtbahn.

**Beurteilung Indikator 13 "Kosten für die Behebung von Konflikten":**  
Mit zusätzlichen Kosten zur Behebung von Konflikten ist bei beiden Systemen zu rechnen; im Falle der H-Bahn sind diese insgesamt höher. Auf Grund des jetzigen Sachstandes ist dieser Indikator jedoch nicht als systemwahlentscheidend zu werten.

#### **Indikator 14: "Änderung der Verkehrsregime und Umwege"**

Änderungen der Verkehrsregime und Umwege ergeben sich nur in sehr eng begrenztem Rahmen beim Stadtbahnfall. Betroffen sind in einigen Fällen Zufahrten zu Grundstücken, die insbesondere bei der Trassenführung in Seitenlage zum Teil Änderungen erfahren, zum Beispiel

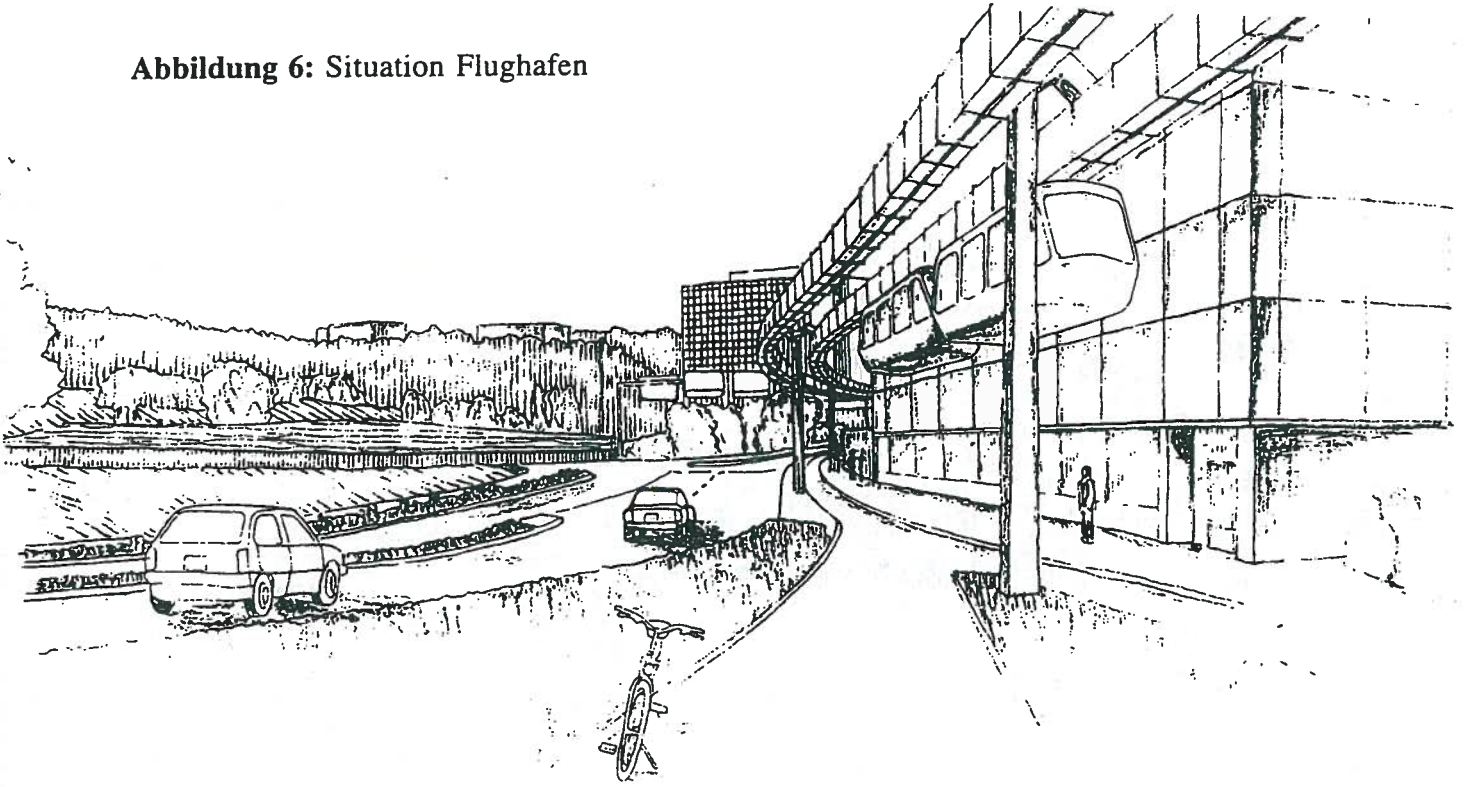


durch den Zwang zur rückwertigen oder seitlichen Erschliessung. Daneben werden zusätzliche Lichtsignalanlagen zur Sicherung des Vortrittes der Stadtbahn notwendig. Eine grobe Durchsicht der Trassenteile hat keine unlösbare oder kostspielige Situation ergeben, trotzdem resultiert gegenüber der H-Bahn ein gewisser Nachteil für die Stadtbahn, da sich bei der H-Bahn die Tragstützen und Hochbahnhöfe meistens in einer Weise anordnen lassen, dass die heutigen Grundstückzufahrten unverändert belassen werden können.

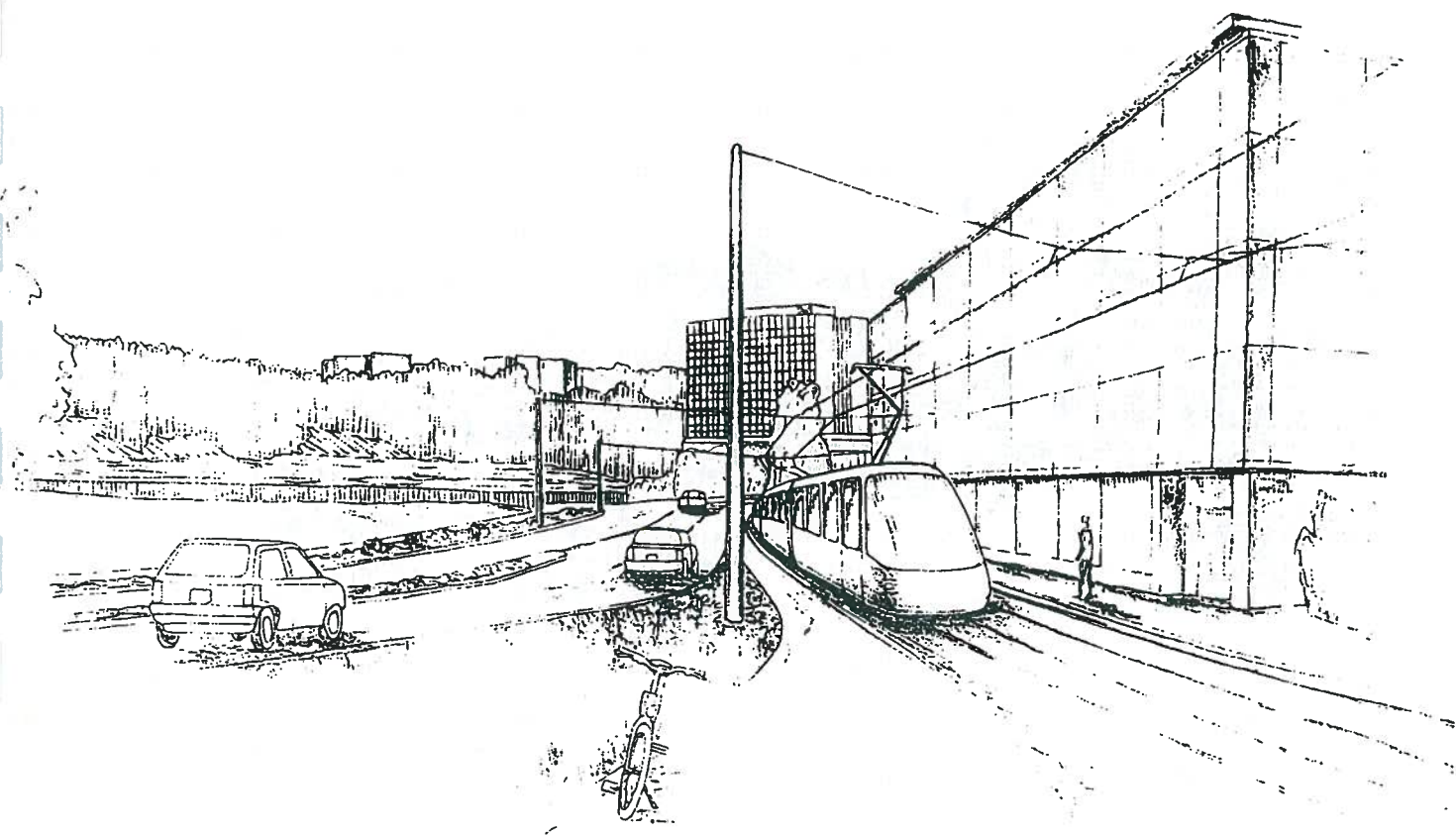
**Beurteilung Indikator 14 "Änderung der Verkehrsregime und Umwege":**

Die H-Bahn bringt fast keine Eingriffe ins Verkehrsregime mit sich. Da die Eingriffe jedoch auch im Stadtbahnfall gering sind, liegt der Nachteil in engen Grenzen. Dieser Indikator ist nicht von ausschlaggebender Bedeutung für die Systemwahl.

Abbildung 6: Situation Flughafen

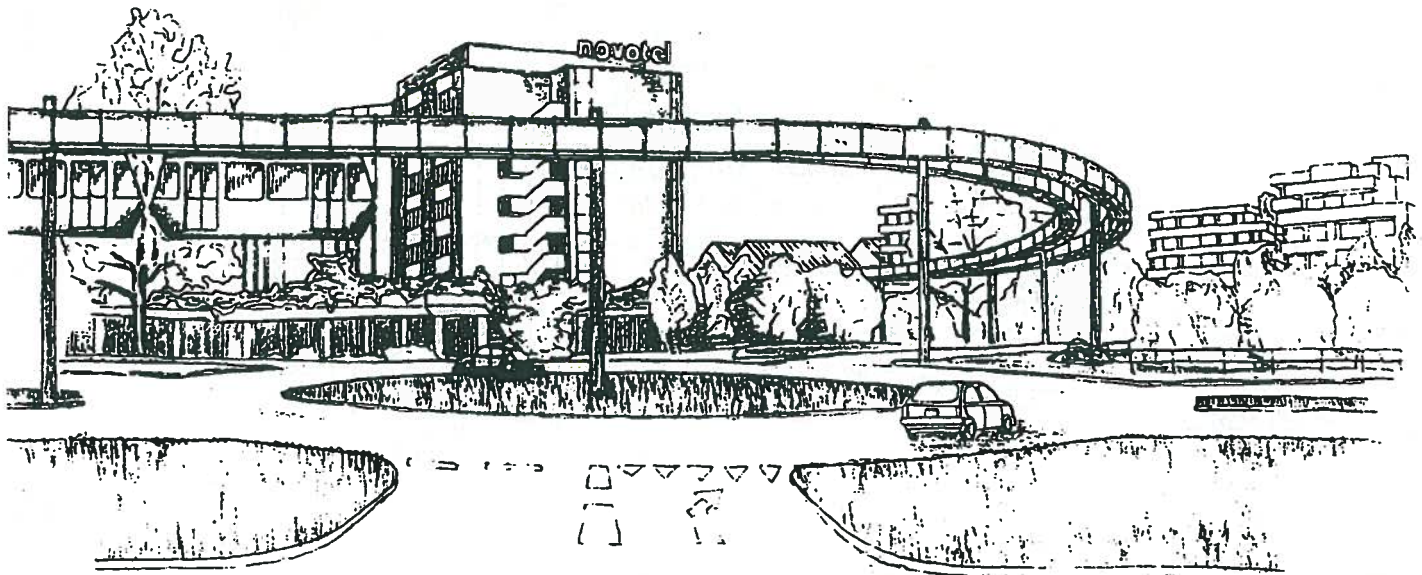


1.000  
1/100

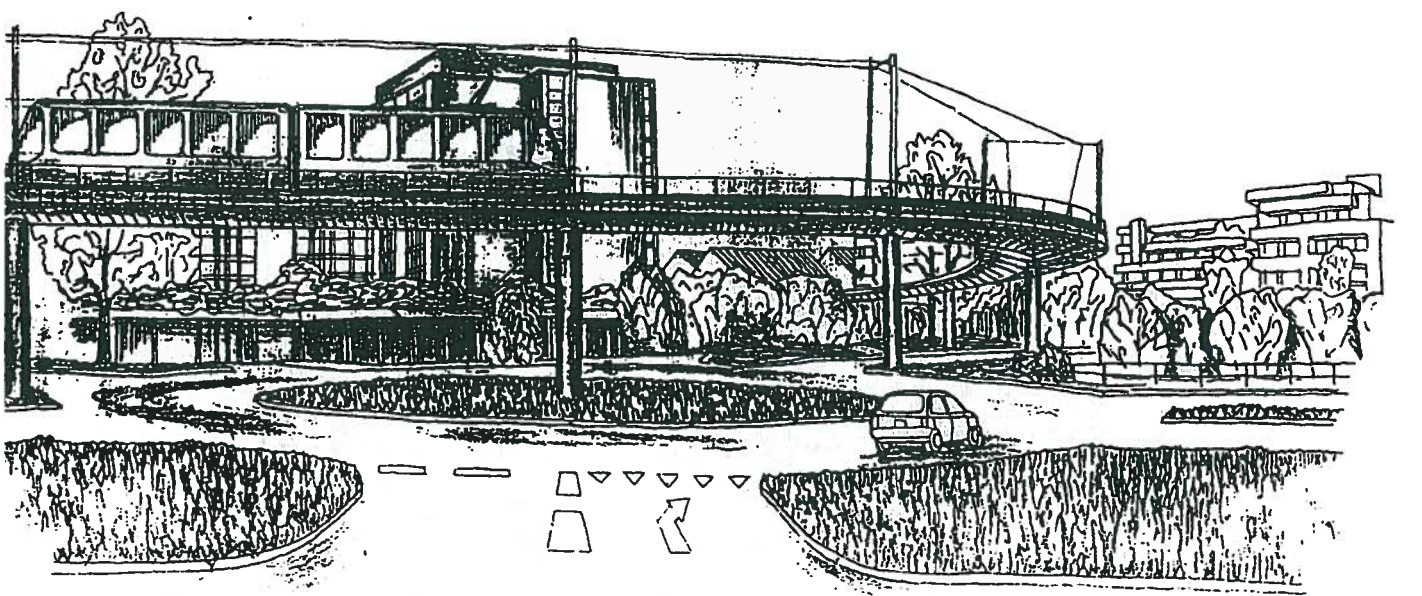


1.000  
1/100

Abbildung 7: Situation Kreisel Stelzen<sup>6</sup>



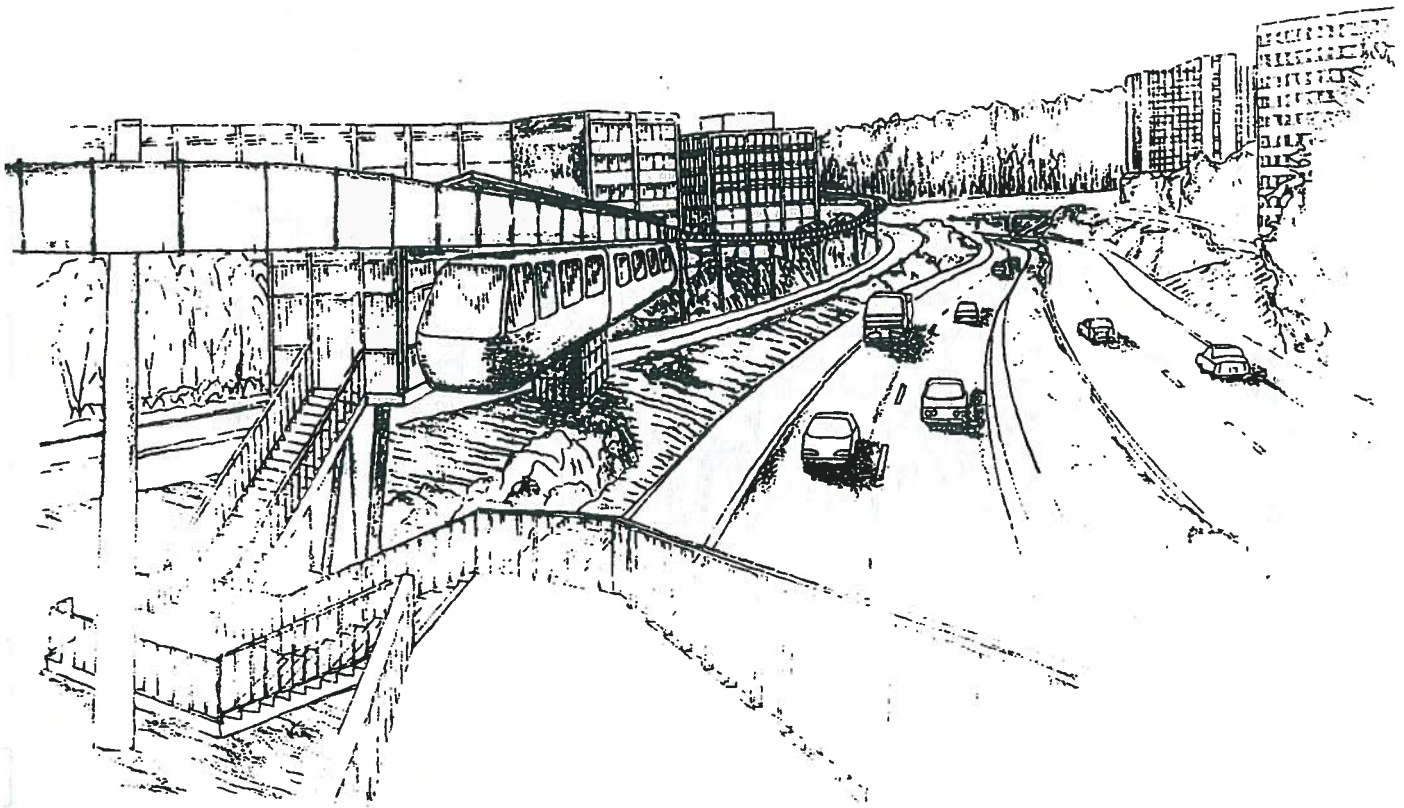
nov  
hu 1995



nov  
hu 1995

<sup>6</sup> Der Kreisel ist für die Stadtbahn inzwischen nicht mehr vorgesehen. Die neue Planung sieht eine ebenerdige Trasse vor.

Abbildung 8: Haltestelle Balsberg



7  
17.5

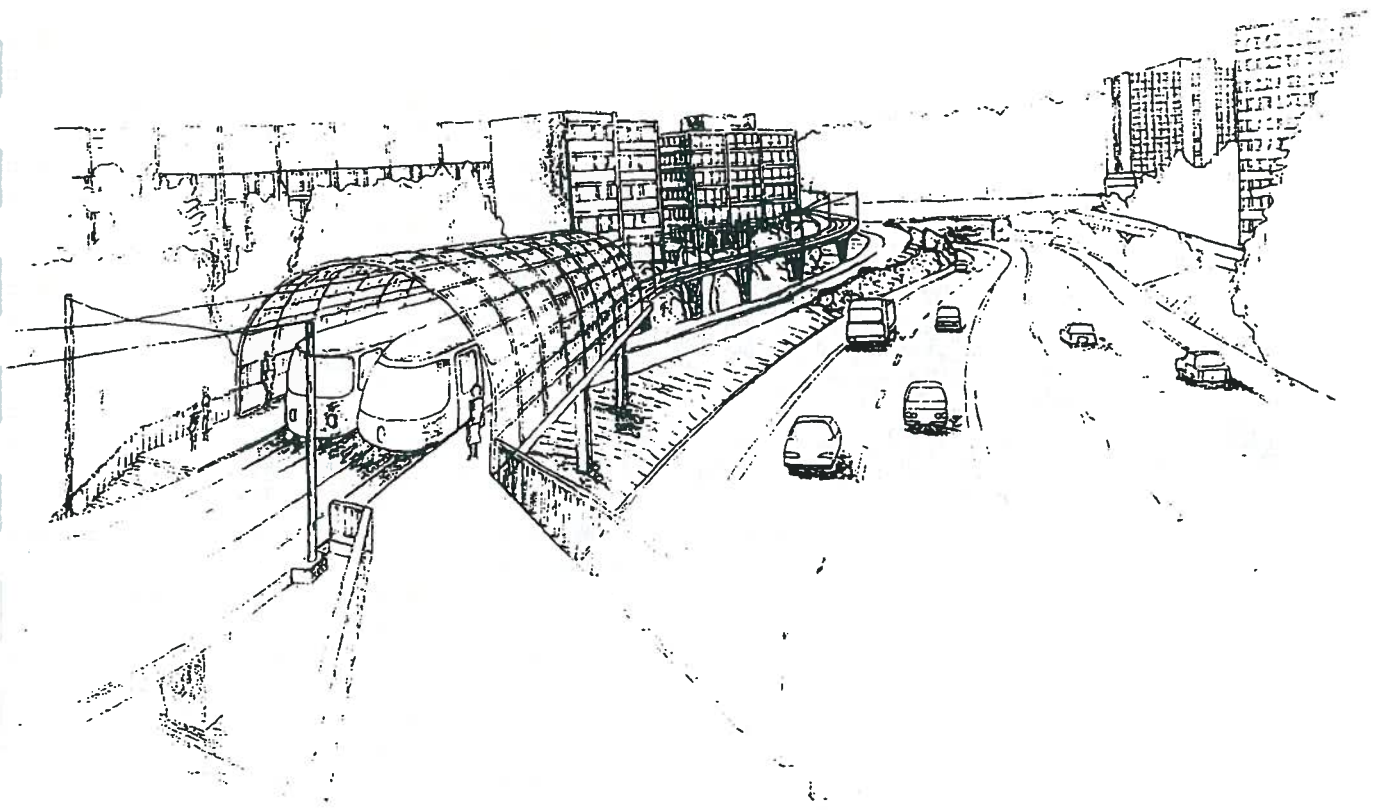
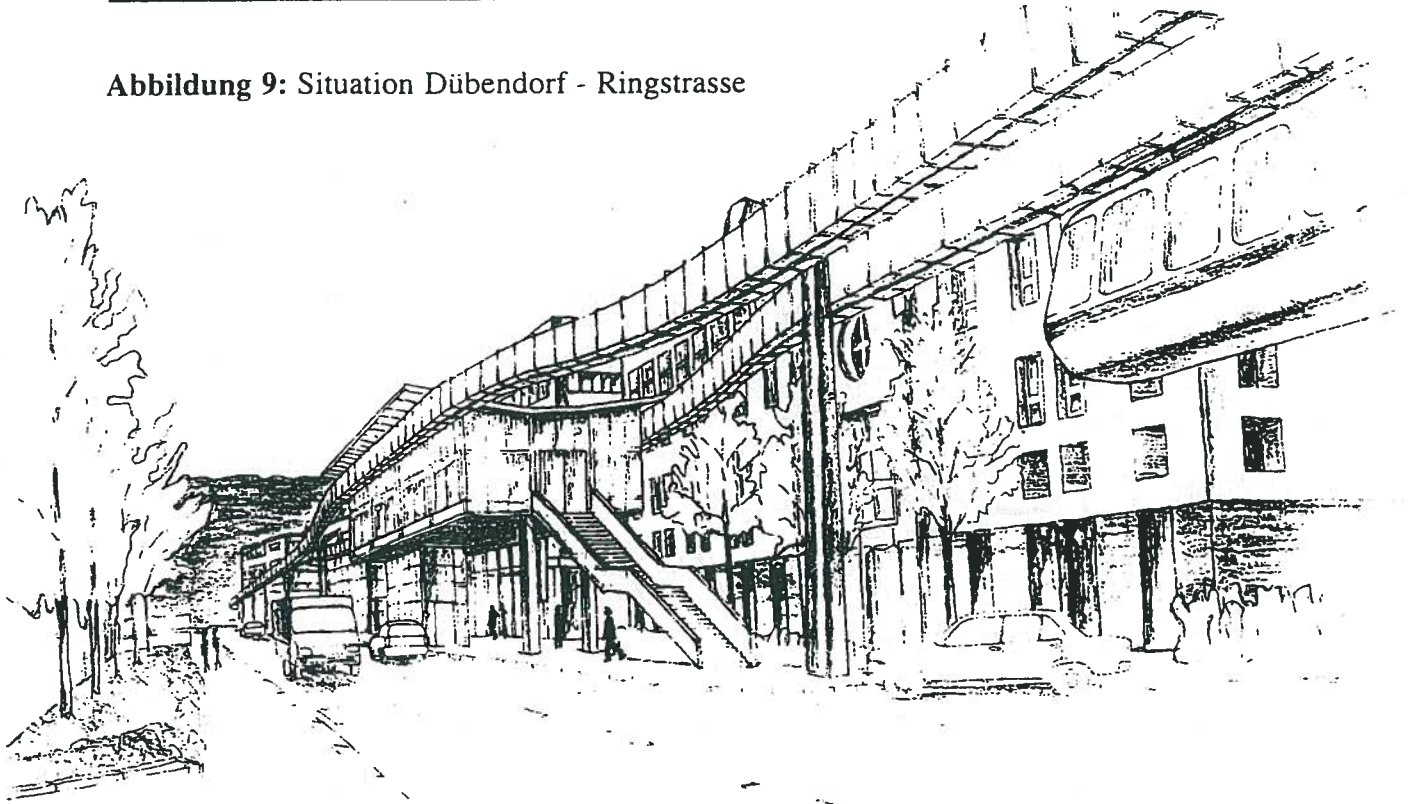


Abbildung 9: Situation Dübendorf - Ringstrasse



1500  
1500 037



## **Indikator 15: "Städtebauliche Integration"**

### **Das Vorgehen**

Die Beurteilung der Möglichkeit, den "Mittelverteiler" städtebaulich in die umgebende stadträumliche Situation zu integrieren ohne das Gefüge von öffentlichen Räumen und Gebäuden in unverträglicher Weise zu verletzen, wurde im Rahmen einer Klausurtagung der Projektgruppe 3 erarbeitet.

Grundlagen waren:

- Die Stellungnahmen der Gemeinden
- Zeichnerische Darstellung von typischen und allenfalls kritischen Situationen in der Perspektive (siehe Beispiele dazu auf den vorherigen Seiten)
- Begehung aller allenfalls kritischen Bereiche.

Da den beiden Systemen Stadtbahn und H-Bahn jeweils eine in hohem Masse unterschiedliche städtebauliche Vision zu Grunde zu legen ist, sind die beiden Systeme kaum sinnvoll einer gemeinsamen Skala zuzuordnen, zu messen oder zu bewerten.

Aus diesem Grunde hat sich die Projektgruppe 3 darauf beschränkt abzuklären, ob eines der Systeme (Stadtbahn oder H-Bahn) in den "kritischen Situationen" zu dermassen gravierenden Problemen führen würde, dass eine befriedigende städtebauliche Integration des Projektes auch im Rahmen einer kreativen und leicht variierenden Detailplanung mit vertretbarem Aufwand kaum zu finden wäre.

Mit anderen Worten: Es wurde für beide Systeme die Frage nach der städtebaulichen Machbarkeit gestellt und nicht in erster Linie die Präferenzen diskutiert.

### **Die Beurteilung**

#### **Die überprüften Situationen**

Aus einer Liste von 23 möglicherweise kritischen Punkten, die sich aus den Stellungnahmen der betroffenen Gemeinden ergeben haben, wurden die folgenden vier herausgearbeitet und einer genaueren Überprüfung unterzogen:

- Bahnhof Glattbrugg
- Dreieck Ambassador
- Querung der Bahn in Glattbrugg
- Wallisellen nördlich Glattzentrum

#### **Zum Bahnhof Glattbrugg**

Die bisher vorliegenden Projektunterlagen lassen keine Beurteilung der städtebaulichen Situation zu. Eine Reihe von Fragen, die die Bahn und den Bahnhofvorplatz betreffen, sind noch

ungeklärt und dürften sowohl die Linienführung der Stadtbahnvariante als auch der H-Bahnvariante beeinflussen. Auf Grund der vorliegenden Unterlagen darf jedoch angenommen werden, dass im Rahmen des geschätzten Aufwandes für beide Systeme städtebaulich vertretbare Lösungen gefunden werden könnten. Die Projektgruppe 3 empfiehlt für diesen Fall dringend das Erstellen einer Gesamtkonzeption bezüglich der Bahnanlagen (Bahnhof, Freiverlad), des Bahnhofvorplatzes und der Verknüpfung der Strassenbahnlinie 14 mit dem "Mittelverteiler" und der S-Bahn.

### **Dreieck Ambassador**

Die Projektgruppe 3 ist der Meinung, dass die Variante H-Bahn in der Form des heute vorliegenden Entwurfes aus städtebaulichen Gründen nicht zu verantworten ist. Eine verträgliche Lösung ist jedoch im Rahmen eines "kühnen Entwurfes" mit geeigneter Integration des "Geleisedreieckes" in die noch nicht überbaute Parzelle westlich der Thurgauerstrasse denkbar. Inwiefern dieser "kühne Entwurf" kostenneutral zum beurteilten Projektentwurf H-Bahn verwirklicht werden kann oder nicht, wird unter dem Indikator 13 (Kosten zur Behebung von Konflikten) beurteilt.

### **Querung der Bahn in Glattbrugg**

Beide Varianten (Stadtbahn und H-Bahn) biegen von Oerlikon herkommend beim Knoten "Stelzen" (Hotel Novotel) nach rechts aus der Achse der Thurgauerstrasse ab und beginnen zunächst über dem "Autobahndeckel" und darauf in einer Rechtskurve und parallel zur Bahn auf ein Niveau anzusteigen, das die Querung der Bahntrasse erlaubt. Diese Rampe beeinträchtigt mindestens eine Mehrfamilien-Wohnliegenschaft in so erheblicher Weise, dass eine teilweise "Umnutzung" in Betracht gezogen werden muss<sup>7</sup>. Dies gilt unabhängig von den Varianten. Im Falle der Stadtbahn tritt die Konstruktion der Rampe "massiver" in Erscheinung, dafür verläuft sie in einer um gut 3 m geringeren Höhenlage als die zwei "leichter" gebauten Trägerbalken der H-Bahn.

Da der Kanton zwischenzeitlich beim Knoten "Stelze" von der Kreisellösung abgerückt ist, entfällt der für die Variante Stadtbahn (dem untersuchten Projekt) zugrundegelegte Zwang der niveaufreien Kreuzung. Dadurch würde sich die Länge des "Stadtbahnviaduktes" auf das notwendige Minimum zur Überquerung der Bahnlinie reduzieren.

### **Nördlich des Glattzentrums in Wallisellen**

In Wallisellen nördlich des Glattzentrums verläuft die Trasse des "Mittelverters" durch ein ausgedehntes Neubaugebiet. Sie verlässt das Glattzentrum in Höhenlage und senkt sich in einem grossen Linksbogen zur Bahnlinie, an die sie sich im Bereich des Bahnhofes Wallisellen anschmiegt. Das Neubaugebiet umfasst zu grossen Anteilen Wohnbebauungen, was zur Besorgnis bezüglich der städtebaulichen Kompatibilität mit dem "Mittelverteiler" Anlass gibt. Die Projektgruppe 3 ist in diesem Fall der Meinung, dass der vorgesehene Baufluchtabstand

<sup>7</sup> ist beim Lärmaspekt erwähnt und in den Anlagekosten für beide Systeme berücksichtigt.

(von 40 m) im fraglichen Raum in der Detailplanung eine befriedigende Lösung zulässt. Ähnlich wie im Falle der Bahnüberquerung in Glattbrugg ist es eher eine Frage des individuellen ästhetischen Empfindens, ob die Beeinträchtigung durch die zwei "leichteren" Trägerbalken der H-Bahn oder die "massivere" jedoch um gut 3 m tiefer gelegene Konstruktion der Stadtbahn stärker eingeschätzt wird. Bei geeigneter Sorgfalt in der Detailplanung werden beide Varianten (H-Bahn und Stadtbahn) als städtebaulich verantwortbar eingestuft.

An dieser Stelle soll noch kurz auf den Aspekt "Städtebaulicher Flächenverbrauch" hingewiesen werden, der nicht als eigener Indikator behandelt wurde, sondern in den Indikator 15 eingeflossen ist. Die Projektentwürfe für beide Systeme zeigen keine Inanspruchnahme von städtebaulich empfindlichen Flächen durch eines der Systeme. Es müsste bei beiden Systemen möglich sein, das Erscheinungsbild des "Mittelverteilers Glattal" in einer Weise auszuprägen, dass eine Bereicherung der städtebaulichen Qualitäten in den betroffenen Strassenräumen resultiert. Das dürfte umso eher gelingen, als diese Strassenräume heute zum grossen Teil eher geringe städtebauliche Qualitäten aufweisen.

#### **Beurteilung Indikator 15: "Städtebauliche Integration"**

Aus städtebaulichen Gründen gibt weder die H-Bahn noch die Stadtbahn unüberwindliche Probleme auf, insofern kommt dem Indikator "städtebauliche Integrationsfähigkeit" keine systemwahlentscheidende Bedeutung zu. Allerdings liegen zu einigen wesentlichen Abschnitten die Lösungen noch nicht auf dem Tisch. Am gravierendsten tritt das bei der Situation Bahnhof Glattbrugg (für die Varianten Stadtbahn und H-Bahn) und für die Situation Dreieck Ambassador (für die Variante H-Bahn) zutage. Da hier die Machbarkeit und nicht die allfälligen Folgekosten betrachtet werden, lautet die Beurteilung auf systemneutral. Diese Einschätzung wurde im Laufe der Klausurtagung von der Projektgruppe 3 erarbeitet.



## 5 Überblick über die Ergebnisse der Bewertung

### 5.1 Betriebswirtschaftliche Bewertung<sup>8</sup>

Werden lediglich die Jahreskosten der Investitionen und die jährlichen Betriebskosten gegenübergestellt, so ergibt sich das folgende Resultat:

Indikator	Stadtbahn	H-Bahn
Bilanz betriebswirtschaftlich bei Vollausbau (1.Etappe)	- 51.42 Mio. Fr. (- 24.52 Mio. Fr.)	- 56.32 Mio. Fr. (- 33.76 Mio. Fr.)

**Tabelle 11: Betriebswirtschaftliche Bewertung**

### 5.2 Volkswirtschaftliche Bewertung<sup>9</sup>

Die volkswirtschaftliche Betrachtungsweise schliesst neben den Jahreskosten der Investitionen und den Betriebskosten die monetarisierte Reisezeitdifferenz und die Betriebsunregelmässigkeiten (Störungseintrag aus den Mischverkehrsbereichen) ein. Die entsprechende Jahreskostenbilanz präsentiert sich wie folgt:

Indikator	Stadtbahn	H-Bahn
Bilanz volkswirtschaftlich bei Vollausbau (1.Etappe)	- 51.422 Mio. Fr. (- 24.52 Mio. Fr.)	- 51.95 Mio. Fr. (- 31.28 Mio. Fr.)

**Tabelle 12: Volkswirtschaftliche Bewertung**

### 5.3 Gesamtbewertung<sup>10</sup>

An dieser Stelle sollen alle Indikatoren, die zur Bewertung der Systeme in der Evaluation herangezogen werden, im Überblick präsentiert werden (vgl. Tabelle 13 auf der folgenden Seite).

<sup>8</sup> entspricht dem Beurteilungsindikator A der Standardisierten Bewertung, vgl. Abb. 2

<sup>9</sup> entspricht dem Beurteilungsindikator B der Standardisierten Bewertung, vgl. Abb. 2

<sup>10</sup> entspricht den Beurteilungsindikatoren C und D der Standardisierten Bewertung, vgl. Abb. 2

## Gesamtbewertung - Tabellarischer Überblick

Indikator	Stadtbahn	H-Bahn
<b>Monetarisierbare Kosten (Investitionen, Betriebskosten, Zeitnutzendifferenz, Betriebsunregelmässigkeiten)</b>		
Bilanz volkswirtschaftlich bei Vollausbau (1.Etappe)	- 51.422 Mio. Fr. (- 24.52 Mio. Fr.)	- 51.95 Mio. Fr. (- 31.28 Mio. Fr.)
<b>Benutzerrelevante Indikatoren</b>		
Indikator 1 <b>Fahrzeugkomfort</b>	Beide Systeme bieten einen hohen Komfort bezüglich Sitzplätze sowie Ein- und Ausstieg an. Der stufenlose Eintritt bei der H-Bahn erreicht die Idealnote. kein systemwahlentscheidender Indikator (siehe auch Indikator 1, Kap. 4.2.1)	
Indikator 2 <b>Betriebsunregelmässigkeiten infolge von allg. Störungen im Mischverkehrsbereich</b>	Der Störungseintrag der Stadtbahn im Bereich des Mittelverteilers Glattal wurde monetarisiert und ist im volkswirtschaftlichen Beurteilungsindikator eingeflossen. (siehe auch Indikator 2, Kap. 4.2.1)	
Indikator 3 <b>Sicherheitsgefühl der Benutzer</b>	Als Folge der Hochlage und der ungewohnten Technik der H-Bahn wird im Bereich der subjektiven Sicherheit die Stadtbahn eher im Vorteil sein, kein systemwahlentscheidender Indikator (siehe auch Indikator 3, Kap. 4.2.1)	
<b>Betriebsrelevante Indikatoren</b>		
Indikator 4 <b>Erfahrungen mit den Systemen</b>	Der Mangel an Erfahrungen mit einem vergleichbaren Einsatz der H-Bahn könnte im Fall einer sonstigen Gleichwertigkeit der Systeme systemwahlentscheidend werden. (siehe auch Indikator 4, Kap. 4.2.2)	
Indikator 5 <b>Kapazitätsreserven des Systems</b>	Die Kapazitätsanforderungen sind bei beiden Systemen erfüllt. Die Stadtbahn besitzt weitere Reserven über die geforderten Werte hinaus; kein systemwahlentscheidender Indikator (siehe auch Indikator 5, Kap. 4.2.2)	
Indikator 6 <b>Möglichkeiten der Etappierbarkeit</b>	Im Falle der ausschliesslichen Realisierung der 1. Etappe werden die "Einstiegskosten" der H-Bahn prohibitiv hoch. Deshalb wird die zügige Finanzierung und Erstellung des Vollausbaus im Falle der H-Bahn zur faktischen Randbedingung. Dieser Indikator ist zugleich Bestandteil der volkswirtschaftlichen Bilanz der 1. Etappe. (siehe auch Indikator 6, Kap. 4.2.2)	
Indikator 7 <b>Erweiterungsmöglichkeit</b>	Für die Verlängerung des Mittelverteilers als "Feinverteiler" nach Kloten sind beide Systeme geeignet. Als "Grobverteiler" zwischen Glattal und Limmattal weist die schnellere Stadtbahn Vorteile auf, was allerdings für den "Mittelverteiler" nicht systemwahlentscheidend ist. (siehe auch Indikator 7, Kap. 4.2.2)	

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

<b>Für die Allgemeinheit relevante Indikatoren</b>	
<b>Indikator 8 Objektive Sicherheit</b>	Im Bereich der rational-objektiven Sicherheit ergibt sich ein Vorteil der H-Bahn, der aber nicht entscheidend ist; kein systemwahlentscheidender Indikator (siehe auch Indikator 8, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 9 Lärmimmissionen</b>	Generell bestehen tendenzielle Vorteile der H-Bahn gegenüber der Stadtbahn. Da aber nur in einem Fall Wohnliegenschaften (von beiden Systemen gleichermaßen) betroffen sind, kommt diesem Indikator auf der gewählten Trasse keine systemwahlentscheidende Bedeutung zu. (siehe auch Indikator 9, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 10 Folgewirkungen auf die Kapazitäten für den Strassenverkehr</b>	Folgewirkungen auf die Kapazitäten des Strassenverkehrs ergeben sich höchstens auf Grund der Fussgängerströme von und zu den Haltestellen. Wo die Stadtbahn in massgebender Weise Verkehrsströme beeinträchtigt, sind entsprechende Gegenmassnahmen vorgesehen (z.B. Unterführung der Überlandstrasse). Dadurch sind beide Systeme diesbezüglich gleichwertig. Somit ist dies kein systemwahlentscheidender Indikator. (siehe auch Indikator 10, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 11 Trennwirkungen für Fussgänger und Velofahrer</b>	Die H-Bahn erzeugt keine physischen Trennwirkungen und die tendenziellen Trennwirkungen der Stadtbahntrasse haben in den untersuchten Stadträumen keine unlösbaren Probleme ergeben; kein systemwahlentscheidender Indikator. (siehe auch Indikator 11, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 12 Beeinträchtigung für Anwohner und Wertveränderungen von Liegenschaften</b>	Das System Stadtbahn weist gegenüber der H-Bahn Vorteile auf, die jedoch auf der evaluierten Trasse nicht systemwahlrelevant sind. (siehe auch Indikator 12, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 13 Kosten für die Behebung von Konflikten</b>	Für beide Systeme entstehen zusätzliche Kosten zur Behebung von Konflikten, die im Fall H-Bahn höher eingeschätzt werden. Auf Grund des jetzigen Sachstandes ist dieser Indikator jedoch für sich nicht als systemwahlentscheidend zu werten. (siehe auch Indikator 13, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 14 Änderung der Verkehrsregime und Umwege</b>	Fast keine Eingriffe im Falle der H-Bahn, aber auch für die Stadtbahn treten nur geringe Eingriffe auf. Daher ist dieser Indikator nicht systemwahlentscheidend. (siehe auch Indikator 14, Kap. 4.2.3)
<b>Indikator 15 Städtebauliche Integration</b>	Keine unüberwindlichen Probleme bei beiden Systemen Für beide Systeme fehlen an wesentlichen Abschnitten noch optimierte Lösungen; kein systemwahlentscheidender Indikator (siehe auch Indikator 15, Kap. 4.2.3)

**Tabelle 13: Überblick zu den Indikatoren**

In der nachfolgenden Tabelle 14 werden obige Kriterien bewertet dargestellt.

		Vorteil Stadtbahn			Vorteil H-Bahn	
		entschei- dend	nicht entschei- dend	neutral	nicht entschei- dend	entschei- dend
		+	>	0	<	+
Ind Nr.	<b>Monetarisierbare Kosten (Investitionen, Betriebskosten Zeitnutzendifferenz, Betriebsunregelmässigkeiten)</b>					
	Bilanz volkswirtschaftlich bei Vollausbau					
	<b>Benutzerrelevante Indikatoren</b>					
1	Fahrzeugkomfort					
3	Sicherheitsgefühl der Benutzer					
	<b>Betriebsrelevante Indikatoren</b>					
4	Erfahrungen mit den Systemen					
5	Kapazitätsreserven des Systems					
6	Möglichkeiten der Etappierbarkeit					
7	Erweiterungsmöglichkeit					
	<b>Für die Allgemeinheit relevante Indikatoren</b>					
8	Objektive Sicherheit					
9	Lärmimmissionen					
10	Folgewirkungen auf d. Kapazitäten f.d. Strassenverkehr					
11	Trennwirkungen für Fussgänger und Velofahrer					
12	Beeinträchtigung für Anwohner und Wertveränderungen					
13	Kosten für die Behebung von Konflikten					
14	Änderung der Verkehrsregime und Umwege					
15	Städtebauliche Integration					

**Tabelle 14:** Bewertung der Indikatoren<sup>11</sup>

Markierungen im Bereich "entscheidend" bedeuten einen Vorteil des entsprechenden Systems bei dem Indikator. Markierungen unter "nicht entscheidend" bedeuten, dass das entsprechende System für diesen Indikator zwar Vorteile gegenüber dem anderen System aufweist, dieser Indikator bzw. der Vorteil aber nicht als systemwahlentscheidend gewertet wird. Markierungen im Bereich "neutral" bedeuten, dass kein System Vorteile gegenüber dem anderen System für den Indikator aufweist.

<sup>11</sup> Indikator 2 sowie die betriebswirtschaftlichen Bilanzen sind nicht aufgeführt, um Doppelzählungen von Effekten zu vermeiden

## 6 Sensitivitätstests

Sensitivitätstests werden durchgeführt, um die Stabilität der Ergebnisse aus dem Bewertungsverfahren zu überprüfen. Dieses Verfahren bietet sich besonders dann an, wenn die Werte der Beurteilungsindikatoren der zu vergleichenden Varianten - hier der beiden Systeme - relativ dicht beieinander liegen.

Bei den Sensitivitätstests werden die Rahmenbedingungen, unter denen die bisherigen Ergebnisse berechnet wurden, variiert. So wird der Einfluss z.B. von anderen Methoden der Zinsberechnung, von Variationen des Realzinses oder von Ausbaumassnahmen sichtbar.

### 6.1 Abschreibung nach der Annuitätenmethode gemäss der Standardisierten Bewertung

Der in der Basisbewertung verwendete Ansatz zur Berechnung der Kapitalkosten nach den Vorgaben des ZVV entspricht einem vereinfachten Ansatz der Abschreibung und Verzinsung.

In der Standardisierten Bewertung wird hingegen nach der Annuitätenmethode verfahren. Das bedeutet, dass die Zinseszinsen in eine gemittelte Jahreskostenrechnung einbezogen werden. Die Annuitätenmethode wurde im Folgenden mit unterschiedlichen Zinssätzen gerechnet:

- Zinssatz ZVV mit Berücksichtigung der während der Amortisierungsperiode anfallenden Zinsen ohne einen Teuerungsabzug (Zins von 5.75%, sonst wie Standardisierte Bewertung für eine betriebswirtschaftlich orientierte Betrachtungsweise), entspricht einem Nominalzins
- Zinssatz ZVV abzüglich einer Teuerung von 1.75% (Zins von 4.00%, sonst wie Standardisierte Bewertung für eine volkswirtschaftlich orientierte Betrachtungsweise), entspricht einem Realzins
- Zinssatz ZVV abzüglich einer Teuerung von 2.75% (Zins von 3.00%, sonst wie Standardisierte Bewertung für eine volkswirtschaftlich orientierte Betrachtungsweise), entspricht einem Realzins

Diese unterschiedlichen Zinsberechnungsarten haben Auswirkungen auf die Höhe der Kapitalkosten der Stadtbahn und H-Bahn.

Werden die nach den Ansätzen neu berechneten Kapitalkosten in den betriebswirtschaftlichen Indikator eingesetzt, ergibt sich folgendes Bild:

**Betriebswirtschaftlicher Indikator diff. nach Zinsansätzen (in Mio.Fr. pro Jahr)**

	Zins f. Berechnung	Stadtbahn	H-Bahn	Diff.in % Basis Stadtbahn
Zins Nominal kein Abzug der Teuerung	5.75%	57.04	64.62	+13.3
Zins Real mit einem Teuerungsabzug von 1.75%	4.00%	48.81	53.83	+10.3
Zins Real mit einem Teuerungsabzug von 2.75%	3.00%	44.43	48.10	+8.3
vom ZVV vorgegebener Ansatz ohne Annuitätsberechnung	5.75%	51.42	56.32	+9.5

**Tabelle 15:** Differenzierter betriebswirtschaftlicher Indikator

Je nach verwendeter Berechnungsweise variiert die Differenz zwischen der Stadtbahn und der H-Bahn. Für alle Berechnungen ist allerdings die Stadtbahn das betriebswirtschaftlich klar günstigere System, wobei sich die Differenz zwischen minimal 3.7 Millionen Fr. und maximal 7.6 Millionen Fr. bewegt.

Die differenziert berechneten Kapitalkosten können ebenfalls in den volkswirtschaftlichen Indikator eingesetzt werden.

**Volkswirtschaftlicher Indikator diff. nach Zinsansätzen (in Mio. Fr. pro Jahr)**

	Zins f. Berechnung	Stadtbahn	H-Bahn	Diff.in % Basis Stadtbahn
Zins Nominal kein Abzug der Teuerung	5.75%	57.04	60.25	+5.6
Zins Real mit einem Teuerungsabzug von 1.75%	4.00%	48.81	49.46	+1.3
Zins Real mit einem Teuerungsabzug von 2.75%	3.00%	44.43	43.73	-1.6
vom ZVV vorgegebener Ansatz ohne Annuitätsberechnung	5.75%	51.42	51.95	+1.0

**Tabelle 16:** Differenzierter volkswirtschaftlicher Indikator

Für die drei Ansätze des Sensitivitätstest sowie den vom ZVV vorgegebenen Ansatz liegen die volkswirtschaftliche Bilanzen der Systeme dicht beisammen. Vorteile für die Stadtbahn zeigen sich beim in der Evaluation vorgegebenen Ansatz, beim Ansatz ohne Teuerungsabzug und beim Ansatz mit einer Teuerung von 1.75%. Beim Ansatz mit Abzug einer relativ hohen Teuerung (2.75%) wird die Bilanz der H-Bahn gegenüber der Stadtbahn günstiger.

Mit der Annuitätenmethode fällt der volkswirtschaftliche Vergleich (Zins Nominal) klarer zu Gunsten der Stadtbahn aus. Der Vorteil beträgt in Jahreskosten ausgedrückt 3.2 Mio. Fr. Bei der Berechnung mit Realzinsen resultiert keine signifikante Aussage. Die betriebswirtschaftliche Rechnung bestätigt die Stadtbahn klar als das kostengünstigere System. Insgesamt werden die Aussagen der Basisrechnung bestätigt.

## 6.2 Zusätzliche Haltestellen

Die Anzahl der im jetzigen Projektstadium vorgesehenen Haltestellen könnte sich im Laufe der weiteren Planung durchaus verändern. Denkbar ist es, dass weitere Haltestellen in die Linienführung aufgenommen werden. Die durch den zusätzlichen Bau von Haltestellen verursachten Kosten wurden für beide Systeme in die Berechnung der Kapitalkosten eingesetzt. Aus den Gesamtkosten der Haltestellen (Angaben aus der Kriterienliste des ZVV) kann im jetzigen Stadium eine durchschnittliche Investitionssumme von 2.4 Mio. Fr. pro Haltestelle bei der H-Bahn bzw. 0.8 Mio. Fr. bei der Stadtbahn errechnet werden. Diese bewirkt Kapitalkosten in der Höhe von 0.124 Mio. Fr. jährlich bei der H-Bahn bzw. 0.035 Mio. Fr. jährlich bei der Stadtbahn pro zusätzlicher Haltestelle.

### Volkswirtschaftlicher Indikator nach Haltestellen (in Mio. Fr. pro Jahr)

	Stadtbahn	H-Bahn
jetzige Anzahl Haltestellen	51.42	51.95
zusätzlich 2 Haltestellen	51.49	52.20
zusätzlich 5 Haltestellen	51.60	52.57

**Tabelle 17:** Volkswirtschaftlicher Indikator nach Haltestellen

Entsprechend der höheren Kosten pro Haltestelle wachsen auch die Kosten der H-Bahn im volkswirtschaftlichen Indikator schneller als die der Stadtbahn. Trotzdem ist die Differenz von z.B. knapp 1 Millionen Franken selbst bei fünf zusätzlichen Haltestellen in Relation zur Gesamtsumme von jeweils ca. 52 Millionen Kosten nicht ausschlaggebend.

Beim betriebswirtschaftlichen Indikator verbessert sich die positive Bilanz der Stadtbahn zur H-Bahn dementsprechend. Die Differenz von aktuell 4.8 Millionen erhöht sich bei fünf zusätzlichen Haltestellen auf 5.3 Mio. Fr.

Diese Rechnung beinhaltet nur die zusätzlichen Investitionen für den Fall der Erstellung von zusätzlichen Haltestellen bei Beginn an. Bei der H-Bahn ist bei einem Umbau mit deutlich höheren Kosten zu rechnen (Streckenspreizung oder Seitenlage).

Bei den allenfalls zusätzlichen Betriebskosten infolge von zusätzlichen Haltestellen ergeben sich Sprungfunktionen (an der Stelle, wo zusätzliche Fahrzeuge notwendig werden). Auf Grund der grösseren Zeitreserve in den Umlaufberechnungen der Stadtbahn ergibt sich bei ein bis zwei

zusätzlichen Haltestellen ein Vorteil für die Stadtbahn. Bei mehr zusätzlichen Haltestellen beginnen die generell geringeren Betriebskosten der H-Bahn zum Vorteil zu werden.

**Insgesamt verändert sich das Bild der Beurteilung durch die Variation der Haltestellenzahl nicht wesentlich.**



## 7 Zusammenfassende Würdigung und Empfehlung

Die volkswirtschaftlich bewertbaren Indikatoren ergeben beim Vollausbau einen unbedeutenden, fast zufälligen Vorteil für das System Stadtbahn. Wird nur der Ausbau der ersten Etappe in Betracht gezogen, so hat die Stadtbahn einen klaren Vorsprung gegenüber der H-Bahn. Die betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise ergibt für beide Ausbauphasen klare Vorteile für die Stadtbahn.

Die Bewertung der nicht monetarisierbaren Indikatoren hat in zwei Fällen beurteilungsrelevante Unterschiede zwischen den evaluierten Systemen ergeben. Es sind dies:

- Erfahrungen mit den Systemen (siehe Indikator 4, Kap. 4.2.2)
- Etappierbarkeit (siehe Indikator 6, Kap. 4.2.2)

Die Übertragbarkeit der "**Erfahrungen mit dem System**" ist bei der H-Bahn nicht mit Sicherheit einzuschätzen. Zwar sind die meisten Komponenten betriebserprobt, allerdings in einem völlig anderem Umfeld (weitgehend universitätsinterner Tagesbetrieb) und bezüglich der Ausdehnung und der Kapazitäten in einer wesentlich kleineren Ausprägung. Die Erfahrungen beschränken sich zur Zeit auf den Universitätsbereich Dortmund, wo 3 Fahrzeuge tagsüber im Einsatz stehen, während für den Einsatz auf der vorgesehenen Trasse des "Mittelverteilers Glattal" 72 Fahrzeugen in Doppeltraktion vorgesehen sind, die zudem gegenüber dem "Typ Dortmund" grösser sind, und der Betrieb bis Mitternacht erfolgen soll. Diese Unsicherheit könnte nur vernachlässigt werden, wenn das System H-Bahn bei der volkswirtschaftlichen Beurteilung oder bei anderen massgebenden Indikatoren insgesamt deutlich besser abschneiden würde als die Stadtbahn.

Die "**Etappierbarkeit**" des Baus des "Mittelverteilers Glattal" wird für den Fall, dass die zügige Finanzierung des Vollaubaus nicht gesichert ist und/oder das Szenario der ersten Etappe (mit geringerem Ausbaugrad der Bauzone und entsprechend geringerer Nachfrage) noch für längere Zeit Gültigkeit haben sollte, zu einem entscheidenden Nachteil des Systems H-Bahn, da der Einstieg in die H-Bahn bezüglich der Investitionen und Jahreskosten (besonders der Kapitalkosten) wesentlich aufwendiger ist.

	Stadtbahn 1. Etappe	Vollausbau	H-Bahn 1. Etappe	Vollausbau
volkswirtschaftliche Jahreskosten	24.52	51.42	31.28	51.95
betriebswirtschaftliche Jahreskosten	24.52	51.42	33.76	56.32

**Tabelle 18:** Bewertung der Kosten

Die zusätzlichen **betriebswirtschaftlichen Überlegungen** bestärken den Eindruck, dass das System Stadtbahn insgesamt klar mehr Vorteile auf sich vereinigt. Der Fehlbetrag ist bei der

Stadtbahn um ca. 5 Millionen Franken pro Jahr geringer. Um diese Differenz zu kompensieren müsste die H-Bahn mit einem à fonds perdu Zuschlag von ca. 90 Millionen Franken unterstützt werden.

Im Falle der 1. Etappe werden die Unterschiede noch drastischer. Der Fehlbetrag wird bei der H-Bahn um gut 9 Millionen Franken pro Jahr höher.

Das bedeutet, dass die zügige Finanzierung und Realisierung des Vollausbau sowie der diesem zu Grunde gelegte hohe Ausbaugrad der Bauzonen im Glattal für das System H-Bahn zu absolut unumstösslichen Voraussetzungen werden. Demgegenüber ist die Stadtbahn im Falle von Teilausbauten wesentlich flexibler.

**In Würdigung aller Vor- und Nachteile beider Systeme empfehlen die Berater die Weiterentwicklung des Projektes "Mittelverteiler Glattal" auf der Basis des Systems Stadtbahn zu verfolgen.**

Den Ausschlag zu dieser Empfehlung haben die folgenden Punkte ergeben:

- Die Stadtbahn ist im Falle von Teilrealisierungen (Etappen) in entscheidender Weise überlegen. Eine Teilrealisierung vor allem auch bei einem reduzierten Ausbau der Bauzone ist denkbar.
- Die Stadtbahn ist im Gegensatz zur H-Bahn in ähnlichen Einsatzräumen und Einsatzdimensionen erprobt.
- Die gegenüber dem Evaluationsprojekt zur Konfliktvermeidung erwarteten Mehrkosten sind bei der Stadtbahn geringer.
- Die Stadtbahn ist betriebswirtschaftlich klar günstiger.

Der wichtigste Vorteil der H-Bahn besteht in der schnellen Verbindung zwischen Bahnhof Oerlikon und Airgate, wo gegenüber der Stadtbahn ca. 5 Minuten Zeitvorteil realisiert werden.

Eine solche Linienführung wäre auch für die Stadtbahn möglich (mit entsprechenden Einsparungen an Zeit und Kosten), dadurch würde sie unter den hier angewendeten Bewertungsmethoden zur volkswirtschaftlich günstigsten Lösung. Dass diese Variante nicht erwogen worden ist, dürfte daran liegen, dass der direkten Anbindung der City Oerlikon und der Messe aus konzeptionellen Gründen das Primat gegeben wurde. Entsprechende Abklärungen sollten in der folgenden Planungsphase an Hand von genaueren Verkehrsmengengerüsten überprüft werden.

Weiter wird empfohlen, in der folgenden Planungsphase die beim Stadtbahnprojekt durchaus noch vorhandenen Sparpotentiale durch eine pragmatischere Projektierungsweise auszuloten und der Frage der Etappierung eine erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen.

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Darstellung der beiden Systeme	<b>3</b>
<b>Abbildung 2:</b> Indikatoren der Standardisierten Bewertung	<b>4</b>
<b>Abbildung 3:</b> Berechnung der Reisezeitdifferenz	<b>10</b>
<b>Abbildung 4:</b> Knotenbereich: Fall A	<b>26</b>
<b>Abbildung 5:</b> Knotenbereich: Fall B	<b>27</b>
<b>Abbildung 6:</b> Situation Flughafen	<b>32</b>
<b>Abbildung 7:</b> Situation Kreisel Stelzen	<b>33</b>
<b>Abbildung 8:</b> Haltestelle Balsberg	<b>34</b>
<b>Abbildung 9:</b> Situation Dübendorf - Ringstrasse	<b>35</b>

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Berechnung der Reisezeiten	<b>9</b>
<b>Tabelle 2:</b> Investitionskosten Vollausbau	<b>14</b>
<b>Tabelle 3:</b> Jahreskosten Vollausbau	<b>16</b>
<b>Tabelle 4:</b> Volkswirtschaftlicher Indikator Vollausbau	<b>17</b>
<b>Tabelle 5:</b> Betriebswirtschaftlicher Indikator Vollausbau	<b>18</b>
<b>Tabelle 6:</b> Volkswirtschaftlicher Indikator 1. Etappe	<b>18</b>
<b>Tabelle 7:</b> Betriebswirtschaftlicher Indikator 1. Etappe	<b>19</b>
<b>Tabelle 8:</b> Erfahrung mit dem System H-Bahn	<b>22</b>
<b>Tabelle 9:</b> Erweiterungsmöglichkeiten der Systeme	<b>24</b>
<b>Tabelle 10:</b> Überblick Kosten für Konfliktfälle	<b>30</b>
<b>Tabelle 11:</b> Betriebswirtschaftliche Bewertung	<b>39</b>
<b>Tabelle 12:</b> Volkswirtschaftliche Bewertung	<b>39</b>
<b>Tabelle 13:</b> Überblick zu den Indikatoren	<b>41</b>
<b>Tabelle 14:</b> Bewertung der Indikatoren	<b>42</b>
<b>Tabelle 15:</b> Differenzierter betriebswirtschaftlicher Indikator	<b>44</b>
<b>Tabelle 16:</b> Differenzierter volkswirtschaftlicher Indikator	<b>44</b>
<b>Tabelle 17:</b> Volkswirtschaftlicher Indikator nach Haltestellen	<b>45</b>
<b>Tabelle 18:</b> Bewertung der Kosten	<b>47</b>

**Tabelle A1 bis A31**

im Anhangsband

## Literatur- und Quellenverzeichnis

Bundesminister für Verkehr: Standardisierte Bewertung von Verkehrsweeinvesitionen im öffentlichen Personennahverkehr;  
erstellt im Auftrag des BMV von G. Heimerl und Intraplan Consult GmbH.  
Stuttgart, München 1988

Siemens AG - Verkehrstechnik: H-Bahn Mittelverteiler Zürich-Glattal. Evaluation Phase 5.2;  
Studienband und Anhangsband.  
o.O. 1995

Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ): Die integrale Stadtbahn.  
Zürich 1995

Zürcher Verkehrsverbund (ZVV): Öffentlicher Verkehr im Mittleren Glattal. Einzugsgebiete und Entwicklungspotentiale;  
erstellt im Auftrag des ZVV von Planpartner AG.  
Zürich 1993

Zürcher Verkehrsverbund (ZVV): Öffentlicher Verkehr im mittleren Glattal. Phase 5.2:  
Systementscheid. Technischer Bericht und Planbeilagen zum Technischen Bericht;  
erstellt im Auftrag des ZVV von Emch+Berger Zürich AG.  
Zürich 1995

Zürcher Verkehrsverbund (ZVV): Mittelverteiler Glattal. Stadtbahn oder H-Bahn?  
Planungsbericht und Planbeilagen.  
erstellt im Auftrag des ZVV von SNZ Ingenieurbüro AG.  
Zürich 1995

Zürcher Verkehrsverbund (ZVV): Verkehrliche Vorgaben für das Glattal. Grundlage für die  
Systemevaluation des Mittelvertailers im Glattal, Phase 5.2.  
Zürich o.J.