



Fusswege im System ÖV und deren Optimierungspotential

René Huber

Betreuung:
Prof. Dr. U. Weidmann, IVT, ETH Zürich
Stefan Buchmüller, IVT, ETH Zürich

Diplomarbeit
Studiengang Bauingenieurwissenschaften

WS 2006/07

Dank

Für die Unterstützung während der Durchführung meiner Diplomarbeit möchte ich mich bei folgenden Personen bedanken:

Prof. Dr. Ulrich Weidmann und Stefan Buchmüller (beide IVT, ETH Zürich) für die fachliche Begleitung dieser Arbeit,

Gabriel Anderhub (IVT) für die Vertretung von Stefan während dessen Abwesenheit,

Alexander Erath und Claude Weis (beide IVT) für die Unterstützung betreffend ÖV-Verkehrsmodell,

Hannes Schneebeli für seine fachlichen Inputs

und all jenen, die mich in irgendwelcher Art bei der Arbeit unterstützt haben.

Titelbild: Personenunterführung West, Bahnhof Wetzikon ZH, 18. Dezember 2006, 10:28
(eigenes Foto)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Zielsetzung	4
1.3	Vorgehen	4
2	Fusswege im Öffentlichen Verkehr	5
2.1	Einleitung	5
2.2	Fusswege für Reisende in ÖV-Transportketten	6
2.3	Fusswege in Fussgängeranlagen des Systems ÖV	13
2.4	Zeitbedarf für Fusswege für alle ÖV-Wege in der Schweiz	14
3	Der Mensch als Benutzer der Infrastruktur	23
3.1	Infrastrukturelevante Eigenschaften des Menschen	23
3.2	Mobilität und Behinderungen	25
3.3	Geschwindigkeitsverhalten der Fussgänger	28
3.4	Fahrgastanforderungen	34
4	Entwurf von Personenverkehrsanlagen	40
4.1	Verkehrliche Elemente der Infrastruktur	40
4.2	Verkehrliche Funktion, Anlageelemente, Prinzipien	41
4.3	Zugang zum Haltepunkt	44
4.4	Zugang zum Perron	49
4.5	Dimensionierungsaufgaben	51
4.6	Einpassung der Personenverkehrsanlagen in die Gleistopologie	54
4.7	Umsteigeanlagen	55
5	Methodik für die Untersuchung von Fallbeispielen	61
5.1	Einteilung der Bahnhöfe	61
5.2	Ablauf der Untersuchung	64

6	Zeitbedarf für Fusswege, Optimierungspotential, Massnahmen	71
6.1	Knonau.....	72
6.2	Bonstetten-Wettswil	75
6.3	Wädenswil	78
6.4	Hedingen	81
6.5	Bubikon.....	85
6.6	Wetzikon ZH	89
6.7	Zürich Altstetten.....	92
6.8	Zürich Oerlikon	96
6.9	Winterthur HB	99
6.10	Vergleich der Ergebnisse.....	102
6.11	Umsteigeanlagen.....	108
6.12	Massnahmen zur Optimierung	114
7	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen	117
8	Schlussbemerkungen und Ausblick.....	120
9	Literatur.....	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	System ÖV und Fusswege 1	19
Tabelle 2	System ÖV und Fusswege 2	20
Tabelle 3	System ÖV und Fusswege 3	21
Tabelle 4	Häufigste Probleme nach Personengruppen	27
Tabelle 5	Einflüsse auf die Fussgängergeschwindigkeit	29
Tabelle 6	Verkehrliche Funktion des Haltepunktes	42
Tabelle 7	Verlustzeiten bei Über- und Unterführungen	46
Tabelle 8	Level-of-Service von Fussgängeranlagen	53
Tabelle 9	Zeitbedarf Knonau.....	74
Tabelle 10	Zeitbedarf Bonstetten-Wettswil	77
Tabelle 11	Zeitbedarf Wädenswil.....	80
Tabelle 12	Zeitbedarf Hedingen.....	84
Tabelle 13	Zeitbedarf Bubikon	88
Tabelle 14	Zeitbedarf Wetzikon	91
Tabelle 15	Zeitbedarf Zürich Altstetten	95
Tabelle 16	Zeitbedarf Zürich Oerlikon.....	98
Tabelle 17	Zeitbedarf Winterthur HB.....	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung.....	4
Abbildung 2	Transportketten	7
Abbildung 3	Wege und Etappen.....	8
Abbildung 4	Distanzverteilung von Fussetappen zum ÖV	12
Abbildung 5	Der Weg von der Siedlung zum Haltepunkt	13
Abbildung 6	Durchschnittliche Tagesdistanzen und Unterwegszeiten	14
Abbildung 7	Häufigste Verkehrsmittelkombinationen.....	15
Abbildung 8	Wege mit ÖV-Etappen, Mikrozensus 2000	16
Abbildung 9	Kennziffern zum Modal Split (in %)	18
Abbildung 10	Vergleich Weglänge und Zeitbedarf ÖV-FW und ÖV-Etappe.....	21
Abbildung 11	Fussgängergeschwindigkeit als Funktion des Lebensalters.....	30
Abbildung 12	Fussgängergeschwindigkeit als Funktion der Gehwegneigung	33
Abbildung 13	Wahlfreie und gebundene Verkehrsteilnehmer	37
Abbildung 14	Elemente von Personenverkehrsanlagen	43
Abbildung 15	Verlustzeiten bei Über- und Unterführungen.....	46
Abbildung 16	Situationsplan Bahnhof Zürich Oerlikon	47
Abbildung 17	Seitenperron, Inselperron	55
Abbildung 18	Matrix Anbindung - Funktionalität.....	62

Abbildung 19	Übersicht über Lage der Fallbeispiele	63
Abbildung 20	Einzugsgebiet, Radius (500m)	64
Abbildung 21	Einzugsbereichs-Methoden	65
Abbildung 22	Unterteilung des Einzugsgebiets in Fussweg-Sektoren.....	66
Abbildung 23	Einsteigepunkte NVZ und HVZ	68
Abbildung 24	Legende für Fussweg-Abbildungen	71
Abbildung 25	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Knonau.....	72
Abbildung 26	Fusswege Bahnhof Knonau.....	73
Abbildung 27	Zeitgewinn Knonau	74
Abbildung 28	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Bonstetten-Wettswil.....	76
Abbildung 29	Fusswege Bahnhof Bonstetten-Wettswil.....	77
Abbildung 30	Zeitgewinn Bonstetten-Wettswil	78
Abbildung 31	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Wädenswil.....	79
Abbildung 32	Fusswege Bahnhof Wädenswil	80
Abbildung 33	Zeitgewinn Wädenswil	81
Abbildung 34	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Hedingen.....	82
Abbildung 35	Fusswege Bahnhof Hedingen	83
Abbildung 36	Zeitgewinn Hedingen	84
Abbildung 37	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Bubikon	86

Abbildung 38	Fusswege Bahnhof Bubikon	87
Abbildung 39	Zeitgewinn Bubikon	88
Abbildung 40	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Wetzikon	90
Abbildung 41	Fusswege Bahnhof Wetzikon.....	91
Abbildung 42	Zeitgewinn Wetzikon.....	92
Abbildung 43	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Zürich Altstetten	93
Abbildung 44	Fusswege Bahnhof Zürich Altstetten.....	94
Abbildung 45	Zeitgewinn Zürich Altstetten.....	95
Abbildung 46	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Zürich Oerlikon	96
Abbildung 47	Fusswege Bahnhof Zürich Oerlikon	97
Abbildung 48	Zeitgewinn Zürich Oerlikon	98
Abbildung 49	Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Winterthur HB.....	99
Abbildung 50	Fusswege Bahnhof Winterthur HB.....	100
Abbildung 51	Zeitgewinn Winterthur HB	101
Abbildung 52	Zeitbedarf für Fusswege Stopp-Balken - Einsteigepunkt.....	102
Abbildung 53	Zeitbedarf für Zugang, gemessen an 1.7 FW-Etappen	103
Abbildung 54	Zeitgewinn je Zugangsweg und Benutzer	104
Abbildung 55	Zeitbedarf Ist, Optimiert, Zeitgewinn	105
Abbildung 56	Zeitgewinn durch optimierte Fussgängerführung	106

Abbildung 57	Zeitgewinn durch optimierte Fussgängerführung	107
Abbildung 58	Zeitgewinn pro Tag, über alle Benutzer	108
Abbildung 59	Zeitersparnis bei Umsteigerelation Bahn-Bahn	110
Abbildung 60	Zeitersparnis bei Umsteigerelation Bahn-Bus	111
Abbildung 61	Investitionskosten für Optimierungsmassnahmen	117
Abbildung 62	Kosten je Bahnhofbenutzer.....	118
Abbildung 63	Kosten je Stunde Zeitgewinn	119

Anhangverzeichnis

A 1	Berechnung der ÖV-Fusswege	1
A 2	Daten des ÖV-Verkehrsmodells des Kantons Zürich.....	2
A 3	Einsteigepunkte NVZ und HVZ	3
A 4	Verteilung der Benutzerzahlen auf die Fussweg-Sektoren	8
A 5	Berechnungstabellen für Fusswege	11

Abkürzungen

FW-E	Fussweg-Etappe
HVZ	Hauptverkehrszeit
ITF	Integraler Taktfahrplan
IV	Individualverkehr
mIV	motorisierter Individualverkehr
MZ	Mikrozensus zum Verkehrsverhalten
NVZ	Nebenverkehrszeit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
VböV	Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs

Diplomarbeit Studiengang Bauingenieurwissenschaften

Fusswege im System ÖV und deren Optimierungspotential

René Huber
Bruggenmattweg 49
8906 Bonstetten

Telefon: 043/466'06'37
reneghuber@hispeed.ch

Januar 2007

Kurzfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit werden die Fusswege, welche als Zugangswege zum öffentlichen Verkehrssystem oder in dessen Umsteigeanlagen auftreten, analysiert. Der Fussverkehr wird in der Verkehrsplanung vielerorts vernachlässigt, obwohl er einen wesentlichen Teil zur Mobilität der Gesellschaft beiträgt. Als Teil einer Reise mit dem öffentlichen Verkehr werden Fusswege oft als negativer Aspekt einer Reise wahrgenommen, im Gegensatz zum Zugangsweg zum Auto.

Anhand von Fallbeispielen im Kanton Zürich wird das Optimierungspotential von Bahnhöfen im Bezug auf Zugangs- und Umsteigewege untersucht und ein durchschnittlicher Zeitgewinn pro Zugangsweg und Bahnhofbenutzer durch optimierte Fusswege berechnet.

Schlagworte

Fusswege; Fussgänger; ÖV; Optimierungspotential; Transportkette;; Umsteigevorgang; Zugänglichkeit; Fussgängeranlagen; Zeitbedarf; Fussgängerführung; Personenunterführung; Peron; Weg; Etappe; Zugangsweg; Umsteigeweg; Haltepunkt; Siedlungsraum.

Zitierungsvorschlag

Huber, R. (2007) Fusswege im System ÖV und deren Optimierungspotential, Diplomarbeit, IVT ETH Zürich, Zürich

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Transportkette von Nutzern der Bahn als Rückgrat des öffentlichen Verkehrs (ÖV) enthält in den meisten Fällen mehrere Etappen, die zu Fuss zurückzulegen sind. Die Fusswege treten sowohl beim Zugang zum System ÖV selbst sowie bei allfälligen Umsteigevorgängen auf. Die Fusswege senken aufgrund der relativ geringen Gehgeschwindigkeiten die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit des ÖV-Benutzers. Sie können auch eine Qualitätseinbusse beim Reisekomfort darstellen, insbesondere bei überlangen Wegen, bei hohem Personenaufkommen, bei extremen Witterungseinflüssen oder bei ungenügenden Orientierungsmöglichkeiten.

Bei den Fusswegen im Zusammenhang mit der Nutzung der Bahn sind grundsätzlich drei Fälle zu unterscheiden:

1. Der Zugang zum Verkehrsmittel Bahn erfolgt über Fusswege von der Haustür oder vom Endpunkt des Zubringerverkehrsmittels zum Einsteigeort am Zug. Der Zeitbedarf für diese Zugangswege ist Teil der Gesamtreisezeit und verlängert diese entsprechend.
2. Bei der Reise mit dem öffentlichen Verkehr muss innerhalb des Systems je nach Destination umgestiegen werden. Für diese Umsteigevorgänge an ÖV-Knoten sind bei fahrplanmässigen Anschlüssen häufig Übergangszeiten vorgegeben. Diese bilden die Zeitvorgabe für das Zurücklegen der Umsteigewege durch die Fahrgäste. Verspätete Ankünfte wirken sich hier in Form besonders knapper Umsteigezeiten und hohem Stress für die Reisenden aus, oder der Anschluss wird verpasst.
3. Bei der Anwendung des integralen Taktfahrplans (ITF) sind die Kantenzeiten (Zeitdauer zwischen den Abfahrten der Züge an den Umsteigeknoten) vorgegeben. Sie lassen sich durch teure Fahrzeitverkürzungen oder durch Optimierung der Umsteigevorgänge erreichen.

Somit haben die Anbindung von Bahnhöfen an die Fusswege der umliegenden Siedlungsgebiete und der Einbezug der Zubringerverkehrsmittel einen Einfluss auf den Zeitbedarf für die

Zugangswege und damit auf die Gesamtreisezeit. Durch eine optimale Gestaltung der Bahnhofsanlagen und deren Anbindung an das Siedlungsgebiet können die Fusswege und der dafür notwendige Zeitbedarf minimal gehalten werden. Und mit einer optimalen Gestaltung der Umsteigeanlagen können die Umsteigevorgänge verkürzt respektive die Umsetzung des ITF unterstützt und der Komfort für die Reisenden erhöht werden.

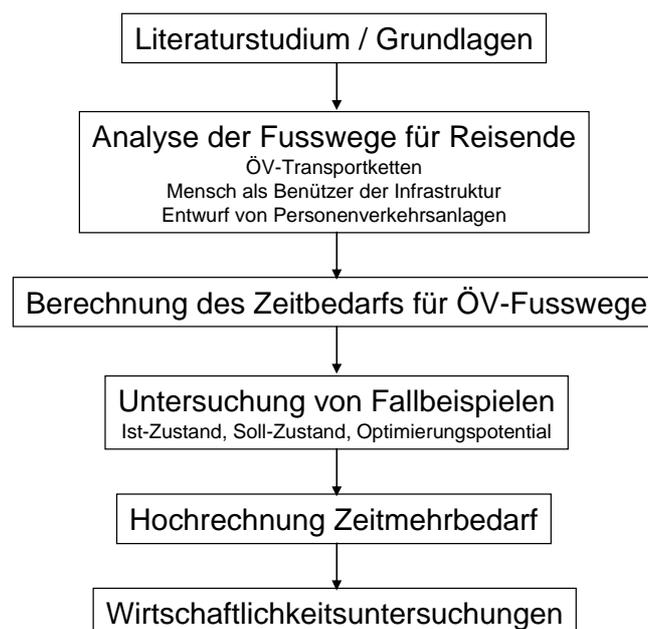
1.2 Zielsetzung

In dieser Arbeit soll untersucht werden, an welchen Stellen innerhalb der Transportketten eines ÖV-Benutzers respektive in welchen Anlagen des Systems ÖV Fusswege auftreten, wie sich diese charakterisieren lassen und wie gross der Zeitbedarf für diese Wege mittels Hochrechnung am Beispiel der ganzen Schweiz ist. Weiter wird das Optimierungspotential zur Verkürzung dieser Wege und die Wirtschaftlichkeit (in Form einer Kosten-Nutzen-Untersuchung) von solchen Optimierungsmassnahmen untersucht.

1.3 Vorgehen

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung wird das Vorgehen gemäss Abbildung 1 verwendet.

Abbildung 1 Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung



2 Fusswege im Öffentlichen Verkehr

Fussverkehr ist Verkehr. Fussverkehr ist sowohl Strassenverkehr, da er auf Strassen und Wege angewiesen ist, als auch unverzichtbarer Bestandteil des öffentlichen Verkehrs, denn fast jeder Passagier ist vor und nach der Reise als Fussgänger oder Fussgängerin unterwegs. Diese Scharnierfunktion verleiht dem Fussverkehr eine zentrale Bedeutung in den Verkehrsabläufen und damit in der gesamten Verkehrsplanung (Thomas, Schweizer, 2003).

2.1 Einleitung

Fusswege stellen sowohl beim öffentlichen Verkehr (ÖV) wie auch beim Individualverkehr (IV) das erste und letzte Glied einer Reise dar. Insofern sind Fusswege ein wichtiges funktionelles Element des Verkehrs. Gegenüber anderen Verkehrsmitteln besitzen Fusswege eine Reihe abweichender Eigenschaften, die es bei der Planung zu berücksichtigen gilt. So besitzen Fussgänger bei geringem Platzbedarf eine geringe Geschwindigkeit und eine hohe Steigfähigkeit. Sie sind jedoch sehr empfindlich auf Umwege und Steigungen. Auch einen Einfluss auf die Akzeptanz von Fusswegen hat die Gestaltung der Verkehrsräume. Fussgängerfreundliche und für den Benutzer attraktiv gestaltete Fusswege werden besser akzeptiert und folglich auch stärker frequentiert.

Der Fussverkehr bildet mit seinen raumsparenden und umweltschonenden Eigenschaften für das Wohlergehen der Gesellschaft mit dem Verkehr als Motor ein wichtiges Element. Jeder Weg zu Fuss anstelle der Benutzung eines Fahrzeugs trägt zur Verminderung von Staus, Lärm und Abgasemissionen bei. So widerspricht auch die meist auf Motorfahrzeuge ausgerichtete Siedlungsplanung und –Architektur einem Streben nach menschenfreundlicher Umgebung in einem funktionierenden Verkehrssystem. Zum Beispiel senken lange Wartezeiten an Lichtsignalen von Kreuzungen infolge Priorisierung des motorisierten Individualverkehrs die Geschwindigkeit des Fussverkehrs und stellen eine Komfortbeeinträchtigung dar.

In der Gesellschaft ist man sich der Bedeutung und der Wichtigkeit der Fusswege als Teil des Verkehrssystems ungenügend bewusst. Die Fusswege werden, da sie für jedermann als etwas Selbstverständliches und Natürliches angenommen werden, oft nicht als eigentliches Fortbewegungsmittel wahrgenommen und somit nicht mit dem Begriff „Verkehr“ in Zusammenhang gebracht. Es entsteht daraus in Verbindung mit einer Fahrt per Auto oder öffentlichem

Verkehr ein sonderbarer Dualismus der Wahrnehmung. Während Zu-Fuss-Gehen auf eine Haltestelle durchaus als (negatives) Element einer ÖV-Fahrt wahrgenommen wird, wird der analoge Zugangsweg zum Auto als Element einer IV-Fahrt ignoriert, obwohl die Fusswege-Distanz bis zum Auto vor allem in städtischen Gebieten durchaus die Grössenordnung des Zugangsweges zu einer Haltestelle annehmen kann (Jermann, 2004).

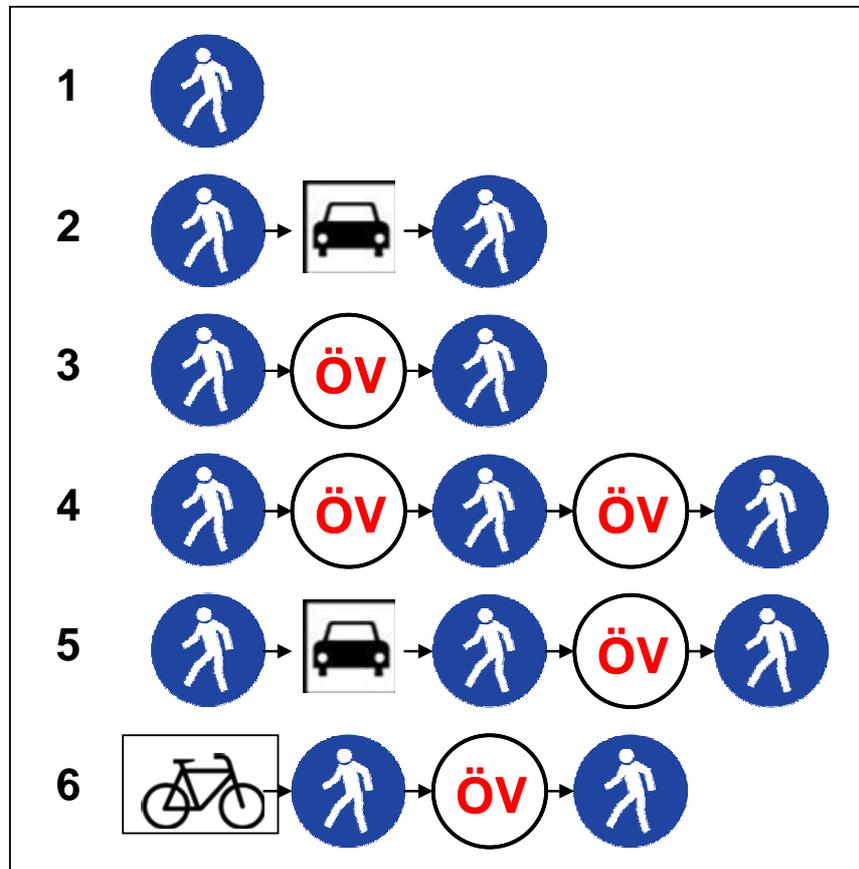
2.2 Fusswege für Reisende in ÖV-Transportketten

Es ist naheliegend, dass der öffentliche Verkehr nur funktioniert, wenn die Erreichbarkeit der Ausgangsstation und die Feinverteilung am Zielort gewährleistet sind. Wege, die mit dem ÖV zurückgelegt werden, sind daher immer mit Wegetappen anderer Verkehrsmittel gekoppelt. Kaum jemand wohnt direkt neben einer Bushaltestelle und arbeitet in einem Bahnhofgebäude und kann somit ausschliesslich mit dem öffentlichen Verkehr zur Arbeit pendeln. Der öffentliche Verkehr darf deshalb nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss immer als Teil der kombinierten Mobilität aufgefasst werden. Für die Qualität des Angebots im öffentlichen Verkehr ist nicht dieser allein massgebend, sondern immer seine Kombination mit den Zugangsmöglichkeiten. Der Fussverkehr ist dabei von grundlegender Bedeutung. Nur bei jedem achten Weg, der mit dem ÖV unternommen wird, kommt noch ein privates Fahrzeug wie das Auto, Motorrad oder Velo zum Einsatz (Thomas, Schweizer, 2003).

2.2.1 Transportketten

Die ÖV-Transportketten sind also Wege, welche aus mindestens einer ÖV-Etappe und allfälligen weiteren Etappen, welche mit einem anderen Verkehrsmittel als dem ÖV zurückgelegt werden, bestehen. Abbildung 2 zeigt eine Auflistung an möglichen Verkehrsmittelkombinationen, welche bei einem Weg auftreten können, wobei 3.-6. die ÖV-Transportketten abbilden:

Abbildung 2 Transportketten



In der obigen Abbildung sind die Transportketten 1 bis 3 Wege, die eine **monomodale Nutzung** des Verkehrssystems widerspiegeln. Das heisst, dass pro Weg nur ein einziges Transportmittel benutzt wird. Ein Weg besteht also aus maximal zwei Fussetappen und einer Auto- respektive ÖV-Etappe. Da Fusswege theoretisch an jedem Anfang und Ende eines Weges stehen, werden diese nicht als zusätzliches Transportmittel betrachtet. Drei Viertel der Bevölkerung benutzen nur ein einziges Transportmittel am Tag. Im Falle einer kombinierten Nutzung von Verkehrssystemen geschieht der Wechsel des Transportmittels meist zu Hause. Das Domizil erscheint also als hauptsächliche Verkehrsschnittstelle, steigt man doch hier vom Auto auf den ÖV, vom Auto aufs Velo um.

Die Transportketten 4 bis 6 sind Wege, bei welchen eine **intermodale Nutzung** des Verkehrssystems auftritt. Hier wird also innerhalb eines Weges das Transportmittel gewechselt.

Die Wege bestehen folglich, nebst mehrerer Fussstapfen, aus mindestens zwei Etappen verschiedener Transportmittel. Personen, welche das Verkehrssystem intermodal nutzen, frequentieren oft öffentliche Räume wie Umsteigepunkte und verfügen normalerweise über eine höhere Bildung beziehungsweise einen höheren sozialen Status. Es bleibt jedoch heraus zu finden, aus welchen Gründen das so ist: Mögliche Gründe wären beispielsweise der Zeitgewinn gegenüber der monomodalen Lösung, die Möglichkeit, Aktivitäten an den Schnittstellen (Umsteigebahnhöfe) zu kombinieren, oder die zusätzlich verfügbare Zeit im Zug (Kaufmann, Jemelin, Joye, 2000).

2.2.2 Wege und Etappen

Ein **Weg** besteht aus einer oder mehreren Etappen und wird definiert durch den Zweck, das heisst die Tätigkeit am Wegziel. Ist der Zielort erreicht, ist der Weg zu Ende. Wechselt der Zweck unterwegs, beginnt ein neuer Weg. (Siehe auch Abbildung 3)

Jede **Etappe** ist mindestens 25 Meter lang. Davon ausgenommen sind Ortsveränderungen innerhalb privater oder geschäftlicher Räume. Eine Etappe wird bestimmt durch die Benutzung eines bestimmten Verkehrsmittels; wechselt das Verkehrsmittel, beginnt eine neue Etappe, aber nicht ein neuer Weg (ARE BFS, 2001).

Abbildung 3 Wege und Etappen



Quelle: ARE BFS, 2001

2.2.3 Erfassung der Fusswege

Obwohl mit dem Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten eine vertiefte Analyse des Verkehrsverhaltens auch für den Fussverkehr vorliegt, zeigt sich bei genauerer Analyse, dass die

Erfassung der Fusswege immer noch nicht adäquat erfolgt ist und dass die Statistik wesentliche Abweichungen vom plausibel erklärbareren Verkehrsverhalten darstellt. Da nämlich fast alle Ursprünge und Ziele von Verkehrswegen mehr als 25 Meter von der nächsten Bahn- oder Bushaltestelle entfernt liegen, müsste eigentlich fast jeder Weg mit einer ÖV-Etappe auch 2 Fusswegetappen enthalten, es sei denn, die befragte Person fahre von der Haltestelle mit dem Velo oder mit einem Auto weiter, welches in weniger als 25 Meter Entfernung bereit steht. Eine entsprechende Auswertung des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten zeigt aber, dass weder das eine noch das andere der Fall ist. Wege, die eine ÖV-Etappe enthalten, werden oft alleine dem ÖV zugerechnet und die Zugangsetappen von und zur Haltestelle häufig vergessen.

Völlig vernachlässigt wurden in den bisherigen Erhebungen die Wege, welche sich durch dem Umsteigevorgang zwischen zwei ÖV-Etappen gleichen Verkehrsmittels ergeben. Diese Tatsache beruht auf der Definition einer Etappe; solange ausschliesslich dasselbe Verkehrsmittel, beispielsweise die Bahn, benutzt wird, beginnt auch keine neue Etappe, auch wenn bei der Reise von Zürich Oerlikon via Zürich Hauptbahnhof nach Sierre zweimal umgestiegen werden muss (Zürich HB und Brig oder Lausanne) und zwei Umsteigefusswege mit deutlich mehr als 25m Distanz zurückgelegt werden müssen.

In der Verkehrsplanung gehen Fusswege als erstes und letztes Element einer Reise in Form von Zugangs- und Abgangswegen, oder bei Verkehrsmittelwechsel in Form von Umsteigewegen ein. Zugangswege definieren sich als Strecke von Gebäuden als Startpunkt zum Zugangspunkt eines Verkehrssystems (Haltestelle, Parkplatz-Standort), Abgangswege analog als Strecke zwischen Endpunkt einer Fahrt zum Gebäude als Zielpunkt.

2.2.4 Zukünftige Entwicklung in der Fussweg-Erfassung

Im Detailkonzept zum Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 wurde die Definition für Wege und Etappen leicht abgeändert:

- **Eine Etappe** stellt den Teil eines Weges dar (>25 m), der *mit ein und demselben Verkehrsmittel* zurückgelegt wird, oder der aufhört bzw. beginnt, wenn das Unterwegssein für mindestens 15 Minuten unterbrochen wird. Der Wechsel von einem Verkehrsmittel auf ein anderes desselben Typs (z.B. das Umsteigen von einem Bus auf einen anderen) hat eine neue Etappe zur Folge. Die Etappe bildet die **Grundeinheit für die Erfassung der Mobilität**, auf deren Grundlage die übrigen Mobilitätsgrössen erstellt werden, und gibt Aufschluss über die verwendeten Verkehrsmittel.

- **Ein Weg** wird zu *einem konkreten Zweck* zurückgelegt. Er beginnt, wenn sich eine Person in Bewegung setzt, und endet, wenn sie den Ort "zur Durchführung des Zwecks" erreicht hat oder wenn sie sich eine Stunde und länger am gleichen Ort aufhält. Er umfasst eine oder mehrere Etappen und stellt das Hauptinstrument zur Beschreibung des Verkehrsverhaltens dar. Er verbindet die für einen Verkehrszweck zurückgelegten Etappen.

Im Unterschied zu den bisherigen Erhebungen beginnt beim Umsteigen von Bahn zu Bahn oder Bus zu Bus eine neue Etappe.

Ein Hauptproblem beim Etappenkonzept stellt gemäss Mikrozensus 2005-Detailkonzept die Abgrenzung zwischen zu erfassenden und nicht zu erfassenden Kürzest-Etappen dar, welche meistens „zu Fuss“ absolviert werden. Es hat sich herausgestellt, dass im Mikrozensus 2000 viele Lücken bei den zu-Fuss-Etappen bestehen, die gemäss obiger Definition eigentlich aufgenommen werden müssten. Um konsistente Zeitreihen mit früheren Mikrozensen zu gewährleisten muss aber insbesondere das „25-Meter Kriterium“ genauer interpretiert werden (ARE BFS, 2004):

- Das 25-Meter-Kriterium als Richtwert
- Es gilt, die relevanten Fussetappen innerhalb einer Wegekette aufzunehmen; diese aber vollständig. Dazu zählen namentlich Zu- und Abgangswege zu ÖV-Haltestellen oder Parkplätzen sowie distanz- und zeitmässig nennenswerte, eigenständige "zu Fuss"-Etappen mit eigenem Wegeziel (Verkehrszweck).
- Bewegungen innerhalb desselben Gebäudes (z.B. **Umsteigen am Bahnhof**) bzw. eines Etappenzielortes werden hingegen nicht aufgenommen.
- Bei ("zu Fuss"-) Einkaufs- und Freizeitzielen mit mehreren Stationen muss jeweils der Hauptstandort als Etappenziel aufgenommen werden (bei Rundwegen mit Start- und Endziel am gleichen Ort und ohne Wechsel des Verkehrsmittels wird kein weiterer Etappenort aufgenommen).

Es werden also auch in Zukunft keine Erhebungen durchgeführt werden, welche die Umsteigewege und die daraus resultierenden effektiven Wartezeiten an den Knotenpunkten berücksichtigen, weshalb man sich im Zusammenhang mit Berechnungen von Fussweglängen im System ÖV weiterhin mit Abschätzungen begnügen muss.

2.2.5 Fusswege und Verkehrsplanung

Beim öffentlichen Verkehr beschreiben – analog zu den Routenplanern und Autonavigationssystemen beim Individualverkehr – Fahrplanauskunftssysteme die Fahrt bis auf Stufe Haltestelle. Vorhergehende beziehungsweise anschliessende Fusswege werden in Routenplanern nicht berücksichtigt oder sind nicht ausgewiesener Bestandteil einer adressscharfen Routenauskunft. In der Fahrplanauskunft sind Zugangs- und Abgangswege nicht enthalten, oder wie beim Tür-zu-Tür-Fahrplan nur – im Verhältnis zur zeitlichen Genauigkeit der ÖV-Fahrt – grob als eine aus der Luftdistanz umgerechnete Zugangszeit.

Diese Informationslücke beim ersten und letzten Glied der Transportkette schlägt sich auch in der Verkehrsplanung nieder, wo entsprechend die fussläufige Anbindung ans ÖV-System nur grob und somit ungenügend berücksichtigt wird. Hingegen gilt es als erwiesen, dass Zugangs- und Abgangswege eine sehr grosse Wirkung bei der Verkehrsmittelwahl besitzen. (Jermann, 2004)

2.2.6 Trennende Wirkung von Verkehrsanlagen

Das ÖV-System kann für die Fusswege auch negative Auswirkungen haben. Insbesondere Bahnanlagen können trennende Wirkungen auf das umliegende Gebiet ausüben, weil das Überschreiten der Geleise fast ausnahmslos verboten ist. Dies kann zu einer Behinderung der Bahnbenutzer führen, indem diesen ein vormals direkter und attraktiver Zugang zu den Haltestellen verwehrt oder doch erschwert wird, was wiederum die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs senkt. Auch der Umbau von Bahnhofsanlagen und den Ersatz von niveaufreien Zugängen zu den Geleisen durch Unterführungen kann zu deutlich längeren und unattraktiven, weil erschwerten Zugangswegen führen. Beispiele dafür sind die Bahnhöfe Bonstetten-Wettswil, Bubikon, Embrach-Rorbas, um nur einige zu nennen. Zudem sind Unterführungen unbeliebt und werden von den Fussgängern oft als unsichere Wegstrecken wahrgenommen.

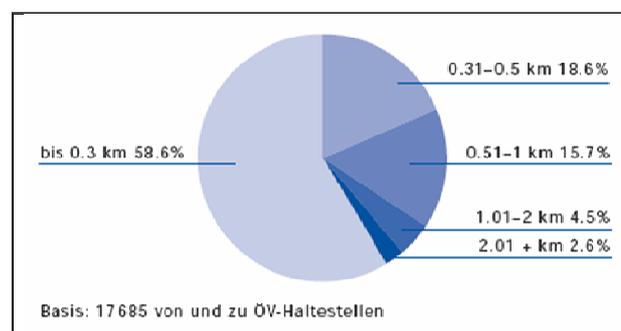
2.2.7 Länge der Fusswege zur Haltestelle

Anhand der Untersuchung der Fusswege des Bahnhofs Embrach-Rorbas kam man zum Resultat, dass bis zu einer Luftlinien-Entfernung von 600m zwischen Wohnung und Bahnhof diese Distanz fast ausschliesslich zu Fuss zurückgelegt wird. Velos und Mofas gewinnen ab 600m Distanz vermehrt an Bedeutung. Und ab einer Entfernung von 900m gehen praktisch nur noch vereinzelte Pendler zu Fuss zum Bahnhof, dafür wird vermehrt der Bus beziehungsweise das Postauto benutzt (Berg, Maurer, Odermatt, 1983).

Allgemein betrachtet wird angenommen, dass effektive Gehdistanzen von der Wohnung aus gerechnet zu einer Haltestelle inklusive eines Umwegfaktors von 1.2 im Idealfall 300m (Tram, Bus) und 1000m (Bahn) nicht überschreiten sollten. Maximal zulässig, jedoch für Berechnungen nicht sinnvoll gelten Distanzen von 600m respektive 1500m. Die Akzeptanz eines Zugangs zur Haltestelle ist jedoch nicht nur von der Fussweglänge abhängig, sondern auch von der Qualität des ÖV-Angebotes und jener des Individualverkehrs. Denn sehr gute Bahn-, Bus- oder Tramverbindungen oder schlechte Rahmenbedingungen für die Automobilisten (fehlende Parkplätze) können auch längere Zugangswege annehmbar machen.

Die Distanzverteilung der Fusswegetappen im Zugang zu den Haltestellen des öffentlichen Verkehrs (Abbildung 4) gibt Hinweise auf die Erschliessungsqualität. Eine optimale Verknüpfung mit dem ÖV ist – neben dem Fahrplanangebot, das auch in den Randzeiten kundenorientiert sein sollte – eine der wichtigsten Massnahmen zur Attraktivitätssteigerung und damit zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität, die auf den ÖV sowie den Fussgänger- und Veloverkehr setzt. So beträgt die Distanz für 58.6 % dieser Zugangswege weniger als 300m, für 77.2 % weniger als 500m und für knapp 93 % weniger als 1km.

Abbildung 4 Distanzverteilung von Fussstapen zum ÖV



Quelle: ARE BFS, 2001

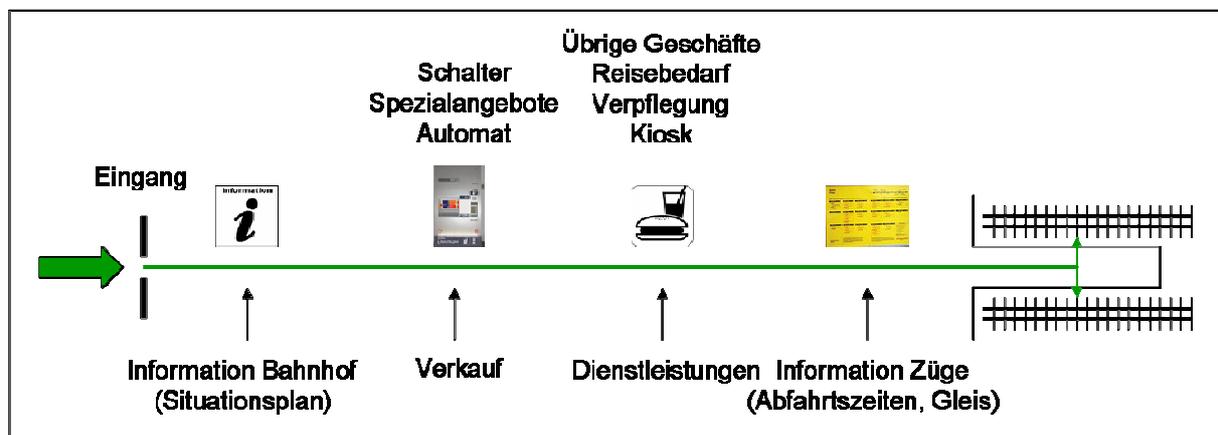
Das Einzugsgebiet eines Bahnhofs hängt stark von den Perronzugängen ab. Werden die (meist bestehenden) zentralen Perronzugänge durch zusätzliche Perronzugänge an den Enden der Perrons ergänzt, so vergrössert sich der Einzugsbereich entsprechend und verkürzt sich der Zugangsweg für Teile des Einzugsbereiches deutlich, weshalb solche zusätzliche Perronzugänge eigentlich immer zu fördern sind (Berg, 1988).

2.3 Fusswege in Fussgängeranlagen des Systems ÖV

Nicht nur beim Zugang zum ÖV-System treten Fusswege auf, sondern auch innerhalb der Infrastrukturbauten des ÖV-Systems selbst. Solche Fusswege führen einerseits vom Zugang zum Bahnhof/Haltestelle von der Siedlung respektive vom Park&Ride, Bike&Ride, Kiss&Ride bis zum Perron/Einsteigestelle, andererseits vom Perron/Einsteigestelle des einen ÖV-Transportmittels zum anderen (Umsteigewege Bahn-Bahn beziehungsweise Bahn-Bus/Tram/Postauto/Schiff). Diese Zugangs- oder Umsteigewege können ebenerdig sein oder Treppen, Rampen, Rolltreppen, Rollbänder oder Rampentreppen enthalten.

Entlang der Fussgängeranlagen des ÖV-Systems befinden sich diverse Einrichtungen für den ÖV-Nutzer (siehe Abbildung 5), wie beispielsweise Informationen über den Bahnhof und die Siedlung (Übersichtspläne), Verkaufsstellen für Bilette und Spezialangebote - mindestens jedoch ein Automat -, weitere Dienstleistungen wie Kiosk, Verpflegungsmöglichkeiten wie Cafés und Restaurants, Toiletten, Telefonzellen, Reisebedarf und übrige Geschäfte, und Informationen über die Züge (Abfahrts- und Ankunftszeiten, Gleisnummer, Zugzusammensetzung).

Abbildung 5 Der Weg von der Siedlung zum Haltepunkt



Quelle: Schema aus Weidmann, 2004; eigene Grafik

Bei Umsteigeanlagen im ÖV-System sind Fussgängeranlagen Schnittstellen zwischen den verschiedenen Transportmitteln. Das Angebot vor Ort bietet den Nutzern des ÖV-Systems die

Möglichkeit, mehrere Aktivitäten an den Schnittstellen zu kombinieren, also beispielsweise das Transportmittel zu wechseln und auf dem Umsteigeweg etwas einzukaufen.

2.4 Zeitbedarf für Fusswege für alle ÖV-Wege in der Schweiz

Wie bereits erwähnt, hat keine andere Verkehrsart so viele effektive und potentielle NutzerInnen wie der Fussverkehr, da sich jeder Mensch jeden Tag zu Fuss bewegt. Trotzdem existieren bedeutend weniger und nur ungenaue Daten zum Fussverkehr als beispielsweise zum motorisierten Individualverkehr, obwohl der Fussverkehr im gesamten Verkehrsgeschehen von eminenter Bedeutung ist. Die durchschnittlich zu Fuss täglich zurückgelegte Distanz beträgt mit 1.7km zwar nur 4.6% der totalen Tagesdistanz, doch die dafür aufgewendete Zeit macht mit 28.9min über 34% der täglichen Unterwegszeit aus (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6 Durchschnittliche Tagesdistanzen und Unterwegszeiten

Verkehrsmittel	2000				Unterwegszeit (min)		1994	
	Distanz (km)		Stadt Zürich	übriger Kanton ZH	ZH	CH	Distanz ZH (km)	Unterwegszeit ZH (min)
	ZH	CH						
zu Fuss	1,8	1,7	2,3	1,7	29,6	28,9	1,6	26,1
Velo	1,0	0,9	0,5	0,9	4,4	4,7	1,0	4,4
langsame Verkehrsmittel (LV)	2,8	2,7	2,7	2,5	34,0	33,6	2,6	30,5
Mofa	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	0,2
Motorrad	0,4	0,5	0,1	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4
Auto als Fahrer	17,2	17,8	13,8	19,6	25,3	25,8	16,5	24,9
Auto als Mitfahrer	6,2	7,1	6,6	6,7	8,2	9,5	6,3	8,3
motorisierter Individualverkehr (MIV)	24,0	25,7	20,7	26,9	34,6	36,6	23,1	33,9
Bahn	5,9	5,0	6,5	5,6	6,2	4,9	5,7	6,2
Postauto	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,3
Tram und Bus	2,1	1,3	5,2	1,2	6,6	4,4	1,8	6,4
öffentlicher Verkehr (ÖV)	8,1	6,6	11,7	6,8	13,0	9,6	7,7	12,9
übrige Verkehrsmittel	1,1	2,2	0,8	1,0	3,5	4,6	2,0	4,8
Total	36,1	37,1	35,9	37,2	85,1	84,5	35,4	82,1

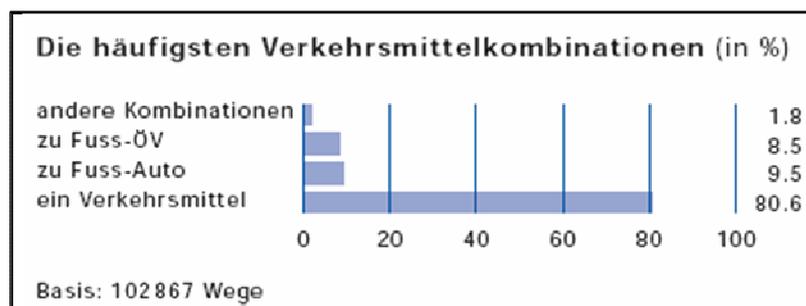
Quelle: Daten aus ARE BFS, 2001; Grafik aus Moser, 2003

2.4.1 Berechnungsgrundlagen

Um den Zeitbedarf für Fusswege für alle ÖV-Wege berechnen zu können, wird die Anzahl an Fusswegetappen, welche sich durch die Benutzung des ÖV-Systems (Bahn, Postauto, Tram und Bus) ergeben, benötigt. Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten erkennt man, dass die Fusswegetappen nur ungenügend erfasst werden. Wenn man die häufigsten Verkehrsmittelkombinationen (siehe Abbildung 7) untersucht, wird dort angegeben, dass bei 80.6% aller zurückgelegten Wege ausschliesslich ein Verkehrsmittel benutzt wird. Bei 9.5% wird ein Fussweg mit dem Auto kombiniert, und bei 8.5% der Wege ein Fussweg mit dem ÖV.

Diesen Wert von 80.6% gilt es äusserst kritisch zu hinterfragen, denn dies würde heissen, dass nicht einmal bei jedem fünften Weg, werde dieser mit dem Auto oder mit dem ÖV zurückgelegt, ein Fussweg mit einer Distanz von mehr als 25 Metern – gemäss Definition für eine Etappe – enthalten wäre. Nur schon der Weg von der Wohnung zur Garage beträgt jedoch bei der Mehrzahl aller Reiheneinfamilien- und Mehrfamilienhäuser deutlich mehr als 25 Meter. Erklärbar ist diese Vernachlässigung des Fussweges einerseits mit der Selbstverständlichkeit des Zu-Fuss-Gehens, vor allem als Beginn oder Ende einer Reise mit dem Auto, andererseits mit der ungenügend genauen Erfassung der Kurzetappen und der Tatsache, dass Umsteige-fusswege nicht erfasst werden.

Abbildung 7 Häufigste Verkehrsmittelkombinationen



Quelle: ARE BFS, 2001

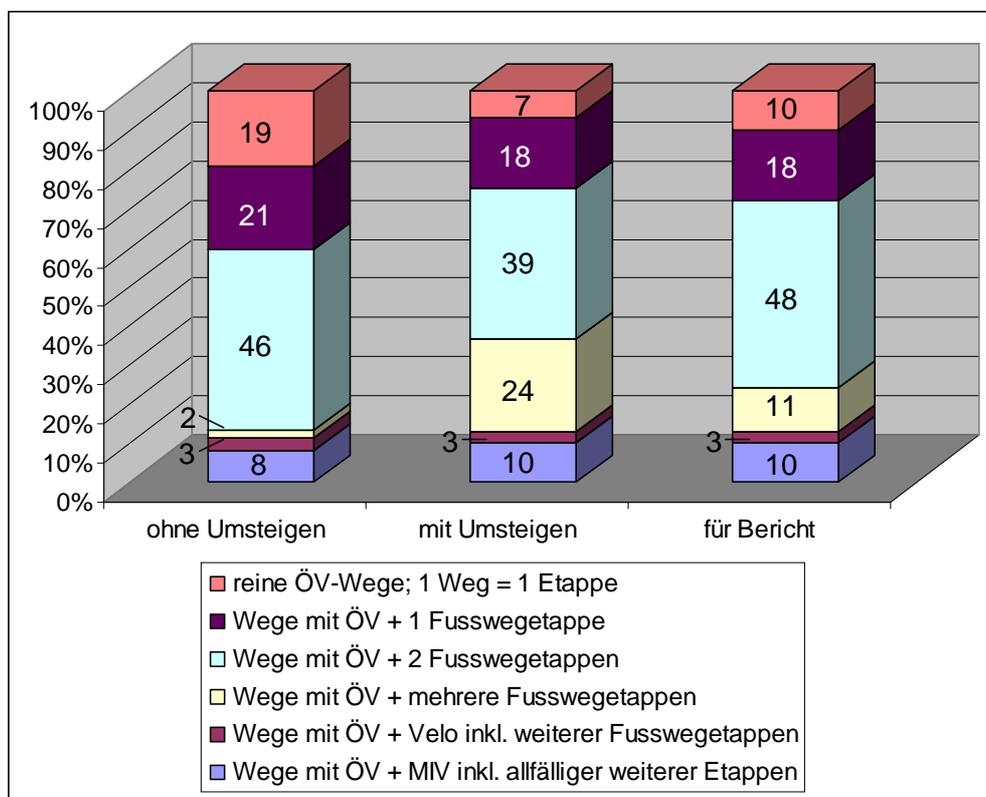
Für die Berechnung des Zeitbedarfs der Fusswege für alle ÖV-Wege werden nun alle Wege betrachtet, welche mindestens eine ÖV-Etappe enthalten. Analysiert wurden 8285 Wege ohne

Umsteigen (nur 1 ÖV-Verkehrsmittel genutzt) und 3261 Wege mit Umsteigen (mehrere ÖV-Verkehrsmittel genutzt) (Thomas, Schweizer, 2003). Wie in Abbildung 8 erkennbar ist, enthalten 19% beziehungsweise 7% der erfassten ÖV-Wege gar keine Fusswegetappen (reine ÖV-Wege) und weitere 21% respektive 18% nur eine Fusswegetappe.

Diese Fahrgäste müssten streng genommen im Bahnhof oder gleich neben einem Bushalt wohnen und/oder arbeiten beziehungsweise den Zweck ihrer Mobilität erfüllt haben. Auch hier besteht also wieder das Problem der ungenügenden Erfassung der Fusswege in den Befragungen zum Mobilitätsverhalten. Deshalb wurden für die Berechnung der durchschnittlichen Fusswegdistanz, welche direkt aus der Benutzung des öffentlichen Verkehrssystems resultiert, die Werte gemäss Abbildung 8, Säule „für Bericht“, angepasst.

Weiter wurde für den Wegtyp „Wege mit ÖV und mehr als 2 Fusswegetappen“ die Zahl von 3 Fusswegetappen und für den Wegtyp „Wege mit ÖV und mIV und weitere“ die Zahl von 2 Fusswegetappen angenommen.

Abbildung 8 Wege mit ÖV-Etappen, Mikrozensus 2000

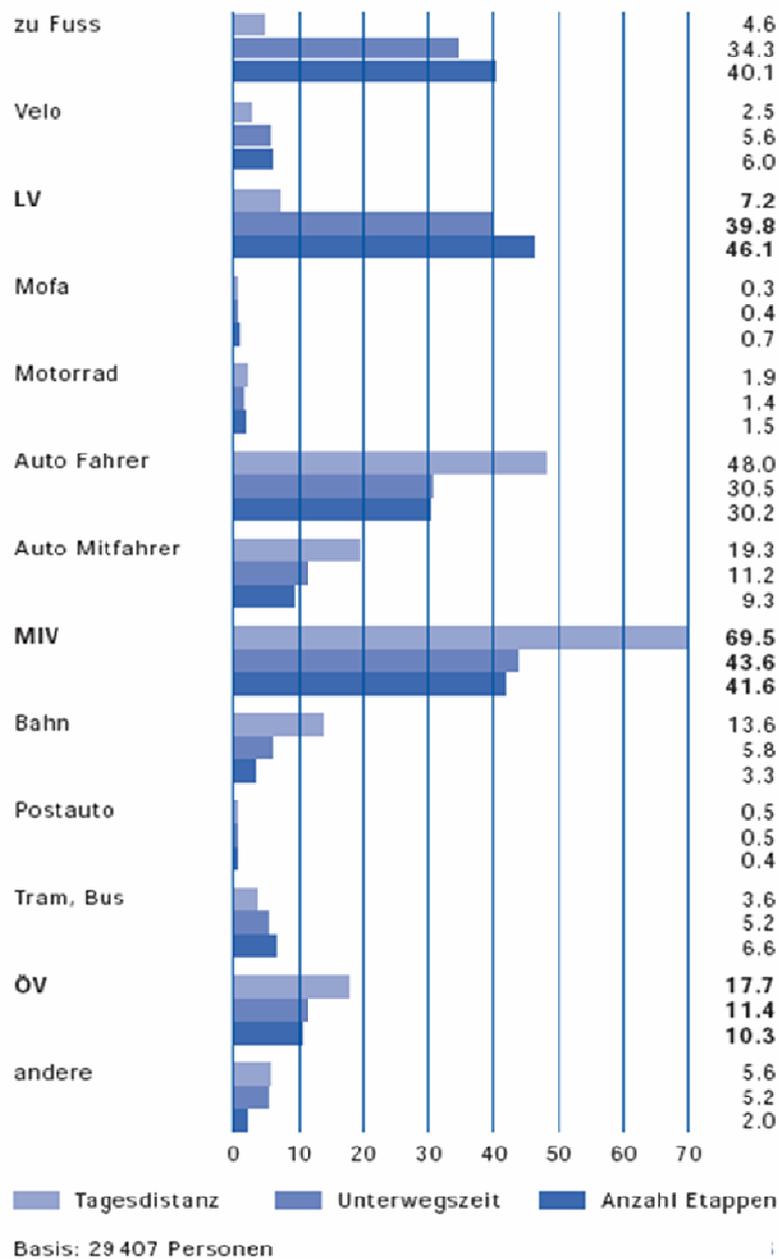


Quelle: Daten aus Thomas, Schweizer, 2003; eigene Grafik

2.4.2 Resultate

Aus diesen Berechnungen folgt einerseits, dass im Schnitt jeder Bewohner und jede Bewohnerin der Schweiz pro Tag 0.51 ÖV-Etappen zurücklegt. Dies entspricht bei einer Wohnbevölkerung von 7'459'128 Personen (Stand: 31.12.2005; Quelle: www.bfs.admin.ch) einer Zahl von rund 3.8 Mio. ÖV-Fahrten pro Tag. Der ÖV trägt lediglich 10.3 % zur täglich zurückgelegten Anzahl Etappen (4.93) bei, davon die Bahn allein 3.3% (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9 Kennziffern zum Modal Split (in %)



Quelle: ARE BFS, 2001

Andererseits haben diese 0.51 ÖV-Etappen Zugangswege beziehungsweise ÖV-generierte Fusswegetappen zur Folge. Gemäss der Anzahl Fussweg-Etappen, welche von den verschie-

denen ÖV-Transportketten wie in Abbildung 8 (Säule „Für Bericht“) dargestellt erzeugt werden, ergeben sich die Mittelwerte gemäss Tabelle 1, jeweils pro Tag und ÖV-Benutzer.

Tabelle 1 System ÖV und Fusswege 1

ÖV-Etappen	Länge einer Fussweg-Etappe	Fussweg-Etappen	Fussweglänge	Fusswegdauer
[Anz.]	[m]	[Anz.]	[m]	[min:s]
0.51	860	0.87	750	12:40
1	860	1.7	1470	24:51

Gemessen an der durchschnittlichen, täglich zurückgelegten Fusswegdistanz (1.71km) entsprechen die 750m beinahe der Hälfte (44%). Die Dauer des Fussweges, der unmittelbar mit der Benutzung des ÖV-Systems zusammenhängt, beträgt 131% der täglichen ÖV-Reisezeit, die Distanz hingegen nur 11.36% der mit dem ÖV zurückgelegten Strecke. Pro zurückgelegte Etappe mit dem ÖV-System werden also im Schnitt 1.7 Fussweg-Etappen mit einer Distanz von total 1470m und einer Dauer von 24min 51s zurückgelegt.

Länge der Fussweg-Etappen

Im Mikrozensus wird mit einer durchschnittlichen Fussweg-Etappenlänge von 860m gerechnet. Es sind hier also auch längere Wanderungen oder andere Freizeit-Fusswege berücksichtigt. Für die Berechnung im Zusammenhang mit Zugangswegen zum öffentlichen Verkehr führte die Verwendung dieser Zahlen folglich zu sehr langen Zugangswegen; pro ÖV-Benutzung müsste vor und nach der ÖV-Etappe ein Fussweg von jeweils rund 735m absolviert werden. Gerade im städtischen Bereich, wo die Erschliessung durch den ÖV gut und die Haltestellenabstände vergleichsweise gering sind, ist für den durchschnittlichen Zugangsfussweg jedoch eine deutlich tiefere Distanz anzunehmen.

Die Ansprechbarkeitslinie für den Eisenbahn-Nahverkehr und die selbe Linie für den Nahverkehr (Tram, Bus) zeigen, dass die Ansprechbarkeit, das heisst die Abnahme der Anzahl Fahrten mit dem öffentlichen Verkehrsmittel in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Wohnung und Haltestelle, bei einer Distanz von 600m noch durchschnittlich 50% (Eisenbahn-Nahverkehr; je nach Fahrtzweck unterschiedlich) respektive 10% (Nahverkehr) beträgt

(Weidmann, 2005d). Die Annahme von kürzeren Zugangsweg-Distanzen wird weiter gestützt durch eine Pilotstudie am Bahnhof Embrach-Rorbas (Berg, Maurer, Odermatt, 1983). Diese besagt, dass Fahrgäste bei einer Entfernung von weniger als 600m mit grosser Mehrheit zu Fuss zum Bahnhof gelangen, während Distanzen von über 900m kaum zu Fuss zurückgelegt werden. Auch Abbildung 4 bestärkt diese These (77.2% der Distanzen von Fussstapen zum ÖV liegen zwischen 0 und 500m).

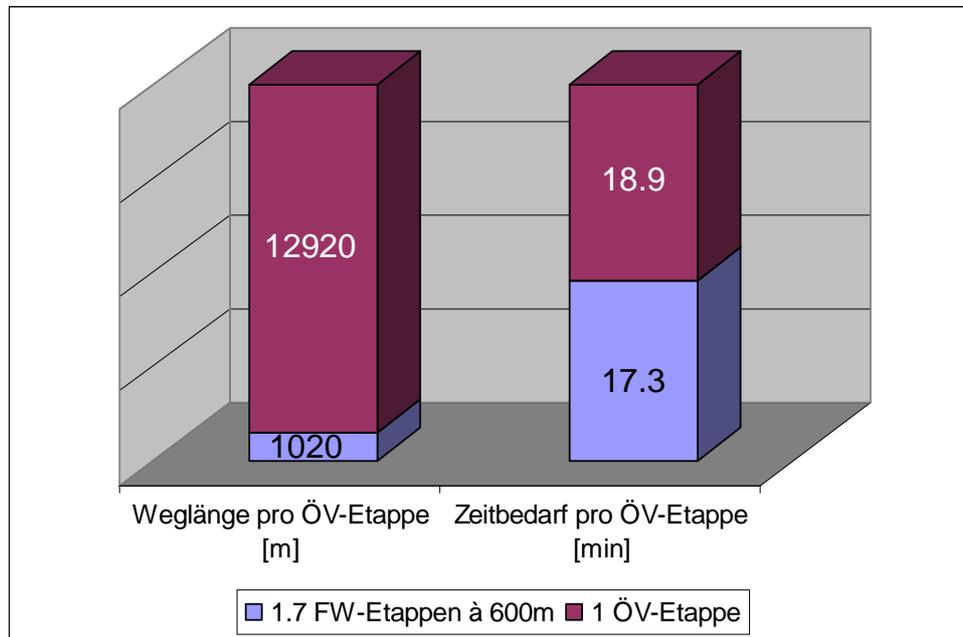
Deshalb wird die durch ÖV-Etappen generierten Fussweglänge und –Dauer mit einer Fussweg-Etappenlänge von 600m nochmals berechnet (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 System ÖV und Fusswege 2

ÖV-Etappen	Länge einer Fussweg-Etappe	Fussweg-Etappen	Fussweglänge	Fusswegdauer
[Anz.]	[m]	[Anz.]	[m]	[min:s]
0.51	600	0.87	520	8:48
1	600	1.7	1020	17:15

Nun entsprechen die 520m Fussweg pro 0.51 ÖV-Etappen noch 30% des täglich zurückgelegten Fussweges, die Dauer dafür beträgt noch 91% der täglichen ÖV-Reisezeit, und die Distanz 7.89% der mit dem ÖV zurückgelegten Strecke. Dieses indirekt proportionale Verhältnis zu Reisedistanz und Reisedauer zwischen dem ÖV und den ÖV-Fusswegen ist in Abbildung 10 ersichtlich.

Abbildung 10 Vergleich Weglänge und Zeitbedarf ÖV-FW und ÖV-Etappe



Im Stadtbereich sind die Zugangswege nochmals deutlich kürzer, weshalb in Tabelle 3 die Fussweg-Kennzahlen für eine durchschnittliche Fussstapfen-Länge von 500m eingetragen sind.

Tabelle 3 System ÖV und Fusswege 3

ÖV-Etappen	Länge einer Fussweg-Etappe	Fussweg-Etappen	Fussweglänge	Fusswegdauer
[Anz.]	[m]	[Anz.]	[m]	[min:s]
0.51	500	0.87	430	7:20
1	500	0.87	850	14:23

Im Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten wird mit einer durchschnittlichen Fussgänger-Geschwindigkeit von 0.98m/s (3.55km/h) gerechnet. Nimmt man eine durchschnittliche Fuss-

gängergeschwindigkeit von 1.34m/s (4.83km/h) an (Weidmann, 1993), so würde die Dauer des Fussweges, der unmittelbar mit der Benutzung des ÖV-Systems zusammenhängt, um 27% abnehmen und pro ÖV-Etappe noch 18min 14s (FW-Etappe 860m) respektive 12min 37s (FW-Etappe 600m) betragen.

3 Der Mensch als Benutzer der Infrastruktur

Überall dort, wo der Mensch als Benutzer mit der Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs in Kontakt kommt, sind physische, aber auch psychische Eigenschaften des Menschen bei der Gestaltung massgeblich mit zu berücksichtigen. Die Anliegen der Benutzer (Fahrgäste) sind bei der Gestaltung der Personenverkehrsanlagen massgebend. Das heisst auch, dass die Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs so zu gestalten ist, dass die Mobilität der Menschen nicht behindert wird. Im Weiteren ist zu vermeiden, dass Fahrgäste ihre Verkehrsmittel nicht erreichen, weil Leistungsfähigkeit und Komfort der Fussgängeranlagen ungenügend sind (Weidmann, 2005a).

Die Inhalte der folgenden Kapitel 3.1 bis 3.3 sind hauptsächlich Auszüge aus dem Vorlesungsskript „Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs“, Kapitel 1 Grundlagen (Weidmann, 2005a) und der Arbeit „Transporttechnik für Fussgänger“ (Weidmann, 1993).

3.1 Infrastrukturelevante Eigenschaften des Menschen

3.1.1 Grösse

Die Grösse des menschlichen Körpers ist eine Funktion des Alters, des Geschlechts, des Jahrgangs und der Rasse. Die mittlere Grösse eines Menschen in Zentraleuropa kann aufgrund verschiedener Angaben derzeit bei den Männern auf etwa 179.5cm und bei den Frauen auf 167cm geschätzt werden.

3.1.2 Platzbedarf

Der Platzbedarf eines stehenden Menschen umfasst nebst der minimalen auf den Boden projizierten Grundfläche des Rumpfes unter praktischen Bedingungen zusätzlich die Füsse, die Kleidung sowie die nicht auffüllbaren Zwischenräume. Mit hinreichender Genauigkeit kann davon ausgegangen werden, dass die Projektion mit Berücksichtigung der genannten Faktoren im Mittel eine Fläche von etwa $0.15\text{m}^2/\text{Person}$ ergibt, ungefähr das Doppelte der minimalen Fläche. Dies entspricht einer Personendichte von rund $6.6\text{P}/\text{m}^2$. Allfällig mitgeführtes Gepäck lässt die praktisch erreichbare Fussgängerdichte weiter absinken.

3.1.3 Geschlecht

Das Geschlecht eines Menschen beeinflusst die körperliche Leistungsfähigkeit und mithin die Gehgeschwindigkeit. Die Kenntnis der prozentualen Anteile in einem Fussgängerkollektiv wäre somit nützlich, doch ist die Angabe allgemein gültiger Werte nahezu unmöglich. Der verkehrstechnische Nutzen dieser Informationen muss leider beschränkt bleiben, da sich die Fussgängergruppen in der Praxis kaum je so zusammensetzen, dass alle Altersschichten und beide Geschlechter ihrer statistischen Wahrscheinlichkeit entsprechend vertreten sind. Die Differenzen entstehen durch eine andere Verkehrsmittelwahl (Frauen benutzen überdurchschnittlich häufig öffentliche Verkehrsmittel) sowie durch die unterschiedliche Lebensweise (Berufstätigkeit, hohe Teilzeit-Arbeitsquote bei Frauen, Wirtschaftsbranche).

3.1.4 Altersverteilung

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Lebenserwartung stetig gestiegen und die Bevölkerung wird im Schnitt immer älter. Das Anwachsen des mittleren Alters der Bevölkerung ist nicht primär auf ein steigendes Maximalalter zurück zu führen, sondern durch optimierte Gesundheits- und Unfallprävention. Die Altersverteilung und die Tatsache, dass der Anteil der Bevölkerung im Alter über 60 Jahre im Jahre 2020 schätzungsweise 30% beträgt, ist bei der Dimensionierung von Personenverkehrsanlagen und der Berechnung des Zeitbedarfs von Fusswegen zu berücksichtigen. Das Kriterium rollstuhlfähiger Perronzugang wird in Zukunft stark an Bedeutung gewinnen.

3.1.5 Leistungsfähigkeit

Die Veränderungen in der Altersverteilung sind insbesondere relevant, weil die Leistungsfähigkeit des Menschen stark von dessen Lebensalter abhängt.: Das Maximum der körperlichen Leistungsfähigkeit erreicht der Mensch mit 18 bis 20 Jahren. Im Gegensatz zu anderen physiologischen Parametern bilden sich Muskelkraft und Muskelleistungsfähigkeit bis zum 25. Altersjahr bereits spürbar zurück, um anschliessend während 20 Jahren nur unmerklich weiter abzusinken. Ein starker Abfall folgt ab einem Alter von über 50 Jahren.

3.2 Mobilität und Behinderungen

3.2.1 Gesetzliche Grundlagen

In der Schweiz gilt seit dem 1.1.2004 eine „Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs“ (VböV), die auf dem seit 1.1.2003 geltenden Behindertengleichstellungsgesetz basiert. Der Grundgedanke der Gleichstellung der Behinderten mit nicht behinderten Fahrgästen im öffentlichen Verkehr hat insbesondere auf die Gestaltung der Personenverkehrsanlagen grosse Auswirkungen. Dabei soll gemäss Art. 3 der VböV gewährleistet werden, dass Behinderte, die in der Lage sind, den öffentlichen Raum autonom zu benutzen, auch die Dienstleistungen des öffentlichen Verkehrs autonom beanspruchen können sollen. Dabei soll diese Autonomie wenn immer möglich via technische Massnahmen und nur in Ausnahmefällen über Hilfestellung durch Personal gewährleistet werden. Zudem soll möglichst auf eine Voranmeldung verzichtet werden können.

Der Gleichstellung von Behinderten im ÖV per Gesetz ging die wachsende Erkenntnis voraus, dass aus einer Vielzahl von Gründen den Behinderten als Kunden eine grössere Aufmerksamkeit zu schenken sei. Aus diesen Erkenntnisse resultierten verschiedene technische Entwicklungen (Niederflurfahrzeuge, Perronhöhen, Fahrgastinformationssysteme). Die Gesetzgebung schreibt eigentlich weitgehend die Einführung des derzeitigen Standes der Technik vor.

3.2.2 Behinderte im öffentlichen Verkehr im engeren Sinn

Gemäss Behindertengesetz sind Behinderte wie folgt definiert:

In diesem Gesetz bedeutet *Mensch mit Behinderungen* (*Behinderte, Behinderter*) eine Person, der eine voraussichtlich dauernde körperliche, geistige oder psychische Beeinträchtigung erschwert oder verunmöglicht, alltägliche Verrichtungen vorzunehmen, soziale Kontakte zu pflegen, sich fortzubewegen, sich aus- und fortzubilden oder eine Erwerbstätigkeit auszuüben.

Bei dieser Definition spricht man auch von medizinischer Indikation. Es handelt sich für das Verkehrswesen um Behinderte im engeren Sinne. In der Schweiz waren 1994 1'342'000 Personen teilweise und 106'000 vollständig behindert. Total lebten 1'448'000 Personen oder 20.6% der Wohnbevölkerung (7Mio.) mit einer Behinderung.

3.2.3 Mobilitätsbehinderte

Bezüglich des Marktes des öffentlichen Verkehrs gibt es aber weitere Gruppen von Behinderten, die es zu beachten gibt. Zu den dauernd Behinderten kommen zum Beispiel Reisende

- mit nicht dauerhaften körperlichen Behinderungen (Verletzungen),
- mit Gepäck, Sportgeräten und Kinderwagen,
- mit Schwierigkeiten, Informationen zu verstehen (fremdsprachige Touristen),
- Kinder, Kleinkinder, Betagte und Menschen mit Orientierungsschwierigkeiten, soweit nicht unter wahrnehmungsgestört bereits gezählt.

Zusammen mit der wachsenden Zahl älterer Menschen schätzt man, dass bis 2020 35-40% der Bevölkerung als mobilitätsbehindert zu bezeichnen ist. In der Schweiz wären dies 2.5-3Mio. Menschen. Die Berücksichtigung dieser grossen Zahl potentieller Kunden ist eine Voraussetzung für den Markterfolg des öffentlichen Verkehrs. Tabelle 4 zeigt eine Auflistung der häufigsten Probleme, welche sich bei der Benutzung der öffentlichen Verkehrsmittel für Personen mit eingeschränkter Mobilität ergeben.

Tabelle 4 Häufigste Probleme nach Personengruppen

Personen mit eingeschränkter Mobilität	Häufige Alltagsprobleme bei ÖV-Nutzung
Ältere Fahrgäste	Steigen von Stufen/Treppen und langes Laufen; eingeschränkte Standsicherheit, Umgang mit „moderner Technik“
Fahrgäste mit Kinderwagen/sperrigem Gepäck	Hilfeleistung beim Ein-/Aussteigen; zu gering bemessene Abstellplätze im Fahrzeug / Kein Sitzplatz für die (Begleit-)Person
Kleinwüchsige Fahrgäste/Kinder	Erreichbarkeit von Bedienungstasten, Entwertern, Sprecheinrichtung und Festhaltungsmöglichkeiten
Blinde Fahrgäste	Auffinden der Haltestelle, Bordsteinkante, Einstiegtür, Entwerter, Automaten und Bedienungselemente; Erkennbarkeit von visuellen Informationen; Auswahl der richtigen Linie/des richtigen Fahrziels an wichtigen Haltestellen; Verletzungsgefahr durch fehlende Orientierung (abstürzen, anstossen)
Sehbehinderte Fahrgäste	Je nach Schwere ähnliche Probleme wie blinde Fahrgäste
Gehörlose Fahrgäste	Verstehen von Informationen, die nur akustisch erfolgen; Gefährdung da akustische Warnsignale nicht wahrgenommen werden können
Schwerhörige Fahrgäste	Je nach Schwere ähnliche Probleme wie gehörlose Fahrgäste
Fahrgäste, die einen Rollstuhl benutzen	Zugang zur Haltestelle, Zugang zum Bahnsteig; Einstieg in die Fahrzeuge; Aufstellung in den Fahrzeugen, Erreichbarkeit der Bedienelemente
Gehbehinderte Fahrgäste	Je nach Schwere ähnliche Probleme wie Rollstuhlbenutzer
Greifbehinderte Fahrgäste	Bedienen von Tasten, Entwertern, Automaten; Benutzung von Festhaltungsmöglichkeiten
Fahrgäste mit Konzentrations-/Orientierungsbehinderungen, Wahrnehmungsbehinderungen	Nichtverstehen von Fahr- und Liniennetzplänen, statischen und dynamischen Informationen bzw. Orientierungshilfen, Warnsignalen

Quelle: Weidmann, 2004

3.3 Geschwindigkeitsverhalten der Fussgänger

3.3.1 Einleitung

In der Literatur streuen die Angaben zur Durchschnittsgeschwindigkeit des Menschen stark. Der Durchschnitt von 52 Angaben liegt bei 1.34m/s (4.83km/h) bei einer Spannweite von 0.97 bis 1.65m/s. Die Extremwerte lassen sich nicht plausibel begründen und müssen auf besondere Umstände zurückgeführt werden. Die überwiegende Zahl der Angaben (28) bewegt sich zwischen 1.25 und 1.45m/s. Die Geschwindigkeitsmittelwerte entstehen als Überlagerung sämtlicher Einflussfaktoren. Je nach Situation kann demnach die Geschwindigkeit eines Fussgängers oder einer Fussgängergruppe höher oder tiefer liegen. Für die Schrittfrequenz und die Schrittlänge können als Richtwert mit 2.05Hz beziehungsweise 0.65m gerechnet werden.

3.3.2 Einflüsse auf das Geschwindigkeitsverhalten

Das Geschwindigkeitsverhalten der Fussgänger wird bestimmt durch die Eigenschaften der Fussgänger selbst, durch die Begleitumstände der jeweiligen Bewegung und durch die Charakteristiken der benutzten Anlagen.

Hinzu kommt eine starke Abhängigkeit von der Fussgängerverkehrsdichte. Ein Teil dieser Einflüsse (siehe Tabelle 5) ist leicht beobachtbar und entsprechend gut dokumentiert (Geschlecht, Alter, Rampen, Treppen, Fussgängerdichte). Ein anderer, beträchtlicher Teil indes ist nur schwer oder gar nicht zu erfassen.

Tabelle 5 Einflüsse auf die Fussgängergeschwindigkeit

Eigenschaften des Fussgängers	Begleitumstände der Bewegung	Charakteristiken der Anlage
Geschlecht	Verkehrszweck	Steigung von Rampen
Alter	Jahres- und Tageszeit	Steigung und Schrittmasse von Treppen
Grösse	Witterung, Klima	Zustand der Oberfläche
Gesundheitszustand	Höhenlage über Meer	Attraktivität der Umgebung
Erholungsgrad	Länge des Weges	Strassenbelastung bei Fahrbahnüberquerungen
Charakter, Temperament	Breite des Weges	
Stimmungslage		
Zeitdruck		
Belastung durch Gepäck		
Behinderungen		

Quelle: Weidmann, 1993

3.3.3 Eigenschaften der Fussgänger

Kulturelle Unterschiede

Die meisten Studien über Fussgänger und deren Gehgeschwindigkeiten wurden in Nordamerika, Europa und Asien durchgeführt. Das Gehverhalten in Nordamerika und Europa scheint ziemlich ähnlich zu sein, wo hingegen das Gehverhalten in Asien deutlich anders ist. Dies führt auch zu unterschiedlichen Durchschnittsgeschwindigkeiten (Europa: 1.41m/s, Nordamerika: 1.44m/s, Asien: 1.24m/s).

Geschlecht

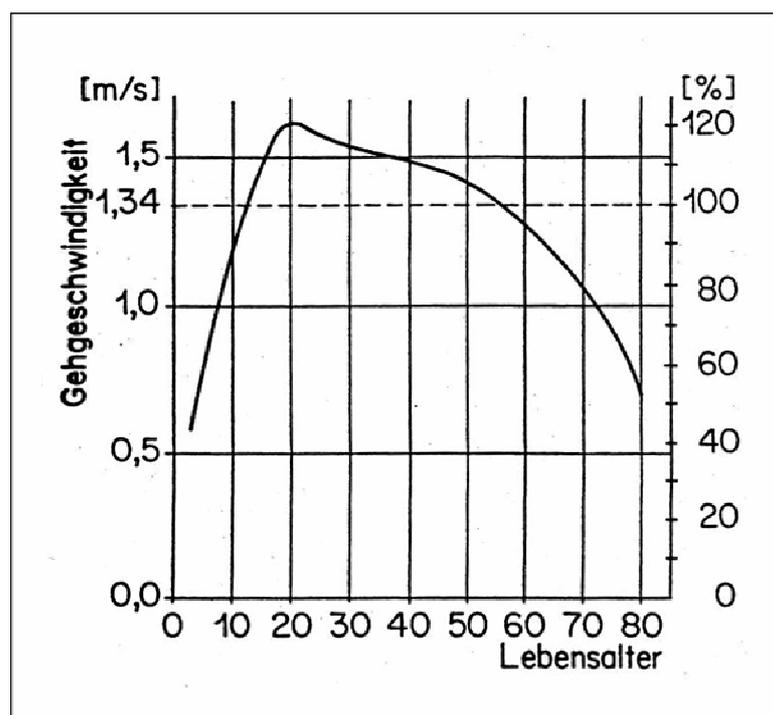
Die Gehgeschwindigkeit von Männern liegt im Mittel um 10.9% höher als bei Frauen. Die Hälfte aller Angaben in der Literatur bewegen sich zwischen +7.5% und +12.5%. Dies ergibt

für Männer eine mittlere Geschwindigkeit von 1.41m/s und für Frauen eine solche von 1.27m/s.

Alter

Der Kurvenverlauf für Fussgängergeschwindigkeiten in Funktion des Lebensalters entspricht weitgehend jenem der körperlichen Leistungsfähigkeit. Zu beachten ist namentlich der starke Geschwindigkeitsabfall im Alter von über 50 Jahren (siehe Abbildung 11). Eine 70-jährige Person erreicht lediglich noch etwa 72% und eine 80-jährige Person sogar nur 50% der durchschnittlichen Geschwindigkeit. Dies wird dort relevant, wo die älteren Fussgänger zumindest zeitweise überdurchschnittlich stark vertreten sind, beispielsweise bei Bahnhöfen und Umsteigeanlagen.

Abbildung 11 Fussgängergeschwindigkeit als Funktion des Lebensalters



Quelle: Weidmann, 1993

Grösse

In der Literatur lassen sich keine verkehrstechnischen Untersuchungen zur Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Körpergrösse finden, obwohl ein entsprechender Zusammenhang evident ist. Denn es besteht eine Proportionalität zwischen der Körpergrösse und der Beinlänge, sodass die Geschwindigkeiten eines grossen Fussgängers höher als die eines kleinen Fussgängers (Kind, Kleinkind) sein dürfte.

3.3.4 Begleitumstände der Bewegung

Verkehrszweck

Die zurückgelegten Wege werden gemäss Verkehrszweck in die vier Kategorien Pendlerverkehr, Einkaufsverkehr, Nutzverkehr und Freizeitverkehr aufgeteilt. Die Unterscheidung der Fussgängergeschwindigkeit nach Verkehrszweck ist jedoch nicht unproblematisch. Erstens gibt es zwar Verhaltensweisen, welche eindeutig mit dem Verkehrszweck zusammenhängen, wie beispielsweise ein gemütliches Schlendern in der Freizeit oder das Hasten zum Arbeitsplatz im Pendlerverkehr. Zweitens aber unterscheidet sich die Zusammensetzung der Fussgängergruppen je nach Verkehrszweck bezüglich Alter, Geschlecht oder Gesundheitszustand. Definitionsgemäss sind beispielsweise Pendler berufstätige Menschen, welche 20 bis 65 Jahre alt und weitgehend gesund sind. Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrszwecks Pendlerverkehr wird daher allein schon deshalb höher sein als beim Einkaufsverkehr. Es ergeben sich – in Übereinstimmung mit dem Mittelwert von 1.34m/s – die folgenden Werte:

- Pendlerverkehr 1.49m/s
- Einkaufsverkehr 1.16m/s
- Nutz- und Werkverkehr 1.61m/s
- Touristik- und Freizeitverkehr 1.10m/s

Witterung/Klima

Die körperliche Leistungsfähigkeit wird von Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit und Wärmestrahlung beeinflusst. Der Witterungseinfluss auf die Geschwindigkeit ist aber bislang kaum untersucht worden. Mangels entsprechender Information muss die Normtemperatur

(Temperatur, bei welcher die Fussgängergeschwindigkeit dem Mittel entspricht) geschätzt werden. Berücksichtigt man die Umstände der verschiedenen Erhebungen, so kann man sie mit etwa 15°C annehmen.

Fussweglänge

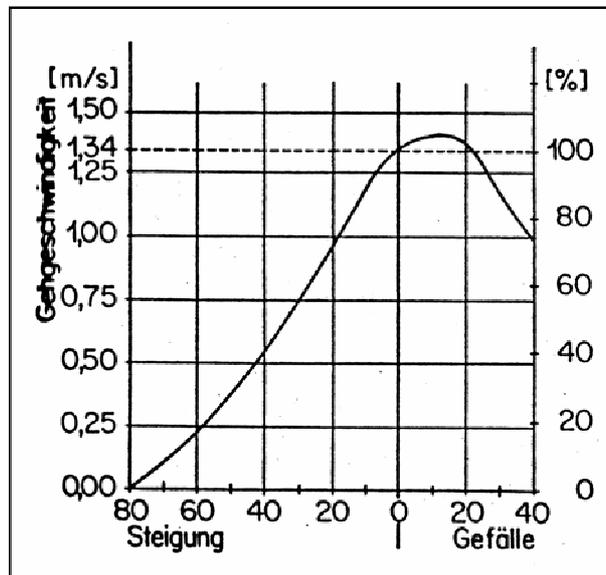
Die Ermüdungsanfälligkeit des menschlichen Körpers lässt eine Geschwindigkeitsabnahme mit steigender Weglänge erwarten. Untersuchungen dazu finden sich aber nicht, und es ist fraglich, ob im für das ÖV-System relevanten Distanzbereich überhaupt ein Einfluss festzustellen wäre. Der Mensch ist immerhin in der Lage, täglich mehrere Dutzend Kilometer zurückzulegen. Man darf somit davon ausgehen, dass im örtlichen Distanzbereich keine Abhängigkeit zwischen Fussweglänge und Geschwindigkeit besteht. Bei Treppen lässt sich jedoch gemäss einer Untersuchung eine Geschwindigkeitsabnahme mit zunehmender Länge der Treppe nachweisen.

3.3.5 Charakteristiken der Anlage

Gehen auf Rampen

Zum Geschwindigkeitsverhalten auf geneigten Fusswegen und Rampen liegen nur spärliche Angaben vor. Aus den auswertbaren Angaben zum Geschwindigkeitsverhalten sowie dem Mittelwert von 1.34m/s lässt sich folgende Neigungs-/Geschwindigkeitskurve ableiten:

Abbildung 12 Fussgängergeschwindigkeit als Funktion der Gehwegneigung



Quelle: Weidmann, 1993

Gehen auf Treppen

Die mittlere Horizontalgeschwindigkeit von 58 ausgewerteten Angaben zur Fussgängergeschwindigkeit auf Treppen beträgt $v_{F,h}$ 0.652m/s, die mittlere Vertikalgeschwindigkeit $v_{F,v}$ 0.326m/s, wobei die Geschwindigkeit beim Aufwärtsgehen um 6.5% tiefer, beim Abwärtsgehen um 6.5% höher als im Durchschnitt ist.

Verglichen mit der Geschwindigkeit in der Ebene ist das Treppensteigen im Mittel um 51% langsamer (Aufwärtsgehen: 58%; Abwärtsgehen: 48%). Überschlüssig kann mit folglich mit einer Halbierung der Horizontalgeschwindigkeit gerechnet werden. Die Vertikalgeschwindigkeit ist im Übergangsbereich von der Rampe zur Treppe praktisch identisch.

3.3.6 Einfluss der Fussgängerichte

Die Abhängigkeit zwischen Fussgängerichte und Fussgängergeschwindigkeit ist insbesondere bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit von Fussgängeranlagen zu beachten. Die Angaben in der Fachliteratur bezüglich Gehen in der Ebene unterscheiden sich jedoch sehr stark.

Schon bei einer bescheidenen Fussgängerdichte von 0.5 Personen pro Quadratmeter ist demnach ein spürbarer Rückgang der Geschwindigkeit um nahezu 10% zu erwarten. Bei 1.5 Personen/m² sinkt die Fussgängergeschwindigkeit auf gegen die Hälfte ab. Noch geringer ist die Datenbasis bezüglich Einfluss der Fussgängerdichte auf die Fussgängergeschwindigkeit bei Treppen.

3.4 Fahrgastanforderungen

Da die Zugänglichkeit zum ÖV-System örtlich beschränkt ist, schliesst eine Reise mit öffentlichen Verkehrsmitteln immer Fusswege ein, auch wenn diese „nur“ zwischen Parkplatz und Haltepunkt des Verkehrsmittels auftreten. Da ein Bahnhof aufgrund der beschränkten zeitlichen Verfügbarkeit nicht nur Teil des Reiseweges, sondern auch Aufenthaltsort vor dem Ein- und während des Umsteigens ist, ist der Bahnhof Treffpunkt vieler Menschen.

Reisegeschwindigkeit und Leistungsfähigkeit stellen die wichtigsten Kriterien für die Benutzer des ÖV dar. Hierbei ist vor allem die Reisezeit, die vom Start bis zum Ziel benötigt wird, von entscheidender Bedeutung. Die Reisegeschwindigkeit wird vom Fahrgast im weiteren Sinne verstanden und bezieht den Gehweg zur und von der Haltestelle mit ein. Eine gute Verkehrserschliessung durch eine auf den ÖV entsprechend orientierte Bebauungskonzeption bildet die Grundlage für das Erreichen von kurzen Gehwegen und kurzen Umsteigezeiten. (Zschweigert, 1982) Allgemein gilt, dass die Gestaltung und Dimensionierung einer Personenverkehrsanlage immer vom Verhalten der Benutzerinnen und Benutzer auszugehen hat.

3.4.1 Anforderungen an das Verkehrssystem

homo oeconomicus

Die Anforderungen an das Verkehrssystem können aus dem ökonomischen Modell „homo oeconomicus“ abgeleitet werden. Dieses einfachste ökonomische Modell basiert darauf, dass jeder Teilnehmer am Markt eine rational und eigennützig handelnde Person ist, die Nutzen und Kosten optimiert. Dies ist natürlich eine grobe Vereinfachung zur Beschreibung des menschlichen Verhaltens, hilft jedoch, die Phänomene des Marktes befriedigend zu beschreiben (Weidmann, 2005c).

Diese Gesetzmässigkeiten spielen grundsätzlich auch im Verkehr. So möchte der homo oeconomicus seine gewünschte Verkehrsleistung folgendermassen erledigt haben:

- sofort und jederzeit (tags und nachts, bei jeder Witterung)
- überall (das heisst von jedem Ort aus zu jedem anderen Zielort hin)
- mit möglichst geringem Zeitbedarf
- bei maximalem Komfort
- ohne Risiken
- zu einem möglichst tiefen Preis

Diese Maxime gilt gleichermassen für den Individual- und den öffentlichen Verkehr. Zwischen verschiedenen Produkten und Dienstleistungen wählt der homo oeconomicus jenes aus, welches seinen Anforderungen am nächsten kommt. Dieser Modellansatz gilt zwar im Allgemeinen, doch im Verkehr treten folgende Abweichungen auf:

- Es gibt Anteile an der Bevölkerung, welche bestimmte Verkehrsmittel nicht benutzen können (so genannte „gebundene Verkehrsteilnehmer“).
- Es gibt Menschen, welche ganz bewusst die Regeln der ökonomischen Optimierung des Eigennutzens missachten.
- Der Staat unterstützt aus übergeordneten Zielsetzungen bestimmte Leistungen, welche rein aufgrund der tiefen Markterträge nicht angeboten werden könnten.

Anforderungen

Die Benutzer des ÖV-Systems stellen an die Zugangswege zur Haltestelle wie auch an die (Umsteige-)Wege im Bahnhofsbereich selbst Anforderungen bezüglich Bequemlichkeit, Verkehrssicherheit, soziale Kontrolle und Attraktivität. Die **Infrastruktur** soll so ausgelegt sein, dass die Orientierung einfach, die Übersichtlichkeit gut und die Abfolge der verschiedenen Einrichtungen (Information, Billetschalter, Haltepunkte) logisch ist.

Umwege sind aus psychologischen und zeitlichen Gründen wenn immer möglich zu vermeiden, ebenso auch unnötige **Höhendifferenzen**. Gerade Überführungen weisen im Vergleich

zu Unterführungen mehr Höhenunterschiede auf, weshalb Unterführungen generell vorzuziehen sind. Um Höhendifferenzen zu minimieren, können die an Unterführungen angrenzenden Wege und Plätze ein wenig abgesenkt werden. Damit ist die Beleuchtung des Unterführungsbauwerkes besser und die soziale Kontrolle ist besser gewährleistet, was die Attraktivität der Anlage wiederum erhöht.

Die Attraktivität wird weiter erhöht durch eine **vielfältige Nutzung** des öffentlichen Raumes im Bahnhof. Daher sind Schaufenster, Schaukästen, Kioske, Läden, Restaurants etc. erwünscht. Auch optische Reize wie beleuchtete Wände, Wasser, Lichthöfe oder Pflanzen tragen, nebst in ausreichender Anzahl vorhandener Sitzmöglichkeiten, zur Attraktivität bei (Boesch, 1989).

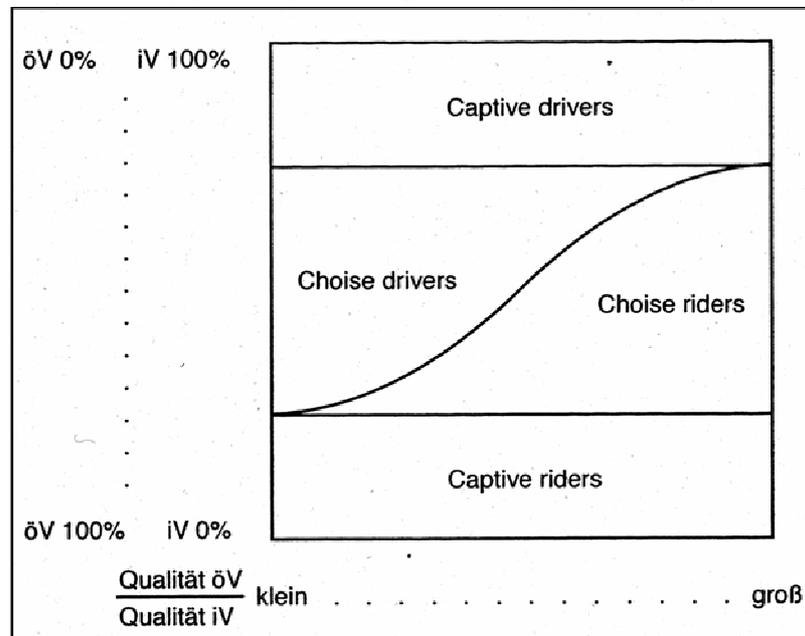
3.4.2 Gebundene und wahlfreie Verkehrsteilnehmer

Wie bereits erwähnt, wählen die Verkehrsteilnehmer ihr Verkehrsmittel vereinfacht nach folgenden Kriterien aus:

- Auswahl der angebotenen Verkehrsmittel entlang der gesamten beabsichtigten Reiseroute
- Nutzungsmöglichkeit der angebotenen Verkehrsmittel aufgrund der persönlichen Fähigkeiten
- Kosten und Qualitäten der angebotenen Verkehrsleistungen

Doch nicht für alle Verkehrsteilnehmer besteht die Möglichkeit, frei zwischen den angebotenen Verkehrsmitteln zu wählen. Personen, die über keinen Führerausweis verfügen, sind zwangsläufig auf den ÖV angewiesen und zählen somit zu den *captive riders*. Im Gegenteil dazu stehen die *captive drivers*, welche gezwungen sind, das Auto zu benutzen, da das ÖV-Verkehrsmittel sich für den gewünschten Verkehrszweck als nicht tauglich erweist. Die dritte Gruppe bilden die *choise riders* und *choise drivers*, welche die objektive Wahlfreiheit der Verkehrsmittelwahl haben (siehe Abbildung 13). Bei ihnen kommt nebst Verkehrsmittelangebot und individuellem Nachfrageprofil die persönliche, subjektive Beurteilung hinzu (Weidmann, 2005c).

Abbildung 13 Wahlfreie und gebundene Verkehrsteilnehmer



Quelle: Weidmann, 2005c

3.4.3 Abweichungen von der Optimierung des Eigennutzens

Da viele Tätigkeiten des Menschen in ein moralisch-ethisches Koordinatensystem eingebunden sind, werden diese Tätigkeiten vom Individuum bei ihrer Ausübung nicht nur hinsichtlich ihres (ökonomischen) Nutzens, sondern auch hinsichtlich ihres ethischen Kontextes gewählt. Die Mobilität mit ihren starken Einwirkungen auf Mensch und Umwelt unterliegt stark solchen Reflexionen und kann dazu führen, dass bewusst Verkehrsmittel gewählt werden, welche langsamer und/oder umständlicher sind, dafür aber die Umwelt weniger belasten.

Auch individuelle Vorlieben können zu einer Abweichung vom ökonomischen Optimum führen, was im Bereich Verkehr auch gut beobachtet werden kann. So wird die Fahrt mit einem bestimmten Verkehrsmittel beispielsweise als vergnüglicher empfunden werden als mit einem anderen und wird deswegen den Vorzug erhalten. Auch ein Einfluss auf die Teilnahme am Verkehrsgeschehen hat die sozial- oder gruppensdynamische Komponente: Für die eine Person ist Reisen im öffentlichen Verkehr zusammen mit fremden Personen unerträglich, während

hingegen dieselbe Person einen Stau im Individualverkehr durchaus als akzeptabel empfindet, obwohl sie dadurch oft mehr Zeit als bei Benutzung des ÖV benötigt (Weidmann, 2005c).

3.4.4 Zugänglichkeit

Der Fussweg als Zugangsweg oder Anmarschweg zum ÖV-System ist das mit Abstand wichtigste Erschliessungsmittel. Bei der Realisierungsplanung von Haltestellen und Bahnhöfen sind die Zugangspunkte im Sinn von „Walk&Ride“ deshalb besonders auf die Fussgänger auszurichten. Weiter ist der Abstand von der Haustür zur Haltestelle ein wichtiges Kriterium für die Wahl des ÖV als Verkehrsmittel. Je näher eine Haltestelle von Start einer Reise liegt, desto höher ist der Prozentsatz der Ansprechbarkeit beziehungsweise die Bereitschaft potentieller Benutzer des ÖV-Systems, entsprechende Fussweglängen zu akzeptieren (Weidmann, 2005d). Fusswege zur Haltestelle sollen kurz, direkt (ohne Umweg), sicher und attraktiv (Landschaft, Bausubstanz, Läden) sein.

Bei der Beurteilung der Zugänglichkeit ist zu beachten, dass S-Bahn und Regionalbahnzüge verglichen mit den angestrebten Anmarschwegen relativ lange sind (bis 300m). Bei einer Zugänglichkeitsprüfung solcher Stationen sind folglich die konkrete Lage der Perronzugänge und die Haltepunkte der S-Bahn-Kompositionen (beim der S-Bahn Zürich die weissen Halte-Tafeln 1, 2, 3 und H) massgebend, und nicht die geometrische Stationsmitte. (Weidmann, 2006b)

3.4.5 Wahrnehmung der Schnittstellen

Alltagsmobilität und Reisen

Die Wahrnehmung von Schnittstellen im ÖV hängt sowohl von Ausstattungsmerkmalen wie von den Sozialmerkmalen ihrer Benutzer ab.

Für die **Alltagsmobilität** konnte festgestellt werden, dass häufig eine Beschleunigung des Umsteigens von einem Verkehrsmittel auf eine anderes gewünscht wurde, obwohl diese Wege bereits relativ schnell sind (weniger als zwei Minuten Fussweg). Es wird für Wartezeiten zwischen zwei Verhaltensweisen unterschieden: Aktivität und Passivität. Passivität ist dabei mit einer negativen Wahrnehmung der Schnittstellenlokalität verbunden, während Aktivität zu einer Überbewertung der Attraktivität der Schnittstelle neigt. Einfluss auf Aktivität und

Passivität haben insbesondere die Pünktlichkeit der Züge und das Vorhandensein von Cafés und Restaurants, welche aktives Warten fördern.

Bei **Reisen**, die eher gelegentlich stattfinden und längere Distanzen aufweisen, sind die Verkehrsteilnehmer indifferenter gegenüber der Konzeption der Schnittstelle eingestellt. Die Schnelligkeit des Übergangs von einem Verkehrsmittel auf das andere ist weniger zentral für die wahrgenommene Attraktivität der Schnittstelle. Die Ausstattung der Schnittstelle ist jedoch von grosser Bedeutung für das Image im allgemeinen und für die Qualität der dort zugebrachten Zeit.

Schnittstellen als Attraktivitätssteigerung

In gewissen Fällen kann Umsteigen an einem Schnittstellen-Bahnhof ein Aspekt sein, der die Attraktivität des ÖV erhöht, und zwar dann, wenn der Umsteigevorgang als Unterbrechung der Kontinuität einer Reise zu einer Gelegenheit mutiert, Aktivitäten innerhalb der Schnittstelle zu unternehmen und so Zeit zu sparen oder seine Fahrt zu optimieren. Die Attraktivität von solchen Bahnhöfen kann jedoch nicht bloss über eine Qualitätssteigerung der Ausstattung erhöht werden, denn das Erleben einer Schnittstelle hängt nicht allein von den Orten ab, sondern ebenso von den individuellen Charakteristiken der Benutzerinnen und Benutzer und vor allem vom bestehenden Verkehrsangebot (Kaufmann, Jemelin, Joye, 2000).

Ob eine Schnittstelle nun als positiv oder negativ wahrgenommen wird, hängt unter anderem von folgenden Aspekten ab:

- Die Fähigkeit, sich den Ort anzueignen, die ihrerseits von der Situation der Benutzer, deren sozialen Stellung und deren Art der Mobilitätsempfindung abhängt
- Die Qualität des Verkehrsangebots, besonders was die Einhaltung der Fahrpläne, die Abstimmung der Anschlüsse, und die Häufigkeit des Umsteigens betrifft
- Das Ambiente und die Atmosphäre der Orte (Vorhandensein von Sitzgelegenheiten, gutes Verpflegungsangebot, gutes Lichtkonzept)

4 Entwurf von Personenverkehrsanlagen

4.1 Verkehrliche Elemente der Infrastruktur

Unter Infrastrukturen des öffentlichen Verkehrs versteht man diejenigen Bauwerke und Anlagen, welche ausschliesslich oder zumindest zum grössten Teil der Produktion von Leistungen des öffentlichen Verkehrs dienen. Die verkehrlichen Elemente der Infrastruktur können sowohl auf der freien Strecke als auch im Bereich von Bahnhöfen liegen und umfassen Anlagen für den Personenverkehr, den Güterverkehr und Betriebsanlagen.

Personenverkehrsanlagen sind Anlagen, die dem Zugang von Personen zum öffentlichen Verkehrssystem dienen. Sie können sowohl auf der freien Strecke in Form von Haltestellen als auch in Bahnhöfen liegen. Die Haltestelle ist gemäss Schweizerischen Fahrdienstvorschriften eine „Anlage ohne Möglichkeit zur Regelung des Zugverkehrs“, der Bahnhof hingegen eine „Anlage innerhalb der Einfahrtsignale beziehungsweise innerhalb der Einfahrweichen, zur Sicherung und Regelung des Zugverkehrs und der Rangierbewegungen“ (Weidmann, 2005a).

Unterschieden werden die Personenverkehrsanlagen folgendermassen:

- Haltestelle: Anlage für den Publikumsverkehr, ohne Möglichkeit für die Regelung des Zugverkehrs; unmittelbare Umgebung eines Haltepunktes, inklusive Gleise, Bauten und weitere Einrichtungen
- Bahnhof: Anlage innerhalb von Einfahrtsignalen zur Sicherung und Regelung des Zugverkehrs und Rangierbewegungen. Ein Bahnhof verfügt über mindestens eine Weiche
- Station: Oberbegriff für Bahnhof, Haltestelle und auch Schiffsanlegestelle

4.2 Verkehrliche Funktion, Anlageelemente, Prinzipien

4.2.1 Räumliche Festlegung einer Haltestelle

Bei der räumlichen Festlegung einer Haltestelle ist nebst betrieblichen und topologischen Argumenten das Potential der Haltepunktbenutzer zu untersuchen. Dieses hängt mit der Ansprechbarkeit von Bewohnern und Beschäftigten im Einzugsbereich ab, welche mit steigender Distanz zu Haltestellen abnimmt. Diese Abnahme ist jedoch unterschiedlich stark, je nach bestehendem ÖV-Angebot. Je höher die Verkehrsangebote in der Verkehrsmittelhierarchie sind, desto mehr kommen neben dem Fussmarsch auch weitere Verkehrsmittel beim Haltestellenzugang zum Einsatz (Fahrrad, Pkw, ÖPNV).

Nur wenn das Fusswegnetz über direkte Verbindungen zwischen Siedlungsraum und Haltestelle verfügt, ist die Haltestelle für den Zugang zu Fuss attraktiv. Zu berücksichtigen gilt, dass als End- oder Anfangspunkt beim Haltepunkt die Perronkante und nicht etwa der Bahnhofsvorplatz zu beachten ist. Der kurze und hindernisarme Weg bis zum Perron wirkt sich direkt auf die Ansprechbarkeit im Einzugsgebiet aus (Weidmann, 2004).

Neu zu erstellende Haltestellen oder Bahnhöfe sollen wenn möglich ins Zentrum des zu erschliessenden Siedlungsgebiets eingliedert werden, unter Berücksichtigung der bestehenden Fussgänger- und Radfahrerachsen. Befinden sich in unmittelbarer Nähe der Haltestelle Läden und hohe Wohnanteile, ist der Bereich rund um die Haltestelle stärker frequentiert, was die soziale Kontrolle und das Sicherheitsgefühl der Fahrgäste erhöht.

4.2.2 Verkehrliche Funktion

Tabelle 6 zeigt die verkehrliche Funktionen, welche einem Haltepunkt zukommen. Dieser ist ein Distributionsstandort des Produktes „Mobilität“ und somit auch Verkaufsstandort von Fahrausweisen.

Tabelle 6 Verkehrliche Funktion des Haltepunktes

Funktion	Bedeutung in Bezug auf Haltestellentyp resp. Verkehrsmittel
Ein Fahrzeug des ÖV betreten oder verlassen	Immer
Informationen erhalten	Immer, aber nach Haltestellentyp und Verkehrsmittel in unterschiedlichen Mengen
Entgelt für Fahrleistung entrichten	Immer, ausser, wenn Distributionssystem haltestellenunabhängig ist (Billetverkauf im Bus)
Umsteigen zwischen Linien des ÖV	Umsteigehaltestellen
Zeit verbringen beim Umsteigen oder beim frühzeitigen Eintreffen auf den Haltepunkt	Umsteigehaltestellen immer. Andere Haltestellen dann, wenn Taktfolge gross
Parkieren eines individuellen Verkehrsmittels (Auto oder Fahrrad)	Tendenziell Haltestellen an Verkehrsmitteln höherer Ordnung (Bahn)

Quelle: Weidmann, 2004

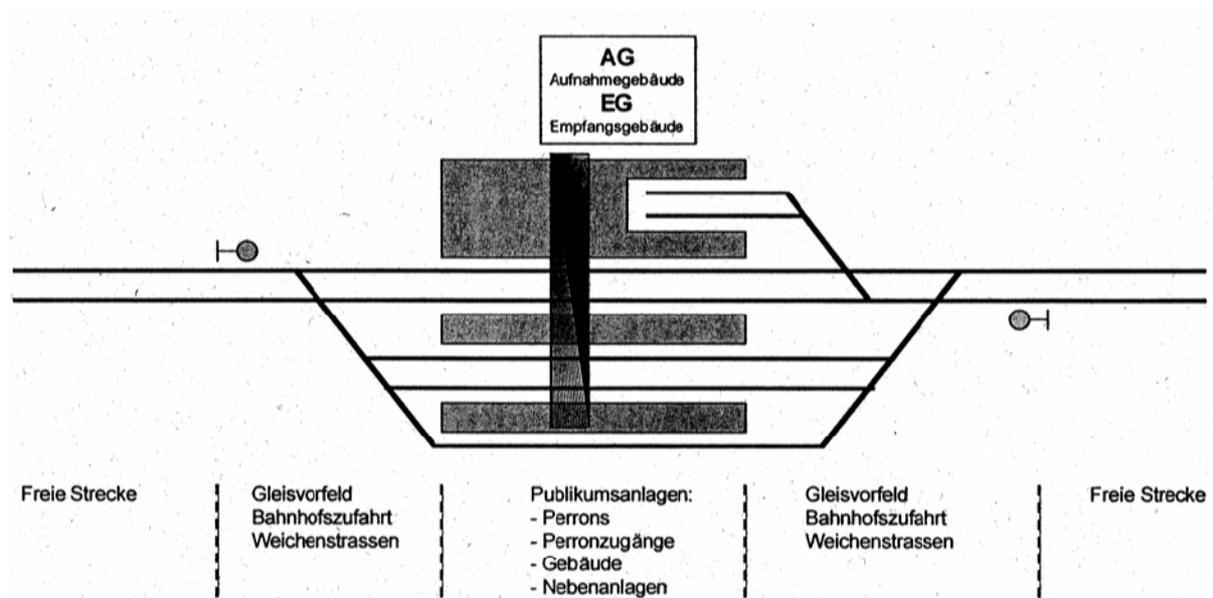
Nebst verkehrlichen Funktionen haben viele Haltestellen auch betriebliche Funktionen (kreuzen von Zügen, Wenden von Kursen) und stehen für Drittnutzungen zur Verfügung. Drittnutzungen sind grundsätzlich abhängig von der Grösse (Anzahl Fahrgastwechsel pro Zeiteinheit) und von der Bedeutung der Haltestelle im Netz. Drittnutzungen sind beispielsweise Nebendienstleistungen des Reisens (Gepäckdepot, Fundsachen, Geldwechsel, Tourismusinformati- on), Telefon, WC, Kiosk, Schnellverpflegung, Restaurant, Einkaufsläden des täglichen Be- darfs und weitere Dienstleistungen) (Weidmann, 2004).

4.2.3 Elemente von Personenverkehrsanlagen

Personenverkehrsanlagen dienen den verschiedenen direkten Wechselbeziehungen zwischen dem Fahrgast als Nutzer und der Bahn- respektive Busunternehmung als Betreiberin eines öf- fentlichen Verkehrssystems. Sie müssen folglich die Aufgaben, welche sich durch die ver- kehrliche Funktion und die Anforderungen der Fahrgäste an Drittnutzungen ergeben, erfüllen und dementsprechend angeordnet und bemessen werden (siehe Abbildung 14). Wesentliche

Gesichtspunkte bei der Gestaltung sind beispielsweise die Zugangswege im direkten Umfeld, die aus Fahrgastsicht logische Abfolge einzelner Elemente, die Gleistopologie und weitere Randbedingungen.

Abbildung 14 Elemente von Personenverkehrsanlagen



Quelle: Weidmann, 2005b

4.2.4 Anordnungsprinzipien

Ein Fussgänger muss und will geführt werden, sobald er sich in eine Personenverkehrsanlage des ÖV begibt, insbesondere dann, wenn er nicht ortskundig ist. Gleichzeitig ist die Dimensionierung und Ausgestaltung der Infrastruktur auf das Verhalten dieses Fussgängers wie auf das Verhalten aller Benutzer eines Haltepunktes abzustimmen. Daher sind bei der Anordnung folgende Prinzipien zu beachten:

- Zugangswege vom Siedlungsraum und von den Zubringerverkehrsmitteln zum Perron sollen möglichst kurz, ohne grosse Höhenunterschiede, übersichtlich und sicher sein.
- Die Anordnung der Distributions- und Informationseinrichtungen des öffentlichen Verkehrs soll sich entlang dieses Weges orientieren.

- Die Restfläche entlang des Weges kann von Drittnutzungen ausgefüllt werden.

Die Anforderungen des Fahrgastes an die Infrastruktur einer Haltestelle sind von der Reise­länge abhängig. Pendlern und Kurzreisenden ist die Weglänge, beispielsweise beim Umstei­gen, wichtiger, wo hingegen Reisende im Fernverkehr der Weglänge weniger Bedeutung ge­ben, dafür ein ansprechendes Dienstleistungsangebot erwarten.

Drittnutzungen sind von der Grösse und der Bedeutung des Haltepunktes abhängig. Da sie kommerzieller Natur, sind sie aus Geschäftsinteresse möglichst nahe an den grossen Fussgän­gerströmen zu positionieren. Hieraus ergibt sich ein natürlicher Interessenskonflikt zwischen den Anforderungen der ÖV-Unternehmung einerseits und der kommerziellen Dienstleistern andererseits, wobei grundsätzlich der verkehrlichen und betrieblichen Funktion des ÖV die Priorität zu geben ist (Weidmann, 2005b).

4.3 Zugang zum Haltepunkt

4.3.1 Prioritäten beim Haltestellenzugang

Da das Platzangebot im Umfeld einer Haltestelle aufgrund der zahlreichen Nutzungen oft be­schränkt ist, sind in der Flächennutzung Prioritäten zu setzen und die Haltestelle und das Hal­testellenumfeld so auszurichten, dass die grössten Personenströme auf den direktesten Wegen geführt werden. Unabhängig von der Vielfalt der Bahnhofsituation ergibt dies folgende Piori­itätenordnung:

1. Fussgänger (umwegfreie /-arme Zugänge zu den Perrons und Schalterhallen, geringe Höhenunterschiede)
2. Öffentlicher Nahverkehr (kurze Umsteigewege zwischen Bahn und Bus/Tram)
3. Fahrräder/Mofas (Abstellplätze oder besser Einstellmöglichkeiten, verteilt auf die ver­schiedenen, dezentralen Perronzugänge)
4. Parkplätze für Taxis sowie Kiss&Ride
5. Park&Ride

Wie bereits erwähnt wurde, sind diejenigen Personen, welche als Fussgänger direkt aus dem Siedlungsgebiet zum Haltepunkt gelangen, besonders sensibel auf Hindernisse und Umwege. Und bei der Betrachtung der Fusswege ist als End- oder Anfangspunkt die Perronkante zu nehmen, nicht die Mitte des Bahnhofvorplatzes.

Die Platzverhältnisse auf Bahnhofplätzen werden oft nicht nur durch die Besiedlung beschränkt, sondern auch durch die Güterverkehrsanlagen der Bahn (Güterschuppen mit Rampen, Freiverlad, Industriegleise). Solche Anlagen schränken die Bahnhofgestaltung in verschiedener Hinsicht ein, denn der durch diese Anlagen beanspruchte Raum fehlt für eine andere Nutzung (Bushaltestelle, Veloabstellflächen), versperren Fussgängern und Velofahrern oft die kürzesten Wege und verursacht Lastwagenverkehr, der die Attraktivität und allenfalls auch die Sicherheit der Zugangswege zum Bahnhof verringert (Berg, 1988).

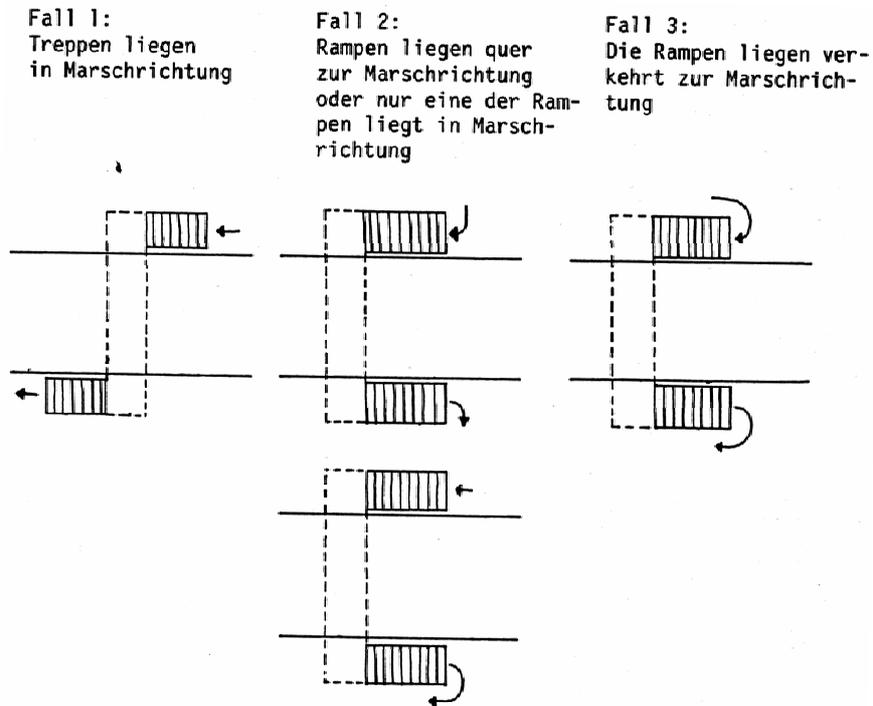
4.3.2 Fussgängerverbindungen beim Bahnhof

Der Fussgänger soll so direkt und sicher wie möglich von und zum Bahnhof geführt werden. Wenn möglich, sollte der Fussgänger das Aufnahmegebäude ebenerdig erreichen können. Deshalb soll in der örtlichen Verkehrsplanung versucht werden, den Bahnhofplatz von bahnhoffremdem Verkehr zu befreien. Besonders Hauptverkehrsstrassen sind auf dem Bahnhofvorplatz zu vermeiden. Dies wiederum erleichtert die Anordnung der Haltestellen des ÖPNV und der Vorfahrten für Taxi und Kiss&Ride. Falls dennoch eine Unterführung notwendig ist, sollte diese mit der Unterführung unter den Geleisen verbunden werden und Zugang zu allen Perrons ermöglichen. Weiter sollte in dieser Unterführung mindestens der Billetkauf per Automat möglich sein.

Für Über- und Unterführungen ergeben sich durch die zu bewältigenden Höhenunterschiede erheblich grössere Verlustzeiten als bei einem Fussgängerstreifen ohne Lichtsignalanlage. Je nachdem, ob die Treppen oder Rampen in der Marschrichtung der Fussgänger liegen (siehe Abbildung 15), streuen die Werte der Verlustzeiten erheblich, wie Tabelle 7 zeigt. Unterführungen sind Überführungen grundsätzlich vorzuziehen, aufgrund geringerer zu absolvierender Höhenunterschiede.

Eine optimale und situationsgerechte Anbindung des Siedlungsraumes und der bestehenden Fusswege an das ÖV-System ist nicht nur Aufgabe der Verkehrsunternehmen, welche das ÖV-Netz betreiben, sondern auch Aufgabe der Standortgemeinde, im Interesse ihrer Anwohner.

Abbildung 15 Verlustzeiten bei Über- und Unterführungen



Quelle: Berg, 1988

Tabelle 7 Verlustzeiten bei Über- und Unterführungen

Angaben in [s]	Fall 1	Fall 2	Fall 3
Unterführung	12	23	35
Überführung	20	40	60
Unterführung mit Rampe	0	48	72

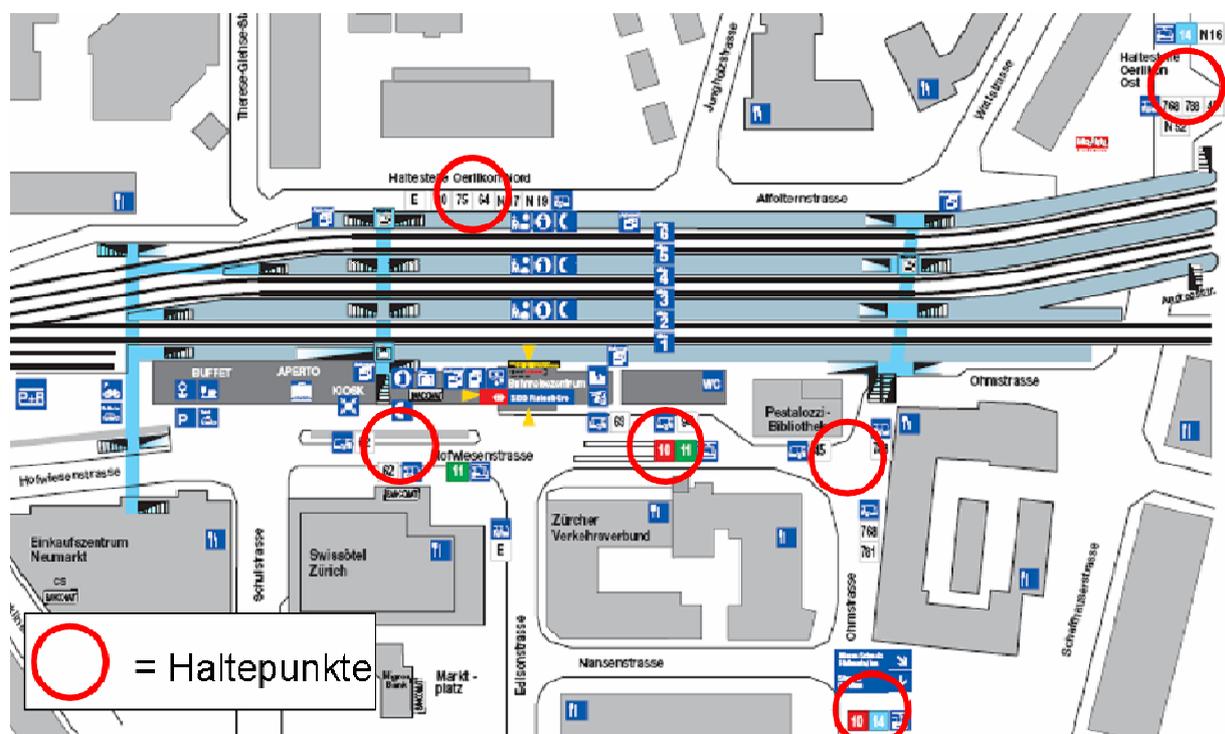
Quelle: Berg, 1988

4.3.3 Öffentlicher Nahverkehr

Zweithöchste Priorität, nach den Zugangswegen für Fussgänger, geniessen Tram und Bus. Sie sind wichtige Zubringer zur Bahn und sorgen für die Feinverteilung der mit der Bahn ankommenden ÖV-Benutzer. Suboptimale Umsteigewege (lange Distanzen, Hindernisse, kein Witterungsschutz) verschlechtern nicht nur die Qualität der Umsteigebeziehung, sondern auch die Qualität des (vom Umsteige-Fahrgast betrachtete) gesamten ÖV-Systems. Zu achten ist auch auf eine ausreichende Leistungsfähigkeit von Treppen und Unter-/Überführungen, besonders in den Hauptverkehrszeiten.

Zur einfacheren Orientierung der Umsteigepassagiere werden Haltepunkte mehrerer Nahverkehrslinien wenn möglich an einer Haltestelle zusammengefasst. Je grösser der Verkehrsknotenpunkt ist, desto schwieriger wird jedoch diese Absicht, wie beispielsweise der Bahnhof Zürich Oerlikon zeigt (Abbildung 16). Nebst den Perrons gibt es (zusammengefasst) 6 Haltepunkte, welche dezentral über das gesamte Bahnhofsareal verteilt sind.

Abbildung 16 Situationsplan Bahnhof Zürich Oerlikon



4.3.4 Kombinierte Mobilität

Parkfelder für P+R und Veloabstellplätze sind so anzuordnen, dass sich die daraus ergebenden Verkehrsströme entflechten können. Da die P+R-Parkplätze einen grossen Platzbedarf (ca. 25m²/Pkw) haben, können solche Plätze in der Regel nicht all zu nahe beim Aufnahmegebäude angeordnet werden. Deshalb können P+R-Parkplätze in Städten oft nur mit grossem Aufwand oder überhaupt nicht realisiert werden. In zentralen Bahnhöfen dienen sie vorwiegend dem Fernverkehr.

Veloabstellplätze (Bike&Ride) sollten nahe am Perron zu liegen kommen. Gibt es mehrere Perronzugänge (Unterführungen), so ist die totale Anzahl an Abstellplätzen dementsprechend aufzuteilen, um den Fussweg vom Veloabstellplatz zum Perron zu minimieren. Um dem Problem des Vandalismus zu begegnen, sollten die Abstellplätze gut einsehbar sein oder, insbesondere bei grösseren Bahnhöfen, überwacht werden (Weidmann, 2005b).

4.3.5 Vorfahrt für Individualverkehr und Taxi

Für Zubringer mit dem Individualverkehr, genannt **Kiss&Ride**, genügen bei kleinen bis mittleren Bahnhöfen wenige Parkplätze. Meist ist bei diesen eine maximal erlaubte Parkzeit von 15min vorgeschrieben. Oft ungenügend ist die Anzahl Parkplätze für Abholer (Kiss&Drive), da diese zeitlich konzentriert, erst kurz vor der fahrplanmässigen Ankunft der Bahn, am Bahnhof eintreffen. Die Kiss&Ride-Parkplätze müssen jedoch nicht unmittelbar vor dem Haupteingang angeordnet werden, da die Fahrgäste die Verhältnisse meist kennen oder der Fahrzeuglenker den abzuholenden Fahrgast an einem zentralen Ort (Treffpunkt) abholt.

Taxistandplätze sind wenn immer möglich nahe am Haupteingang und in kürzester Distanz zu den Perronzugängen respektive Personenunterführungen anzuordnen, damit sie von den ankommenden Reisenden sogleich gefunden werden und für weggehende Reisende nur kurze Fusswege entstehen. Aufgrund von Platzmangel in diesem Bereich des Bahnhofvorplatzes können auch zusätzliche Warteplätze für Taxis in grösserer Entfernung, jedoch in Sichtweite, angeordnet werden. Bei Grossknoten mit mehreren Zugängen ist zu prüfen, ob an mehreren Orten Taxistandplätze sinnvoll sind (Weidmann, 2005b).

4.4 Zugang zum Perron

4.4.1 Kriterien zur Anordnung von Zugängen

Die Anordnung der Zugänge in Längsrichtung des Perrons ist von folgenden Kriterien abhängig:

1. Lage im Erschliessungsgebiet (Siedlungsraum, Lage von Fuss- und Radwegnetz, Haltepunkte des ÖPNV)
2. Nachfragemenge
3. Gleichmässige Zugbesetzung
4. Zugänglichkeit der Abfertigungseinrichtungen
5. Kapazität der Perronflächen

4.4.2 Lage der Zugänge

Die Lage der Zugänge beeinflusst direkt die Besetzung der Züge, denn die Fahrgäste, auf Optimierung ihrer Gesamtreisezeit bedacht, wählen oft jenen Zugteil aus, welcher dem Abgang am Zielhaltepunkt am nächsten liegt. Andererseits kann jedoch gesagt werden, dass die Fahrgäste, sofern sie die Strecke schon mehrmals gefahren und mit den Örtlichkeiten vertraut sind, ihren Einsteigepunkt im Hinblick auf kurze Fusswege an der Zieldestination wählen. Eine dritte Gruppe Reisender, beispielsweise Pendler, wählt den Einsteigepunkt so aus, dass sie noch einen der in den Hauptverkehrszeiten meist rar gewordenen Sitzplätze erhaschen können.

Durch geschickte Gestaltung der Zu- und Abgänge an den Haupthaltepunkten entlang einer Linie (beispielsweise unterschiedliche Lage) kann eine wichtige Voraussetzung für die gleichmässige Kapazitätsausschöpfung geschaffen werden.

Zentrale Zugänge zwingen die Fahrgäste oft zu grossen Umwegen, weshalb empfohlen wird, schon bei mittleren Regionalbahnhöfen mehrere Zugänge anzuordnen. So werden nicht nur die Umsteigewege kürzer, sondern die Perrons bei starkem Verkehrsandrang auch rascher ent-

leert, womit Umsteigezeiten reduziert werden können. Wichtig ist natürlich, dass beispielsweise ein zweiter Zugang dort angeordnet ist, wo tatsächlich auch eine Nachfrage vorhanden ist. Sonst wird die bestehende, zentrale Unterführung nur in geringem Masse entlastet. Als ideal erweisen sich drei Zugänge; je einer an den Perronenden und der dritte zentral in Perronmitte gelegen, wo meist auch der direkteste Umsteigeweg von der Bahn zum ÖPNV liegt.

Ferner sollen alle Zugangswege – insbesondere Unterführungen – möglichst die wichtigen Orte miteinander verbinden, wie beispielsweise den Bereich des Haupteingangs mit allen Perrons. Zugänge, welche nur einen Teil der Verkehrsbeziehungen ermöglichen, sind grundsätzlich zu vermeiden, da diese auf den Perrons umständliche Informationen erfordern, welche von aussteigenden und ortsfremden Reisenden oft nicht wahrgenommen werden. Müssten dennoch Verkehrsbeziehungen weggelassen werden, zum Beispiel aufgrund ungenügender Platzverhältnisse, dann sollten dies lediglich Verbindungen sein, für die sich nur Ortskundige interessieren. Unterschiedliche Hauptziele bei zwei Zugängen können auch zu gegenseitiger Behinderungen der Fahrgäste führen (z.B. Unterführung in Zürich Hauptbahnhof) (Weidmann, 2004).

4.4.3 Treppen, Rampen, Rolltreppen

Für die Zahl und Ausgestaltung der Perronaufgänge sind folgende Kriterien wichtig:

- **Kapazität:** Die Anzahl und die Dimensionierung der Zugänge müssen mit dem möglichen Zufluss an Fahrgästen übereinstimmen. Dieser ist insbesondere durch die Zuglänge, den Fahrzeugtyp und die minimale Zugfolgezeit gegeben.
- **Fahrgastkomfort:** Der Transport von schwerem Reisegepäck und Kinderwagen stellt den Bahnreisenden vor grosse Probleme. Für viele körperlich Behinderte und ältere Fahrgäste ist das Überwinden von Höhenunterschieden ein Problem
- **Betriebs- und Unterhaltsarbeiten:** Mechanische Anlagen wie Rolltreppen oder Lifte verursachen grosse Unterhalts- und Betriebskosten.

Rampen haben gegenüber Treppenanlagen folgende Vorteile:

- Rampen ermöglichen einen schnelleren und reibungsloseren Abfluss des Reisendenstroms als Treppen

- Reisende mit Kinderwagen und/oder Handgepäck können Rampen ohne Schwierigkeiten benutzen, wogegen Treppen und Rolltreppen erhebliche Hindernisse darstellen, die ohne fremde Hilfe nur mühsam zu überwinden sind.
- Rampen gestatten den Einsatz von einfachen Kofferkulis im ganzen Bahnhofsbereich im Gegensatz zu rolltreppengängigen Kofferkuli-Ausführungen.

Als Regelbauweise werden heute Perronzugänge mit einer Rampe und einer Treppe erstellt. Bei S-Bahn-Stationen im Zürcher Verkehrsverbund wird, sofern nur eine Personenunterführung vorhanden ist, darauf geachtet, dass die Zugsenden der S-Bahn-Kompositionen in der Nebenverkehrszeit (nur 1 Komposition) möglichst nahe bei diesen beiden Perronzugängen zu liegen kommt. Sind Rampen aus Platz- oder Kostengründen nicht realisierbar, so kann als Notlösung eine Flachtreppe mit Steilrampeneinbau (für Kinderwagen) erstellt werden. Bei grossen Höhendifferenzen können Rolltreppen und Lifte zum Einsatz kommen (Weidmann, 2005b).

4.5 Dimensionierungsaufgaben

4.5.1 Grundlagen

Die üblichen Personenverkehrsanlagen sind hinsichtlich zweier Grössen zu dimensionieren: Einerseits nach dem Zeitbedarf für Fusswege (Dauer der Umsteigevorgänge und deren Optimierung), andererseits nach der Kapazität der Anlagenteile (Fusswege, Treppen, Rampen, Rolltreppen, Lifte und Warteflächen).

Das Verkehrsaufkommen einer Fussgängeranlage unterliegt Streuungen, verursacht durch Jahreszeit, Wochentag, Tageszeit und kurzzeitige Störungen. Letztere sind in der Bemessung mit ihrem stossweisen Auftreten der Fussgänger massgebend, da Rückstauerscheinungen vermieden werden sollen. Gründe für Fussgängerpulks sind zufällige Pulks (Fall 1) oder aber stossweise Belastungen aus definierten Ursachen (Fall 2) wie beispielsweise zwei am Perron anhaltende S-Bahnen mit hohem Aussteigeranteil in der Morgenspitze.

Im **Fall 1** erfolgt die Dimensionierung üblicherweise auf die 2-Minuten-Spitze sowie einen 15-Minuten-Wert als Abbild des normalen Betriebsablaufs. Ist das stündliche Verkehrsaufkommen bekannt, so lassen sich die 2- und 15-Minuten-Werte aus Grafiken ablesen. Im **Fall**

2 sind die Verkehrsstromstärken im Einzelfall zu ermitteln, zum Beispiel mit Hilfe der Leistungsfähigkeit und Zahl der Fahrzeugtüren.

Die Leistungsfähigkeit von Fussgängeranlagen, definiert als Anzahl der Fussgänger, welche pro Zeiteinheit einen gegebenen Querschnitt passieren können, ist von der Fussgängerdichte, der Geschwindigkeit und der nutzbaren Breite abhängig. Maximale Geschwindigkeit und grösste Leistungsfähigkeit schliessen sich gegenseitig aus, da die Geschwindigkeit eine Funktion der Fussgängerdichte ist. Die Abhängigkeiten von Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und Verkehrsmenge sind ähnlich wie beim motorisierten Individualverkehr (Weidmann, 1993).

4.5.2 Platzbedarf und nutzbare Breite

Die natürliche Fussgängerdichte liegt bei 2.0 bis $2.9P/m^2$, wobei der dynamische Platzbedarf für die Fortbewegung grösser ist als der statische. In Richtung der Bewegung muss der Fussgänger seine Beine auslenken können und einen Sicherheitsabstand wahren. In seitlicher Richtung müssen die Schwankbewegungen des Körpers und seine Breitenverteilung berücksichtigt werden, was ohne Zuschlag für Gepäck zu einer Breite von 0.71m in der Ebene und 0.6m bei Treppen führt. Als Längsabstand gilt die Grössenordnung von 1m.

Fussgänger halten gegenüber Wänden einen Mindestabstand ein, der von der Wandbeschaffenheit und der Bewegungsfreiheit des Fussgängers abhängt. Die nutzbare Breite für die Kapazitätsberechnung ist um diesen Mindestabstand zu reduzieren (Weidmann, 1993).

4.5.3 Leistungsfähigkeit

Die maximale Leistungsfähigkeit in der Ebene beträgt unter Normalbedingungen $1.23P/sm$ und wird bei einer Fussgängerdichte von $1.75P/m^2$ und einer Geschwindigkeit von 0.70m/s erreicht. Entgegengesetzte Fussgängerströme verursachen einen Leistungsabfall von 4% (Richtungsverhältnis 50%-50%) bis 14.5% (Richtungsverhältnis 90%-10%), wobei der jeweils kleinere Verkehrsstrom überproportional viel Platz beansprucht.

Die maximale spezifische Leistungsfähigkeit bei Treppen beträgt, eine optimale Fussgängerdichte von $2.23P/m^2$ vorausgesetzt, beim Aufwärtsgehen $0.850P/sm$ und beim Abwärtsgehen $0.979 P/sm$ mit Geschwindigkeiten von 0.38 m/s beziehungsweise 0.44m/s (Weidmann, 1993).

4.5.4 Zulässige Belastung der Fussgängeranlagen

Um das Kippen des Fussgängerstroms in den instabilen Zustand zu vermeiden, dürfen Fussgängeranlagen nicht basierend auf der maximalen spezifischen Leistungsfähigkeit dimensioniert werden. Zudem muss der Benutzungskomfort mitberücksichtigt werden, da die Verkehrsdichte bei höchster Leistungsfähigkeit vom Benutzer der Anlage bereits als unangenehm empfunden wird. Zur Beurteilung der Nutzungsqualität wird das „Level-of-Service“-Konzept (LOS) verwendet. Eine Anlage wird gemäss Tabelle 8 in eine der Qualitätsstufen A bis I eingeteilt.

Tabelle 8 Level-of-Service von Fussgängeranlagen

LoS	Ebene [P/m^2]	Treppe [P/m^2]	Bemerkung
A	0.00-0.10	0.00-0.20	absolut freie Bewegung
B	0.10-0.30	0.20-0.60	freie Bewegung
C	0.30-0.45	0.60-0.75	schwache Behinderung
D	0.45-0.60	0.75-0.90	mässige Behinderung
E	0.60-0.75	0.90-1.15	starke Behinderung
F	0.75-1.00	1,15-1.65	dichter Verkehr
G	1.00-1.50	1.65-2.15	mässiges Gedränge
H	1.50-2.00	2.15-2.60	starkes Gedränge
I	2.00-5.40	2.60-5.40	massives Gedränge

Quelle: Weidmann, 2006a

Aus wirtschaftlichen Gründen kann nun aber nicht für jeden Lastfall ein maximaler Qualitätsstandard (LOS A) angeboten werden. Im Normalverkehr ist etwa LOS B angemessen, im Stossverkehr kann mit LOS D gerechnet werden, und an Engpässen ist mindestens LOS F zu erreichen.

4.6 Einpassung der Personenverkehrsanlagen in die Gleistopologie

4.6.1 Grundsätzliche Anordnungen

Da bei der Einpassung der Personenverkehrsanlagen in die Gleistopologie letztere in den meisten Fällen schon gegeben ist, konzentriert man sich auf die noch bestehenden planerischen Freiheitsgrade wie die Anordnung der Perrons, Zu- und Abgänge, die Gestaltung der Verbindungswege und teilweise die Anordnung der Aufnahmegebäude. Bei der Anordnung der Perrons unterscheidet man zwischen Aussenperron, Insel- oder Mittelperron und Zwillingsperron, auch spanische Bahnsteige genannt (oft bei U- und S-Bahnhaltepunkten mit sehr grossem Fahrgastaufkommen; der eine Perron ist für aussteigende, der andere für einsteigende Fahrgäste vorzusehen). Eine weitere Sonderform bilden die Zungenperrons von Kopfbahnhöfen, welche mittels eines sogenannten Querperrons miteinander verbunden werden.

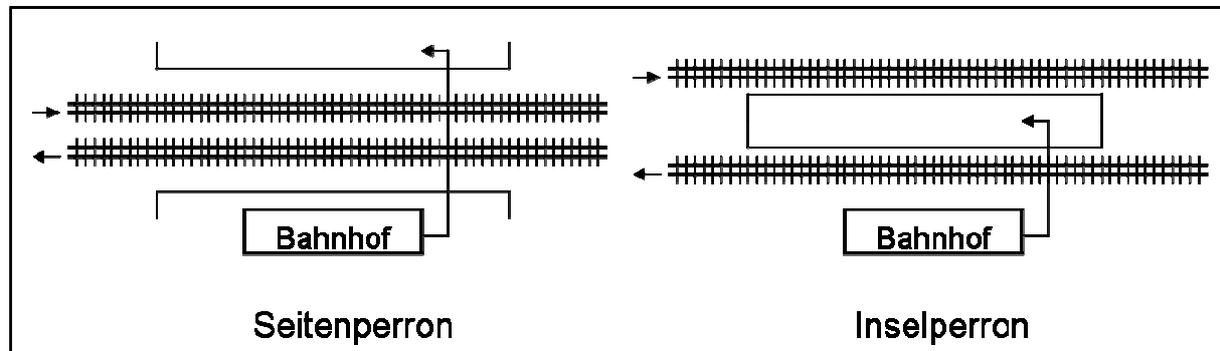
4.6.2 Verkehrliche Kriterien zur Perronanordnung

Die Anordnung der Haltegleise für Personenzüge hat so zu erfolgen, dass der Weg für die Fahrgäste von und zum Einsteigepunkt möglichst kurz ist. Am einfachsten ist dies zu erreichen, wenn die Gleisanordnung ohne schienenfreie Zugänge konzipiert wird. Diese Form ist jedoch aus Betriebs- und Sicherheitsgründen nicht wünschenswert, da jeweils nur ein Zug für den Fahrgastwechsel anhalten darf und die Einfahrt auf das weiter entfernte Gleis erst erfolgen darf, wenn der Zug auf dem näheren Gleis anhält und sofort wieder wegfahren kann.

Beim **Seitenperron** (siehe Abbildung 17) muss jeweils die Hälfte der Fahrgäste die Gleise überqueren und dafür Unter- oder Überführungen benutzen.

Beim **Inselperron** (Mittelperron) müssen alle Fahrgäste Gleise überqueren respektive Unter- oder Überführungen benutzen. Der grosse Vorteil von Inselperrons besteht darin, dass die beiden Streckengleise freizügig benutzt werden können, da sie denselben Perron bedienen. Weiter ist für beide Fahrrichtungen nur ein Zugang notwendig, und die Perronausrüstungen müssen nur für eine Anlage bereitgestellt werden (Informationen, Sitzgelegenheiten, Witterungsschutz, Automaten) (Weidmann, 2005b).

Abbildung 17 Seitenperron, Inselperron



Quelle: Weidmann, 2005b

4.7 Umsteigeanlagen

Funktionstüchtigkeit und Attraktivität des ÖV-Netzes werden wesentlich durch die Lage der Übergangsstellen im Netz und die Gestaltung der Anlagen im einzelnen beeinflusst. Verknüpfungspunkte müssen daher hohen verkehrlichen und betrieblichen Anforderungen gerecht werden. Generell gelten bei Umsteigehaltestellen die gleichen Grundsätze wie beim Zugang zum Bahnhof: Dem Fahrgast soll ein sicheres, mit wenig Weg- und Zeitaufwand verbundenes und bequemes Umsteigen ermöglicht werden.

Die Qualität der raumplanerischen Verteilung der Umsteigeanlagen und die Präsenz von Dienstleistungen in diesen Übergangsstellen sind Faktoren, welche die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs steigern. Die in den Umsteigeanlagen angesiedelten Dienstleistungen führen zu einer Qualitätssteigerung der dort zugebrachten Zeit, die nicht mehr als nutzlos, sondern als aktiv wahrgenommen wird, da die Zeit sinnvoll genutzt werden kann.

4.7.1 Grundforderungen

Folgende Einflüsse sind für die bauliche Gestaltung von Übergangsstellen wesentlich:

- Art der zu verknüpfenden Verkehrsmittel und die Stärke der Umsteigeströme

- Führung der Fussgänger-Verkehrsströme
- Art und Länge der Umsteigewege und möglicher Behinderungsgrad
- Übersichtlichkeit und Orientierungsaufwand für den Fahrgast
- Zug- bzw. Wagenfolge, Aufenthalts- und Fahrgastwechselzeiten
- Gleisplangestaltung

Weiter gelten folgende Grundforderungen für die Gestaltung von Übergangsstellen: (Zschweigert, 1982 und VÖV Schriften, 1981)

1. Anzustreben ist eine Minimierung der Gesamtreisezeit aller Fahrgäste, trotz Verkehrsmittelwechsels, durch Lageoptimierung der Übergangsstellen und Minimierung der Umsteige- und Übergangszeiten; Zubringer oder Verkehrsmittel einer tieferen ÖV-Hierarchie-Stufe sind nach Möglichkeit an den Bahnsteig des hochwertigeren Verkehrsmittels heranzuführen, um das Übergehen durch einfachen Kantenwechsel zu ermöglichen. Die gegenseitige Gleisanordnung soll wenn möglich so erfolgen, dass die stärksten Umsteigeströme am selben Perron umsteigen können. Dies wiederum verkleinert die minimal notwendige Umsteigezeit, was gerade bei ITF-Knoten ein wesentlicher Punkt ist. In den meisten Fällen sind Inselperrons nicht zu vermeiden.
2. Nebst der Einpassung in das bestehende Verkehrsliniennetz sollten bei neu zu erstellenden Umsteigeanlagen auch die Fuss- und Radwegnetze und städtebauliche Aspekte berücksichtigt werden.
3. Zweckmässig ist das Zusammenfassen einer möglichst grossen Zahl von Verkehrslinien und die Konzentration auf wenige Netzknoten. Hierdurch können die Umsteigevorgänge reduziert werden, da die Fahrgäste beispielsweise vom primären Verkehrsmittel ohne Zwischenschaltung weiterer Verkehrsmittel unmittelbar in das Zielverkehrsmittel umsteigen können.
4. Verkehrstechnische Lösungen müssen angestrebt werden, die möglichst kurze Wege mit geringen Höhenunterschieden, den Verkehrsströmen angepasste und ausreichend bemessene Personenverkehrsanlagen sowie übersichtliche Orientierungen aufweisen.

4.7.2 Umsteigeweg

Der Umsteigeweg „quai à quai“ erlaubt dem Fahrgast, das Verkehrsmittel zu wechseln, in dem er lediglich die Breite des Umsteigeperrons überquert. Dies ist die Idealkonfiguration eines Umsteigeweges, jedoch nur selten realisierbar. Trotzdem ist es oft möglich, eine Umsteige-
verbindung „quai à quai“ zu realisieren, wenn auch nur für einen Teil der Umsteigebeziehungen eines Knotenpunktes.

Bei kleineren und wenig komplexen Umsteigeanlagen besteht eine grosse Vielzahl an Möglichkeiten, die Fusswegdistanzen zu optimieren und mit den Problemen, welche beispielsweise durch den im Bahnhofsbereich vorhandenen Individualverkehr entstehen, zurecht zu kommen.

Nebst der horizontal nahen Anordnung der Haltepunkte besteht die Möglichkeit der Superposition auf vertikaler Ebene, um die Umsteigedistanzen zu minimieren. Geeignet dafür sind insbesondere Knoten mit U-Bahnverkehr und Grossknoten mit mehreren Ebenen pro Verkehrsmittel.

Horizontal und vertikal günstige Lösungen können so je nach Knoten individuell kombiniert werden, um eine für den Knoten als Ganzes optimale Lösung zu erreichen. Da sich meist mehrere Verkehrsmittel (Bahn, Bus, Tram) an den Knoten treffen, ist es grundsätzlich unmöglich, alle Umsteigerelationen zu optimieren. Haltepunkte von Bahn und ÖPNV können für ihr jeweiliges Netz zwar optimal angeordnet sein, jedoch nicht dem Optimum des Gesamtsystems ÖV betreffend minimaler Reisezeit und Komfort für den Benutzer entsprechen, da die Umsteigewege beziehungsweise die Lage zu den Umsteigewegen, die Orientierungsmöglichkeiten und die zu überwindenden Höhendifferenzen je nach Systemebene unterschiedlich sind. Ein aktuelles Beispiel für die Verknüpfung verschiedener Verkehrsmittel in mehreren Ebenen ist der Bahnhof Berlin-Lehrte (INRETS/CODRA, 2006),

Haltepunkte

Die Haltepunkte der mittels Umsteigewegen zu verknüpfenden Verkehrsmittel sollen wenn möglich dicht beieinander liegen, denn ein Umsteigeweg mit einer Distanz von mehr als 150-200m wird vom Fahrgast schon als zu lang empfunden. Liegen die Haltepunkte, zwischen denen umgestiegen wird, in derselben Ebene, so sollte angestrebt werden, die Linien am selben Bahnsteig beziehungsweise an der selben Fahrbahnkante halten zu lassen („correspondance quai à quai“). Unter Umständen sind so jedoch betriebliche Nachteile in Kauf zu nehmen.

Führung der Umsteigewege

Haltepunkte, die durch Fahrbahnen des Individualverkehrs getrennt sind, sollten niveaufrei miteinander verbunden werden oder zumindest durch Lichtsignalgesteuerte Übergänge gesichert sein. So wird die Gefahr durch risikoreiches Überqueren, um ein abfahrereites Anschlussverkehrsmittel noch zu erreichen, minimiert. Auch sollten die Umsteigewege so geführt werden, dass möglichst keine Kreuzungspunkte mit Fahrbahnen des ÖPNV entstehen. Ansonsten sind diese für den Umsteigepassagier deutlich zu markieren. Die Umsteigeströme selbst sollen klar geführt werden und sich gegenseitig möglichst wenig behindern. Dafür ist eine eindeutige Leitbeschilderung erforderlich.

Höhenunterschiede

Die Überwindung von Höhenunterschieden kann über feste Treppen, Rolltreppen, Rampen oder Aufzüge erfolgen, wobei feste Treppen für geringe bis mittlere Höhenunterschiede geeignet sind. Bei geringen Höhenunterschieden empfiehlt sich die Anordnung von Rampen, da diese besonders für mobilitätsbehinderte Fahrgäste geeignet sind. Der Einsatz von Rampen ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn der Rampenverlauf der Hauptgehrichtung entspricht und sich durch die Benutzung einer Rampe keine nennenswerte Wegverlängerung ergibt (VÖV Schriften, 1981).

4.7.3 Umsteigezeit

Die fahrplanmässige Umsteigezeit setzt sich zusammen aus der Zeit für das Zurücklegen des Umsteigeweges und einer Toleranz für im Regelbetrieb auftretende geringfügige Fahrplanabweichungen, wobei die Toleranzgrenzen grundsätzlich einzuhalten sind. Für den umsteigenden Fahrgast muss der fahrplanmässige Anschluss an sein weiterführendes Verkehrsmittel eingehalten werden.

Bei einer Kursfolgezeit des Anschlussverkehrsmittels von nicht mehr als 5 Minuten kann der Anschluss immer als gewährleistet angesehen werden, da die Wartezeit im ungünstigsten Fall immer noch unter 10 Minuten liegt. Bei grösseren Kursfolgezeiten sind Vorkehrungen zu treffen, welche die Ankunft und Abfahrt der Verkehrsmittel im Verspätungsfall koordinieren. Diese Koordination kann durch die Fahrer selbst vorgenommen werden, sofern Sichtkontakt zwischen den beiden Fahrzeugen besteht, oder durch betriebliche Leitsysteme erfolgen (Koordination über die Betriebsleitzentrale).

4.7.4 ITF

Prinzip des ITF

Ein wichtiger Faktor spielen die Umsteigewege und die daraus resultierenden fahrplanmässigen Umsteigezeiten bei den integralen Taktfahrplänen (ITF). In dieser Sonderform eines symmetrischen Taktfahrplans sind im ÖV-Netz Anschlussknoten definiert, in welchen Anschlüsse aus allen Richtungen in alle Richtungen gewährleistet werden. Durch die Festlegung der Knotenpunkte und die Wahl des Fahrplantaktes ist zusätzlich der Raster der möglichen Fahrzeiten zwischen den Knoten definiert.

Das Grundprinzip von "Bahn 2000" ist eine Minimierung der Summe aller Reisezeiten. Ziel ist nicht, zwischen zwei Punkten eine schnellstmögliche Verbindung herzustellen, sondern eine schnellstmögliche Reise von einem Start- zu einem Zielpunkt zu erreichen. Dazu müssen verschiedene Verkehrsmittel (Bahn, Bus, Schiff) so gekoppelt sein, dass keine langen Wartezeiten notwendig sind.

Ausgehend vom Knotenpunkt Zürich wurde für die gesamte Schweiz ein integraler Taktfahrplan mit einem halbstündigen Takt aufgebaut. Jeweils zur vollen und zur halben Stunde fahren in Zürich Züge in alle Richtungen, wobei zwischen den Relationen eine Umsteigemöglichkeit besteht. Andere Knotenpunkte in der Schweiz werden mit Reisezeiten erreicht, die einem Vielfachen einer halben Stunde entsprechen. In diesen Knoten treffen sich die Züge und die Verkehrsmittel des ÖPNV kurz vor der ganzen und/oder halben Stunde und verlassen die Bahnhöfe kurz nach der ganzen und/oder halben Stunde wieder. So können kurze Umsteigezeiten realisiert werden, da die Züge aus allen Richtungen zur gleichen Zeit am Bahnhof sind.

Erreichen von ITF-Fahrzeiten

Konnten die geforderten Fahrzeiten nicht erreicht werden, wurden einerseits Massnahmen im Infrastrukturbereich der Strecke notwendig, wie zum Beispiel die Realisierung einer Neubaustrecke zwischen Mattstetten und Rothrist. Andererseits wurde durch den Einsatz von neuem Rollmaterial (Inter City Neigezug ICN für Jurasüdfusslinie) der erforderliche Zeitgewinn ermöglicht. Weiter waren teilweise grössere Umbauten bei den Bahn-Knoten notwendig, damit die Züge gleichzeitig und ohne zu kreuzen ein- und ausfahren konnten (z.B. Zürich).

Anstatt Ausbauten auf der Strecke vorzunehmen oder schnelleres Rollmaterial einzusetzen um so die Fahrzeit zwischen zwei Knoten zu verkürzen, besteht auch die Möglichkeit, Zeit in den Knoten selbst zu gewinnen. Die fahrplanmässige Umsteigezeit in den Knoten des integra-

len Taktfahrplanes ergibt sich durch die Bedingung, dass von jeder Relation zur anderen die Möglichkeit des Umsteigens angeboten werden muss. Untersucht man nun an einem Knoten diese fahrplanmässigen Umsteigezeiten und die darauf basierenden Umsteigewege detailliert und betrachtet jede mögliche Umsteigebeziehung, kristallisieren sich Umsteigebeziehungen heraus, für welche mehr Zeitbedarf benötigt wird als für andere. Optimiert man nun diese Beziehungen, indem man die Umsteigewege durch infrastrukturelle Anpassungen verkürzt, verringert sich je nach Umsteigerelation die fahrplanmässige Umsteigezeit, und diese Differenz reicht unter Umständen schon aus, um den Anforderungen des integralen Taktfahrplans zu entsprechen. Denn es ist die Summe von Fahrzeit auf der Strecke und Haltezeit an den Knoten, welche ins System des ITF passen müssen. Wo genau der dazu benötigte Zeitgewinn resultiert, ist für das Funktionieren des Systems sekundär.

4.7.5 Gestaltung

Um eine Umsteigehaltestelle fahrgastgerecht gestalten zu können, sind folgende Forderungen zu erfüllen:

- Es soll eine gute Orientierung möglich sein, und die einzelnen Funktionen der Übergangsstelle sollen gut begreifbar,
- die Fahrgastinformationen sollen umfassend, gut erkennbar und lesbar,
- die Beleuchtung soll ausreichend
- und die Form- und Farbgebung der Infrastruktur soll ansprechend sein.

Weitere Elemente einer fahrgastgerechten Gestaltung von Umsteigehaltestellen sind ein wirksamer Witterungsschutz (Schutzdächer mit Windschutzwänden, Wartehallen) und je nach Grösse der Anlage angepasste kundendienstliche Einrichtungen (Kioske, Telefonzellen, Toiletten, Taxi-Halteplätze, ausreichend Sitzgelegenheiten, Läden des täglichen Bedarfs).

Gründe für eine suboptimale Gestaltung von Umsteigeanlagen sind Platzmangel vor Ort, bestehende, historisch bedingte Anordnung der (Gleis-)Anlagen und Schwierigkeiten der Projektkoordination zwischen Besteller und Betreibern der beteiligten ÖV-Systeme sowie den Behörden.

5 Methodik für die Untersuchung von Fallbeispielen

5.1 Einteilung der Bahnhöfe

Um geeignete Fallbeispiele für die Untersuchung von Fusswegen im System ÖV zu erhalten, wird eine Liste von Bahnstationen erstellt, bei welchen aus eigener Erfahrung oder aufgrund von Rückmeldungen aus dem Bekanntenkreis aus Sicht des Fahrgastes Mängel in der Fussweggestaltung vorhanden sind, kürzlich Infrastrukturausbauten zur Behebung dieser Mängel stattgefunden haben oder solche Ausbauten geplant sind. Diese Stationen werden nun nach ihrer Anbindung ans Siedlungsgebiet und nach ihrer Funktionalität in eine Matrix eingetragen, wie Abbildung 18 zeigt. Die Felder in der Matrix werden noch ergänzt durch Stationen, welche, bedingt durch ihre Anbindung und Funktionalität, rein theoretisch für Untersuchungen geeignet sind.

Die **Anbindung** ans Siedlungsgebiet kann einseitig oder zweiseitig sein. Kopfbahnhöfe bilden eine eigene Kategorie, da sie von drei oder mehr Seiten zugänglich sind.

Die **Funktionalität** einer Station wird nach folgender Gliederung bestimmt:

1. *Station, ohne Umsteigemöglichkeit:* Es besteht keine Möglichkeit, zwischen zwei verschiedenen Verkehrsmitteln oder auf eine andere Linie des gleichen Verkehrsmittels umzusteigen.
2. *Station mit ÖPNV:* Hier kann zwischen Bahn und öffentlichem Personennahverkehr umgestiegen werden.
3. *Umsteigebahnhof mit ÖPNV:* In diesen Station bestehen Umsteigerelationen sowohl innerhalb des gleichen Verkehrsmittels (Bahn-Bahn, Bus-Bus) als auch zwischen zwei verschiedenen Verkehrsmitteln.
4. *Grossknoten:* Bedeutende Knotenpunkte des ÖV-Systems überregionaler Bedeutung mit wichtigen Umsteigerelationen.

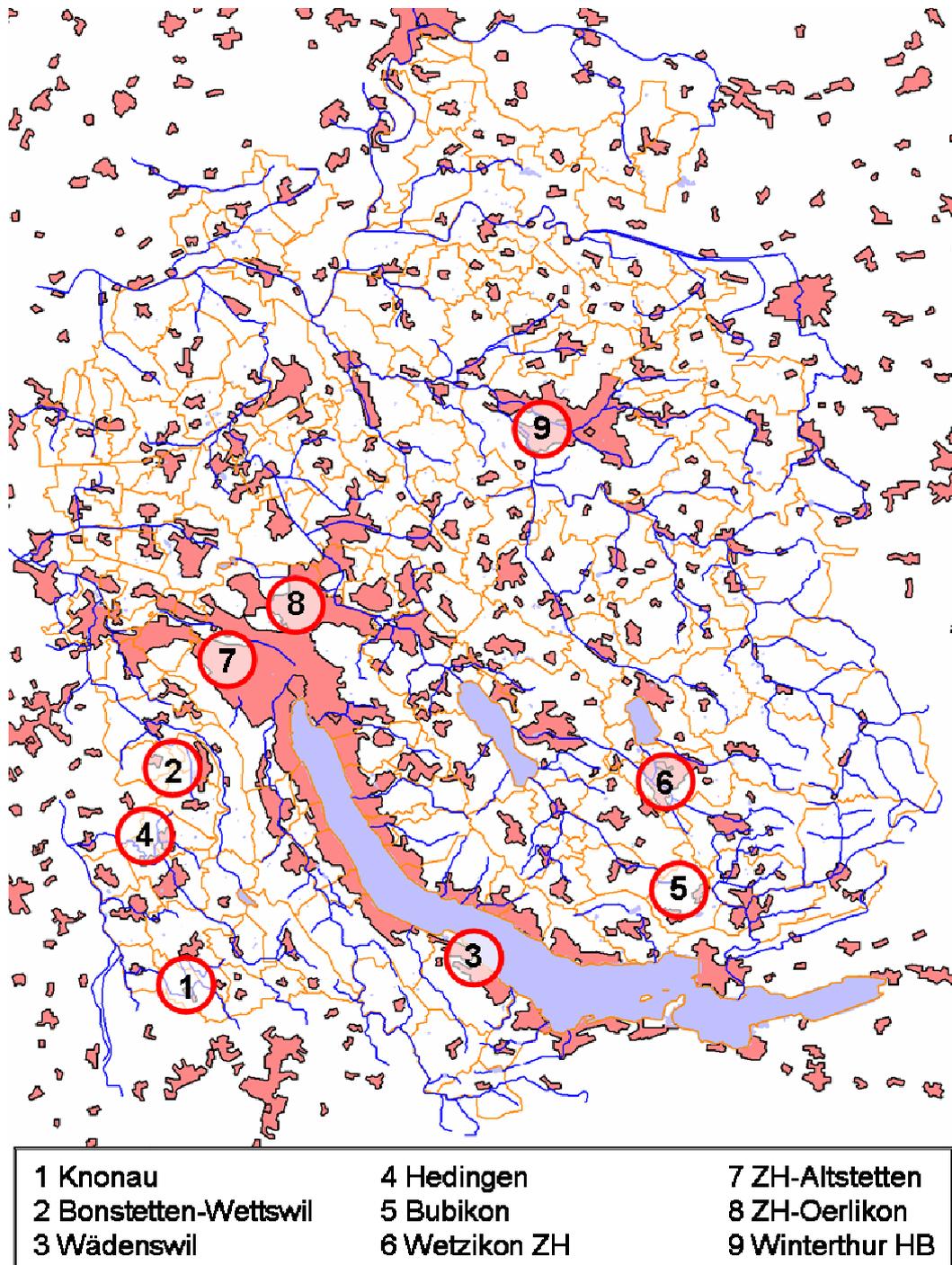
Abbildung 18 Matrix Anbindung - Funktionalität

Anbindung	Funktionalität Fallbeispiel im Kanton Zürich			
	Station, ohne Umsteigemöglichkeit	Station mit ÖPNV	Umsteigebahnhof mit ÖPNV	Grossknoten
einseitig	Knonau Leuggelbach	Bonstetten Buchs-Dällikon Otelfingen Altdorf	Wädenswil	keine Beispiele
zweiseitig	Hedingen Niederweningen Dorf	Bubikon Glattbrugg Uster Schlieren Goldach Stansstad	Wetzikon ZH-Altstetten ZH-Oerlikon Bülach Sursee Uzwil Wattwil	Interlaken Ost Olten Hergiswil Aarau Chur Fribourg Winterthur HB Zürich HB (21-24) Bern SBB Lausanne SBB
Kopfbahnhof	Uetliberg Engelberg Innertkirchen MIB Les Brenets	Hinwil Niederweningen Esslingen Einsiedeln Linthal Grindelwald	Lauterbrunnen Scuol-Tarasp St.Moritz Orsières Le Châble Schwarzenburg	Chur SBB Zürich HB (1-18, 51-54) Luzern Basel SBB

Ausgewählt für die Untersuchung von Fallbeispielen wurden schlussendlich 9 Stationen (siehe Abbildung 19). Diese befinden sich alle ausschliesslich im Kanton Zürich. Grund dafür ist, dass von diesen Stationen Zahlen zur Verkehrsmenge vorhanden sind und für die Berechnungen verwendet werden können.

Auf die Untersuchungen von Kopfbahnhöfen wird verzichtet, da sich die Beispiele im Hinblick auf ihr Optimierungspotential (freier Perronzugang à niveau) nicht für Untersuchungen eignen oder keine Verkehrsdaten vorhanden sind (Chur SBB, Luzern, Basel SBB). Bei den Grossknoten im schweizerischen Eisenbahnnetz wie beispielsweise Zürich HB fehlen für genauere Untersuchungen zudem Zahlen betreffend Stärke der Umsteigeströme je Umsteigerelation, woraus der Zeitbedarf für Umsteigebeziehungen errechnet werden könnte.

Abbildung 19 Übersicht über Lage der Fallbeispiele

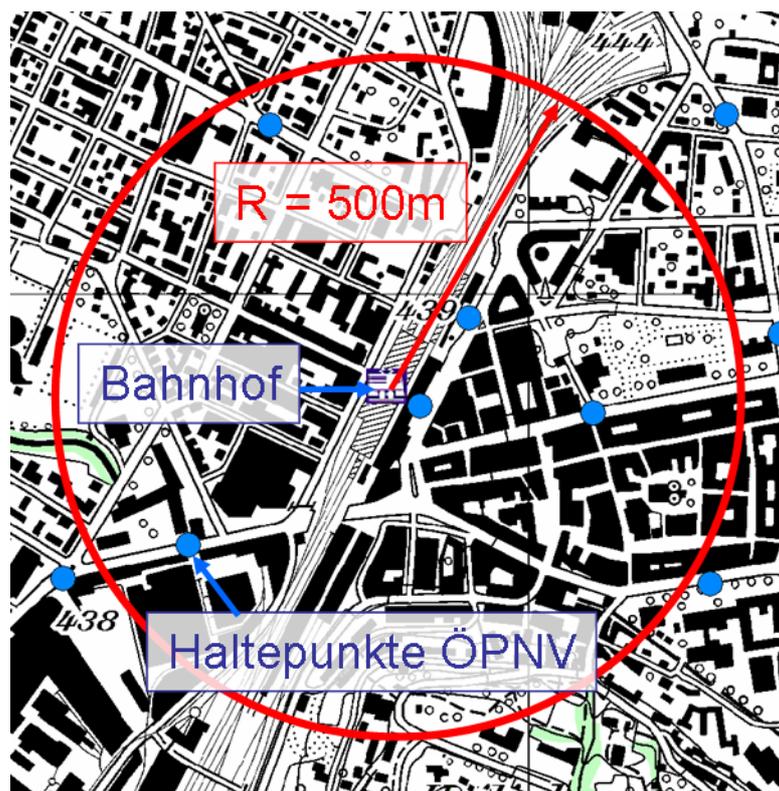


5.2 Ablauf der Untersuchung

5.2.1 Einzugsgebiet

Um die Zugangswege vom Siedlungsgebiet zur Haltestelle berechnen zu können, wird ein Einzugsgebiet je Fallbeispiel definiert. Da die Ansprechbarkeit gegenüber dem ÖV-System mit zunehmendem Abstand zum Haltepunkt sinkt, wurde das Einzugsgebiet auf eine Luftdistanz von 500m, gemessen vom Mittelpunkt der Station (Mitte des für die Berechnungen gewählten Perrons), begrenzt, wie Abbildung 20 zeigt. Da die Zugangswege in den meisten Fällen nicht den Luftlinien entsprechen, ergeben sich je nach Umweg Distanzen von bis zu 800m, was einem Umwegfaktor von maximal 60% entspricht.

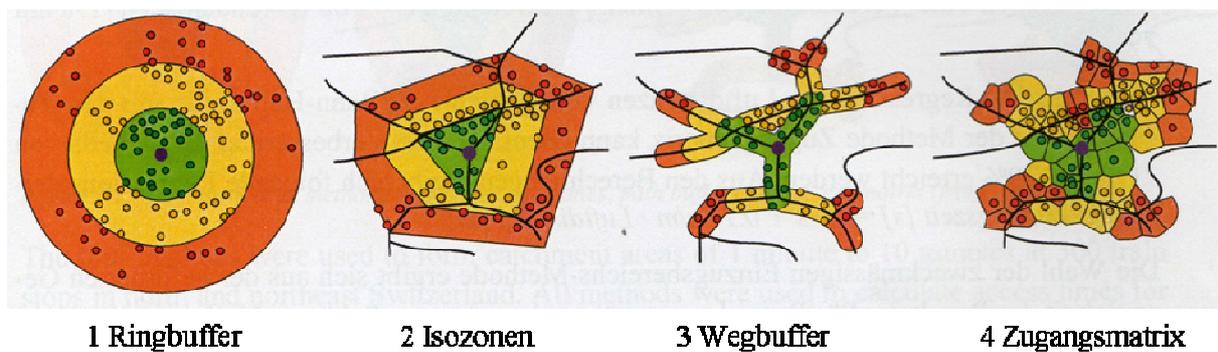
Abbildung 20 Einzugsgebiet, Radius (500m)



Im Bericht „GIS-basiertes Konzept zur Modellierung von Einzugsbereichen auf Haltestellen“ (Jermann, 2004) werden verschiedene Methoden zur Berechnung der Einzugsbereiche darge-

stellt. Aus verschiedenen Stufen der Abstraktion der Fusswege und der Anbindung von Gebäude an Fusswegnetze werden total vier Methoden der Einzugsbereichs-Berechnung hergeleitet. Die Methode „Ringbuffer“ (Abbildung 21, Nr. 1) berechnet die Zugangszeiten über die Luftdistanz mit der Formel $(Luftdistanz \cdot Umwegfaktor) / Geschwindigkeit$ und stellt die schnellste und einfachste Methode dar. Die Einzugsbereichsbildung für diese Arbeit (500m-Radius) ist von dieser Methode abgeleitet. Drei weitere Methoden, welche die Zugangszeiten direkt über das Fusswegnetz berechnen (Isozonen, Wegbuffer und Zugangsmatrix; Abbildung 21, Nr. 2-4) benötigen einen höheren Aufwand bezüglich Datenaufbereitung und Berechnung, liefern jedoch genauere Zahlen, wobei die Methode Isozonen unter Betrachtung von Nutzen und Aufwand die zweckmässigste Vorgehensweise darstellt (Jermann, 2004).

Abbildung 21 Einzugsbereichs-Methoden

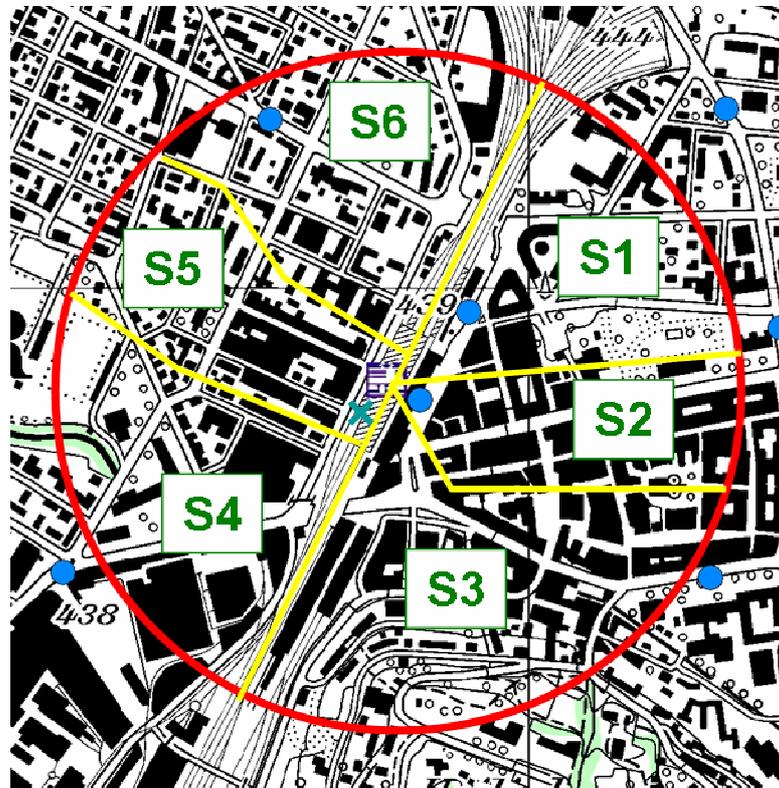


Quelle: Jermann, 2004

5.2.2 Fussweg-Sektoren

Das Einzugsgebiet wird nun, unter Berücksichtigung des bestehenden Fusswegnetzes und der Lage der bestehenden Zugängen an den Bahnhöfen, in Fussweg-Sektoren unterteilt (siehe Abbildung 22; S steht für (Fussweg-) Sektor). Jeder Fussweg-Sektor erstreckt sich vom äusseren Rand des Einzugsgebiets bis zu dem Punkt, wo das Bahnhofs-Areal erreicht wird. Und von dieser imaginären Stopp-Linie aus werden die Zugangswege zu den einzelnen Einsteigepunkten auf den Perrons gemessen.

Abbildung 22 Unterteilung des Einzugsgebiets in Fussweg-Sektoren



Legende

Fussweg-Sektor



Grenze zwischen

Fussweg-Sektoren



P+R



5.2.3 Daten des ÖV-Verkehrsmodells des Kantons Zürich

Als Datengrundlage für die Berechnung des Zeitgewinnes infolge Optimierung der Zugangswege werden die Daten des Verkehrsmodells für den Öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich (AFV, 2005) verwendet. Dieses Modell ist die Grundlage für die Angebotsplanung und Massnahmenbeurteilung im öffentlichen Verkehr, für die Schätzung von Verkehrsmittel- und Zielwahl-Veränderungen. Weiter stellt ein solches Modell eine sehr wichtige Grundlage für die Angebotsoptimierung und Beurteilung von Netz-Varianten dar. Bei einem Planungsgebiet

wie dem Kanton Zürich – mit einem sehr dichten ÖV-Angebot und einer starken räumlichen und zeitlichen Nachfragedynamik – ist ein ÖV-Modell für die Planung eine notwendige Voraussetzung.

Es werden mit der Verkehrsplanungs-Software VISUM aus der Umlegung des Verkehrsmodells die benötigten ÖV-Streckenbelastungen (Einsteigerzahlen, Aussteigerzahlen und Umsteigerzahlen) der gewählten Bahnhöfe herausgelesen.

Da die Streckenbelastungen Resultate von Umlegung des Verkehrsmodells sind, ergeben sich, je nach geographischer Lage der einzelnen Zonen und deren Anbindung untereinander, Zahlen für Streckenbelastungen, welche offensichtlich nicht mit den in der Realität gemessenen Belastungen entsprechen. Beispielsweise kann es sein, dass Fahrgäste, welche von der Siedlung zum Bahnhof gelangen, im Modell zuerst zur imaginären Busstation gehen und von dort aus auf die Bahn „umsteigen“, sodass keine Streckenbelastung für den direkten Zugang von der Siedlung zum Bahnhof vorhanden ist.

Dieses Problem tritt auf bei den Bahnhöfen Zürich Altstetten, Zürich Oerlikon und Winterthur. Um trotz dieses Problems bei allen Fallbeispielen gleich vorgehen zu können, werden bei diesen drei Stationen die totale Zahl der Umsteiger Bahn-Bus anhand der gewichteten Summen der Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen auf die einzelnen Fussweg-Sektoren aufgeteilt.

5.2.4 Zugangsstromstärke je Fussweg-Sektor

Es wird angenommen, dass die Stärke des Zugangsstromes der einzelnen Fussweg-Sektoren proportional zur Summe von Bevölkerungsdichte und Beschäftigtenziffer der Sektoren ist. Deshalb werden mit Hilfe des GIS des Kantons Zürich (www.gis.zh.ch) die Daten der Bevölkerungsdichte und Beschäftigtenziffer je 100m · 100m-Rasterzelle herausgelesen und dem jeweiligen Sektor zugeordnet. Bahn-Bus-Umsteiger werden mit einem Sektor „Bus“ berücksichtigt (ausser Zürich Oerlikon, Zürich Altstetten und Winterthur; siehe 5.2.3).

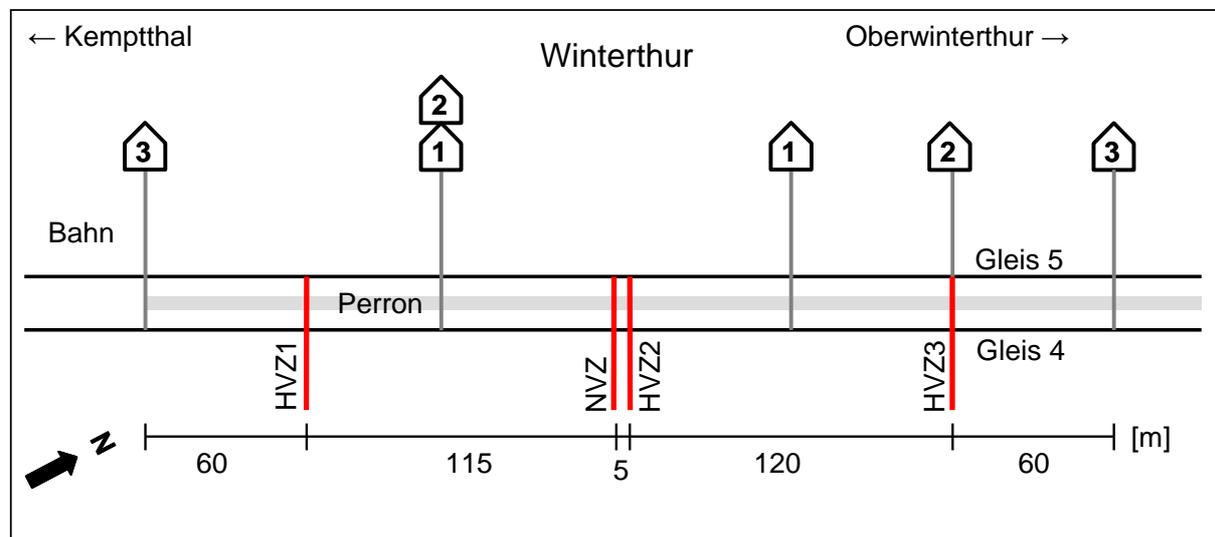
Die Daten des Verkehrsmodells bezüglich Ein- und Aussteiger werden nun anhand dem Anteil der einzelnen Sektoren an der Gesamtbevölkerung und Beschäftigtenziffer des Einzugsgebiets auf die Sektoren verteilt, um so den absoluten Zeitgewinn einer optimierten Fusswegführung für alle Bahnhofsbenutzer jedes Sektors berechnen zu können.

5.2.5 Einsteigepunkte

Um für das Berechnungsmodell die Lage der Einsteigepunkte in Längsrichtung des Perrons bestimmen zu können, wird vor Ort eine Lagerhebung der Haltepunkte (weisse Tafeln mit der Zahl 1,2 oder 3) vorgenommen und bei dieser Gelegenheit gleich auch die siedlungstechnische Lage des Bahnhofs und der Ort der Zugänge (Über- und Unterführungen, Treppen) überprüft und mit den Übersichtsplänen des GIS abgeglichen.

Unter der Annahme, dass in der Nebenverkehrszeit jeweils nur eine und in der Hauptverkehrszeit jeweils drei S-Bahn-Kompositionen mit einer Länge von 100m je Komposition verkehren, werden nun die Einsteigepunkte NVZ (für die Nebenverkehrszeit) und HVZ1, HVZ2 und HVZ3 (für die Hauptverkehrszeit) bestimmt: Für den NVZ-Einsteigepunkt wird der Abstand zwischen den Haltepunkten je Richtung für eine Komposition (Tafel 1) halbiert, für die HVZ-Einsteigepunkte der Abstand zwischen den Haltpunkten je Richtung für drei Kompositionen (Tafel 3) durch 3 dividiert und diese Perrondrittel jeweils nochmals durch zwei geteilt, woraus sich die Einsteigepunkte für die HVZ ergeben (Abbildung 23).

Abbildung 23 Einsteigepunkte NVZ und HVZ



5.2.6 Fussweglängen

Die Fussweglängen werden durch das Messen der Distanzen zwischen den Stopp-Linien der einzelnen Sektoren und den Einsteigepunkten NVZ, HVZ1, HVZ2 und HVZ3 herausgelesen.

Es wird unterschieden zwischen (ebenen) Fusswegen, Treppen und Rampen, um die unterschiedlichen Geschwindigkeiten je Element zu berücksichtigen. Es wird ferner angenommen, dass alle Fahrgäste jeweils den Weg mit dem kleinsten Zeitbedarf wählen und nicht auf Rampen angewiesen sind, wie dies bei vielen mobilitätsbehinderten Verkehrsteilnehmern der Fall wäre.

5.2.7 Verteilung der Fahrgäste

Die Verteilung der Fahrgäste entlang der Perronkante erfolgt nach einem der folgenden drei Zielen:

- Minimale Wege am Startort
- Minimale Wege am Zielort
- Freie Plätze in der S-Bahn

Für die Berechnungen werden die Fahrgäste je Fussweg-Sektor in der Hauptverkehrszeit auf die drei Einsteigepunkte aufgrund der Fusswegdistanzen (bedingt durch Lage der Zugänge und Unterführungen) zwischen Stopp-Linie des Sektors und den Einsteigepunkten verteilt; der minimale Weg am Startort ist somit wichtigstes Kriterium für die einsteigenden Fahrgäste, im Gegensatz zum minimalen Weg am Zielort, der für die aussteigenden Fahrgäste als wichtigstes Kriterium angenommen wird.

5.2.8 Annahmen

P+R-Auslastung

Es wird mit einer P+R-Auslastung von 100% und einem Besetzungsgrad der Personenwagen von 1.4 (Axhausen, Beige, Bernard, 2004) gerechnet.

Geschwindigkeiten

Für die Berechnung des Zeitbedarfs für die Fusswege wurden die folgenden Werte verwendet (gemäss Weidmann, 1993):

- Ebene: 1.34m/s
- Treppen: 0.652m/s

- Rampen: 1.1m/s

Verteilung des Verkehrsaufkommens

Es wird angenommen, dass je die Hälfte des täglichen Verkehrsaufkommens auf die Haupt- und Nebenverkehrszeit fallen.

5.2.9 Massnahmen zur Optimierung und Zeitgewinn

Optimierung

Bei den Fallbeispielen wird das Hauptaugenmerk auf die Optimierung der Zugangswege vom bestehenden Fusswegnetz zum Perron gelegt. So sind die Massnahmen, die der Optimierung dienen, in der Mehrheit der untersuchten Bahnhöfe zusätzliche Personenunterführungen, in wenigen Fällen zusätzliche Treppenaufgänge von bestehenden Unterführungen zum Perron.

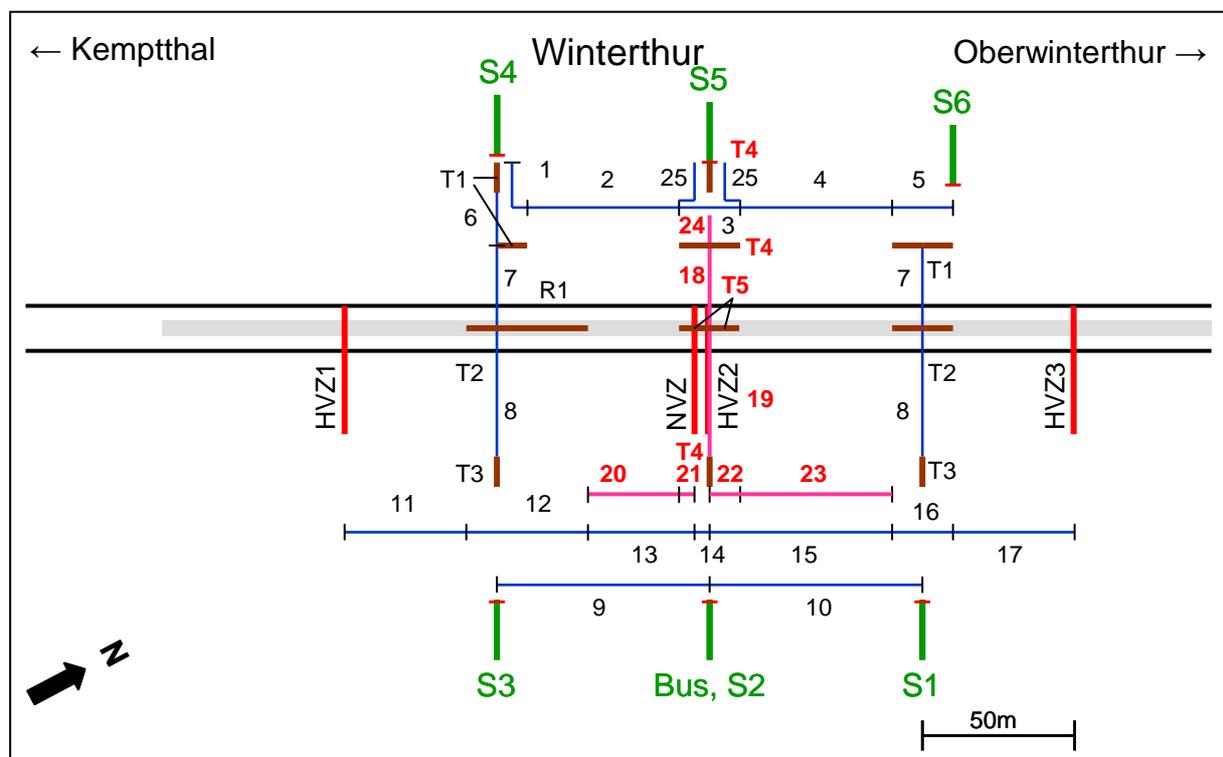
Zeitgewinn

Anhand der Optimierungsmassnahmen lässt sich für jeden Fussweg-Sektor errechnen, ob und wie viele Zugangswege von diesem Sektor zu einem der vier Einsteigepunkte NVZ, HVZ1-3 von der Optimierung profitieren und ob daraus ein Zeitgewinn resultiert.

6 Zeitbedarf für Fusswege, Optimierungspotential, Massnahmen

Die Legende für die Abbildungen der Fusswege je Bahnhof ist in Abbildung 24 ersichtlich:

Abbildung 24 Legende für Fussweg-Abbildungen



Legende:

Fussweg-Sektor	S3	Weg-Nr.	10
Stopp-Linie	—	Treppen-Nr.	T3
Weg	—	Rampen-Nr.	R1
Treppe	—	Neuer Weg	— 20
Rampe	—	Neue Treppe	— T5

Abbildungen nur in Perronlängsrichtung massstabgetreu

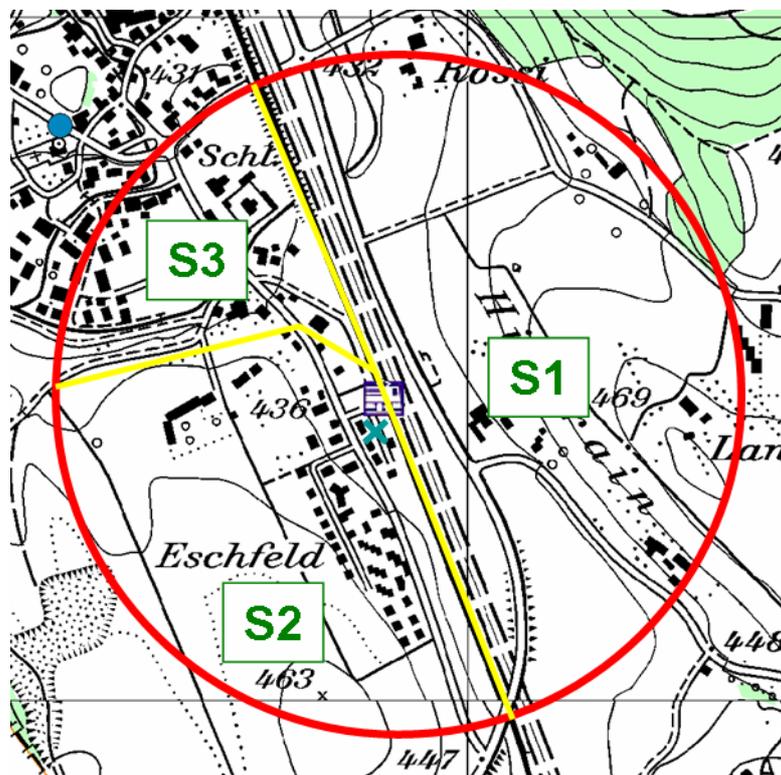
6.1 Knonau

6.1.1 Ist-Zustand

In Knonau wird momentan für den S-Bahn-Verkehr ausser bei Zugkreuzungen infolge Verspätungen ausschliesslich Gleis 1 verwendet, wodurch der Weg durch die bestehende Personenunterführung in Perronmitte nur von den Fahrgästen von Sektor 1 und als Fussweg für den Durchgangsverkehr benutzt wird. Doch unter der Annahme, dass dereinst die S-Bahn-Linie 15 bis nach Zug oder sogar nach Baar verkehrte, könnte es sein, dass in Knonau Zugkreuzungen stattfinden würden und somit Gleis 2 öfters verwendet werden würde. Für die Berechnungen wird angenommen, dass beide Geleise schon heute gleich stark befahren werden.

Der Perron neben Gleis 2 verfügt als Aufgang lediglich über eine Rampe, die nordwärts ausgerichtet ist. So ergeben sich für Fahrgäste aus Richtung Süden grosse Umwege. Fahrgäste des Sektors 3 (grösster Fahrgastzufluss) müssen, wenn sie nördlich der bestehenden Unterführung ein- oder aussteigen, einen grossen Umweg in Kauf nehmen. Der durchschnittliche Zeitbedarf ist daher für Fahrgäste dieses Sektors am grössten.

Abbildung 25 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Knonau

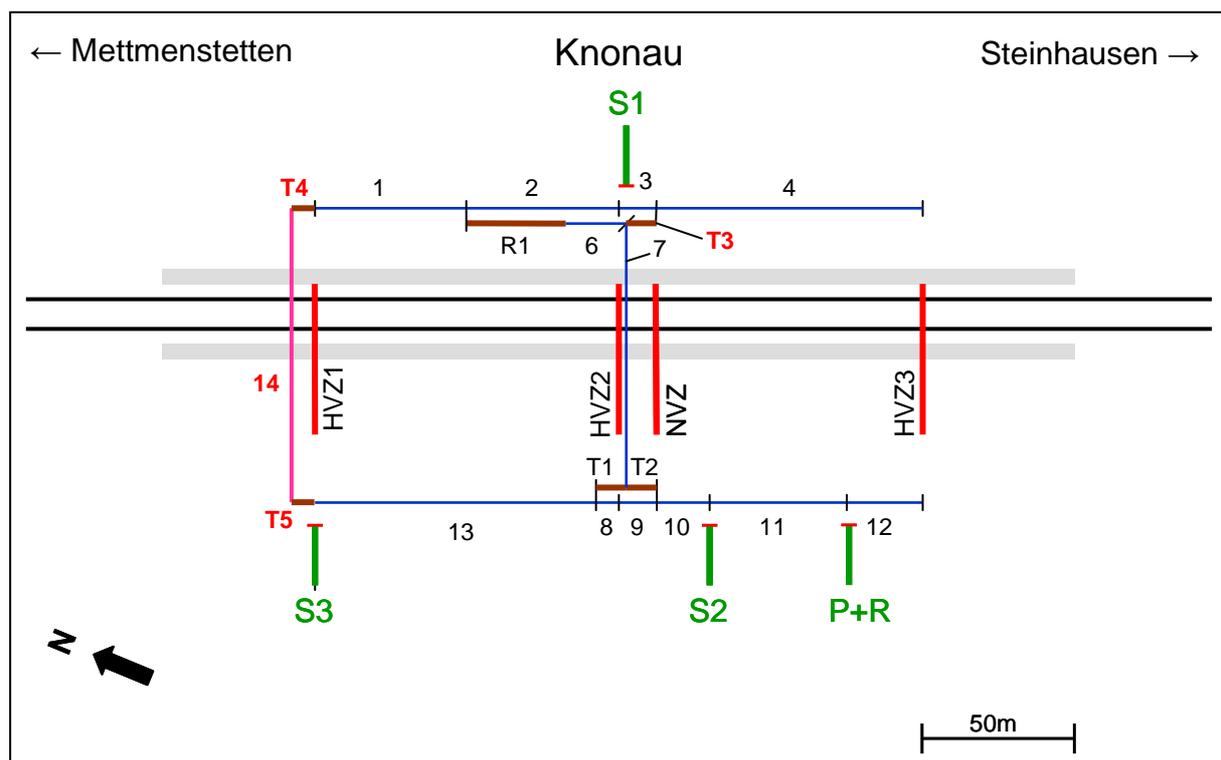


6.1.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Die erste und kostengünstigere Massnahme ist ein zusätzlicher Treppenaufgang zu Perron 2 nach Süden (T3, siehe Abbildung 26). Somit entfällt für Ein- und Aussteiger südlich der Unterführung der Umweg und die Benutzung der bestehenden Rampe (R1).

Um den Zeitbedarf für den Sektor 3 zu minimieren, ist die zweite Massnahme eine neue Personenunterführung (14) mit einem Treppenaufgang auf beiden Seiten der Gleise. Davon profitieren insbesondere die Ein- und Aussteiger der vordersten S-Bahn-Komposition (in Richtung Mettmensstetten)

Abbildung 26 Fusswege Bahnhof Knonau



6.1.3 Zeitgewinn

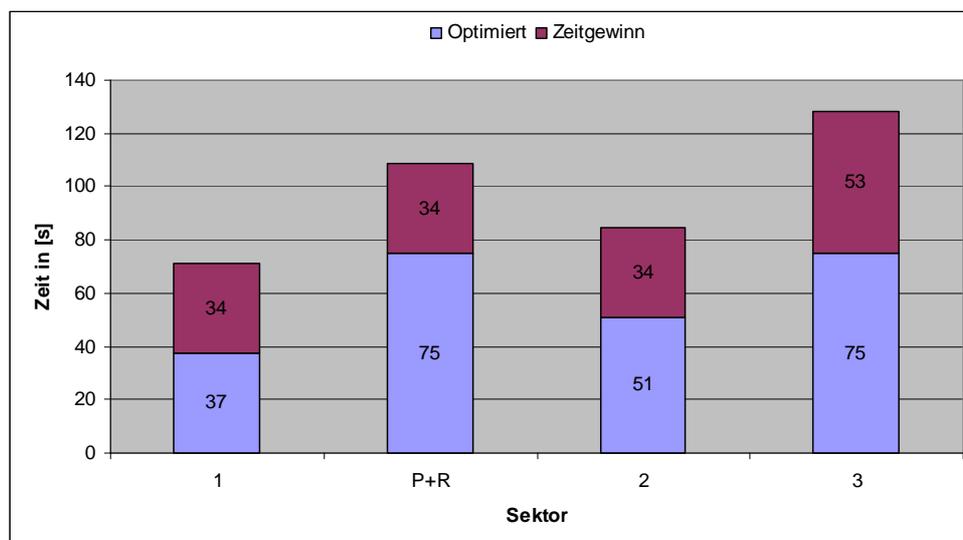
Wie Tabelle 9 zeigt, beträgt der Zeitgewinn für alle Sektoren durch den Bau des zusätzlichen Treppenaufgangs (T3) jeweils 34s. Durch die zusätzliche Unterführung am Nordende der Perrons resultiert für den Sektor 3 nochmals ein Zeitgewinn von 19s, was total 53s ergibt.

- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **43 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **18.3h**

Tabelle 9 Zeitbedarf Knonau

Sektor	Benutzer pro Tag	Ist [s]	Optimiert [s]	Zeitgewinn [s]
1	106	71	37	34
P+R	152	109	75	34
2	523	85	51	34
3	744	128	75	53

Abbildung 27 Zeitgewinn Knonau



6.2 Bonstetten-Wettswil

6.2.1 Ist-Zustand

Ab der Zeit, da der Bahnhof umgebaut ist (Ende der Arbeiten zum Fahrplanwechsel 2007), müssen alle Fahrgäste die Personenunterführung benutzen. Bis 2005 war der Zugang zum Hauptgleis (Gleis 3) ebenerdig möglich, doch aufgrund der ungenügenden Sicherheit bei (schon damals vorkommenden) Zugkreuzungen im Bahnhof und der Tatsache, dass mit der Einführung der S-Bahn-Linie 15 und deren Verlängerung von Birmensdorf nach Affoltern am Albis im Dezember 2007 der Bahnhof Bonstetten-Wettswil zur Kreuzungsstation wird, war der Umbau der Perronanlagen notwendig.

Da die Züge dann auf den Geleisen 2 und 3 verkehren, wird jeder S-Bahn-Fahrgast die neue Personenunterführung benutzen müssen. Für wenigstens die Hälfte der Fahrgäste wäre dieser zusätzliche Weg entstanden, falls der Hausperron (Gleis 1) ausgebaut worden wäre. Doch da dieses Gleis dem Güterumschlag und Rangierbetrieb vorbehalten bleibt, entschied man sich für den Bau eines Inselperrons.

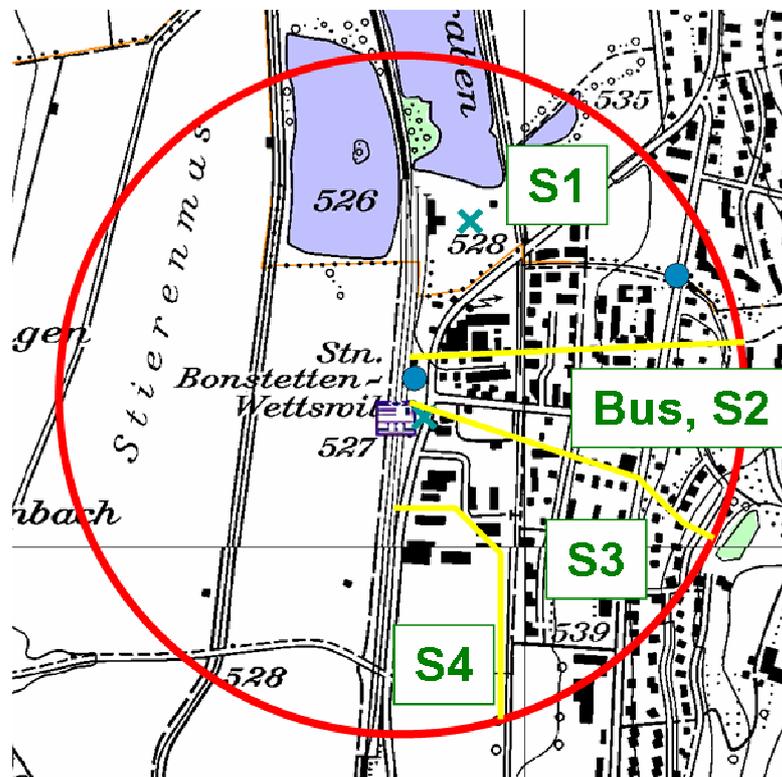
Somit werden die Fahrgäste der Sektoren 1, P+R1, S3, P+R2 und S4 je nach Einsteigeort grosse Umwege in Kauf nehmen müssen. Nur für Umsteigepassagiere Bahn-Bus und für den Sektor 2 liegt die neue Unterführung am richtigen Ort. Eine Initiative, welche die Anordnung einer zweiten Personenunterführung im Süden des Perrons forderte, wurde an einer Gemeindeversammlung im April 2004 knapp mit 157 zu 170 Stimmen abgelehnt.

6.2.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Damit für die Passagiere der Sektoren 3 und 4 und die Benutzer von P+R2 der Umweg über die neue Unterführung entfällt, wird der Bau einer zusätzlichen Personenunterführung (13) gemäss Abbildung 29 vorgeschlagen, aus Kostengründen mit nur einem Treppenaufgang an beiden Enden (T3 und T4).

Hätte man sich im Sinne eines komfortablen und umwegarmen Zugang zu den Gleisen schon vor Beginn des Umbaus für zwei Personenunterführungen entschieden, wäre die optimale Lage der nördlichen Unterführung (für Sektoren 1, 2, P+R1 und Bus) um 30 Meter weiter nördlich zu liegen gekommen, die südliche (Sektoren 3, 4 und P+R2) in einem Abstand von 164 Metern Richtung Süden.

Abbildung 28 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Bonstetten-Wettswil



6.2.3 Zeitgewinn

Die Sektoren 3, 4 und P+R 2 profitieren von einem Zeitgewinn von jeweils rund 50 Sekunden. Für die übrigen Sektoren bleibt der Zeitbedarf gleich wie im Ist-Zustand. Da der Sektor mit dem grössten Passagieraufkommen (Bus, 2) nicht von der Optimierung profitiert, ist der durchschnittliche Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer deutlich tiefer.

- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **9 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **7.9h**

Abbildung 29 Fusswege Bahnhof Bonstetten-Wettswil

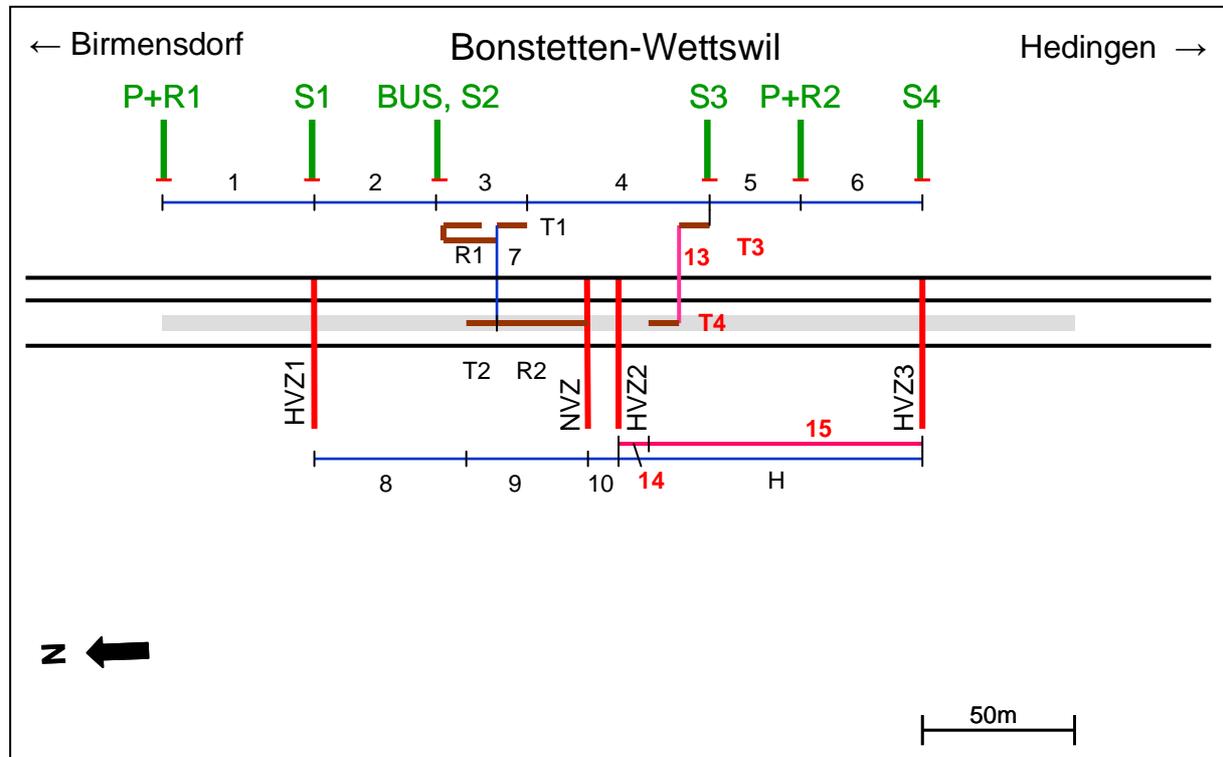
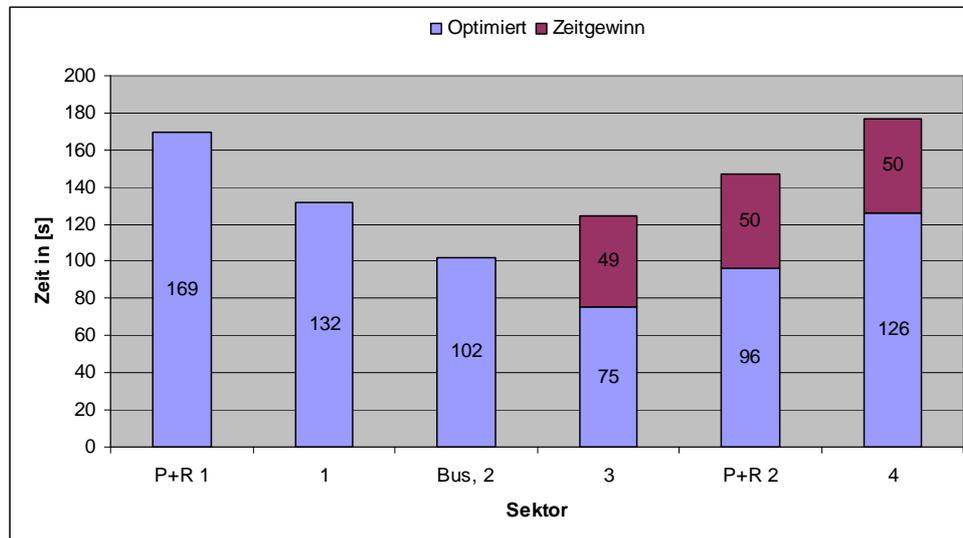


Tabelle 10 Zeitbedarf Bonstetten-Wettswil

Sektor	Benutzer	Ist	Optimiert	Zeitgewinn
	pro Tag	[s]	[s]	[s]
P+R 1	32	169	169	0
1	524	132	132	0
Bus, 2	1932	102	102	0
3	443	124	75	49
P+R 2	32	147	96	50
4	105	177	126	50

Abbildung 30 Zeitgewinn Bonstetten-Wettswil



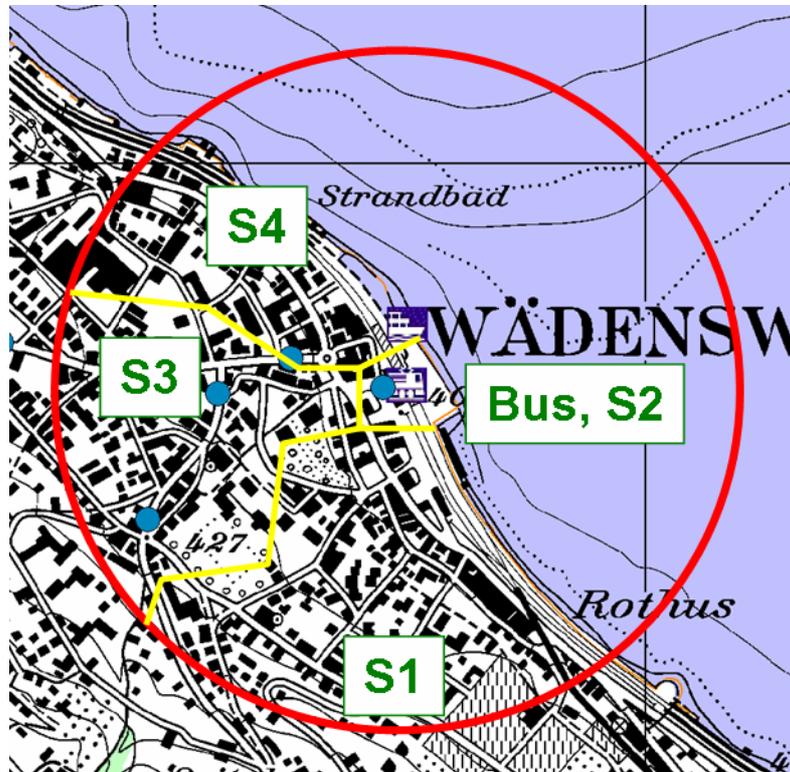
6.3 Wädenswil

6.3.1 Ist-Zustand

Der Bahnhof Wädenswil verfügt über zwei Personenunterführungen. Die Perrons sind nur über Treppenaufgänge zu erreichen, es sind keine Rampen vorhanden. Rollstuhlgängig ist die Hauptunterführung; dort kann ein Aufzug benutzt werden. Vor der Treppe (T3 in Abbildung 32) der südlichen Unterführung bildet sich in den Hauptverkehrszeiten oftmals ein Stau, da diese Treppe sehr schmal ist und die südliche Personenunterführung nur einen Aufgang pro Perron aufweist.

Die Umsteigewege von Bahn zu Bus werden besonders lang, wenn vom Einsteigepunkt HVZ3 umgestiegen wird, denn der Treppenaufgang der südlichen Unterführung ist in diesem Fall entgegen der Marschrichtung angeordnet. Der Haltepunkt des ÖPNV liegt so, dass der Weg von beiden Unterführungen zum Bus gleich lang ist.

Abbildung 31 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Wädenswil



6.3.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Ein zusätzlicher Treppenaufgang von der südlichen Personenunterführung zum Perron für die Gleise 2 und 3 nach Süden (T5) entschärft einerseits das Problem der Staubildung vor der Treppe T3 in den Hauptverkehrszeiten und reduziert den Fussweg für Fahrgäste, die den Einsteigepunkt HVZ3 benutzen.

6.3.3 Zeitgewinn

Der Zeitgewinn, der aus dem zusätzlichen Treppenaufgang resultiert, ist für die davon profitierenden Sektoren S1 (4s) und S2, Bus (2s), wie auch auf alle Bahnhofbenutzer hochgerechnet, relativ bescheiden. Dafür sind die Investitionskosten im Vergleich mit einer zusätzlichen Personenunterführung auch deutlich geringer. Im Bezug auf einen effektiven Zeitgewinn kann

der zusätzliche Treppenaufgang nicht als Verbesserung gelten. Er erhöht jedoch den Komfort der Fahrgäste, indem der bestehende Treppenaufgang entlastet wird.

Abbildung 32 Fusswege Bahnhof Wädenswil

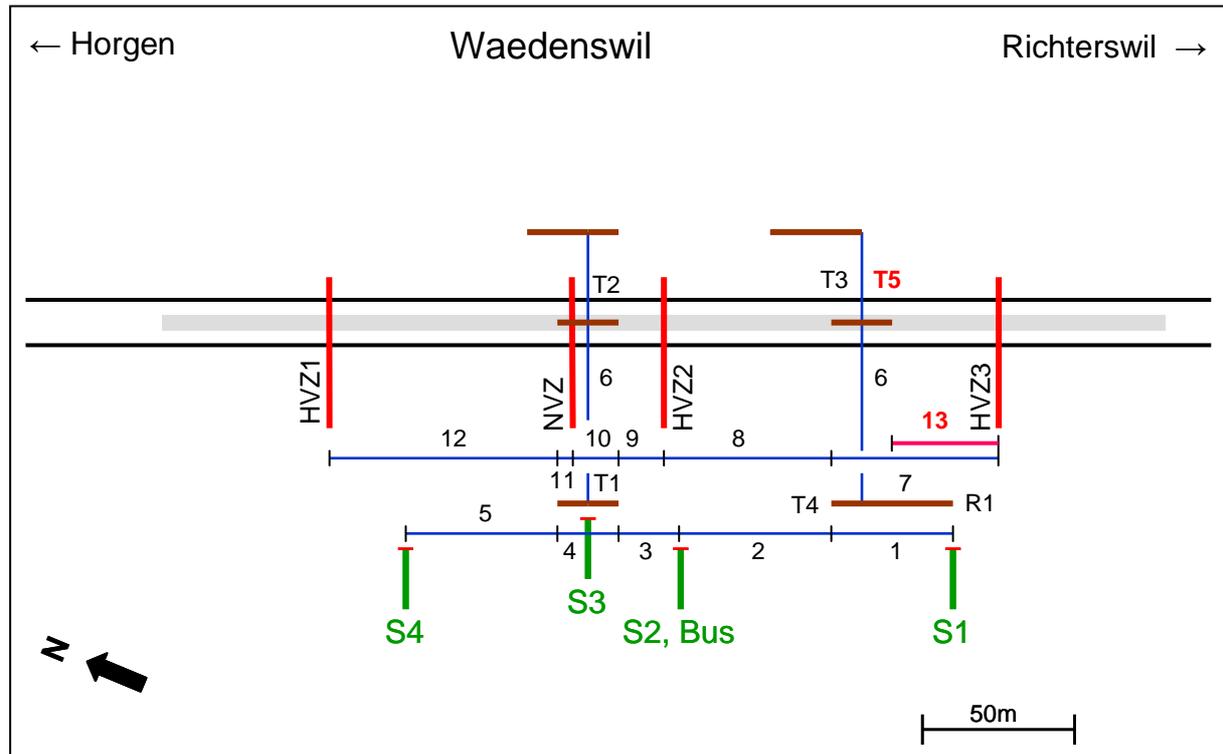
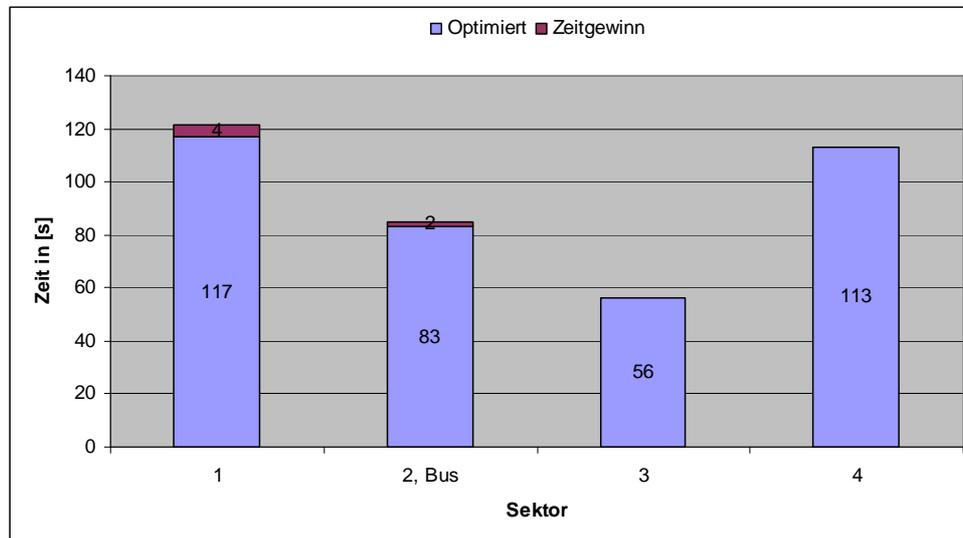


Tabelle 11 Zeitbedarf Wädenswil

Sektor	Benutzer	Ist	Optimiert	Zeitgewinn
	pro Tag	[s]	[s]	[s]
1	3543	121	117	4
2, Bus	4331	85	83	2
3	3302	56	56	0
4	1682	113	113	0

Abbildung 33 Zeitgewinn Wädenswil



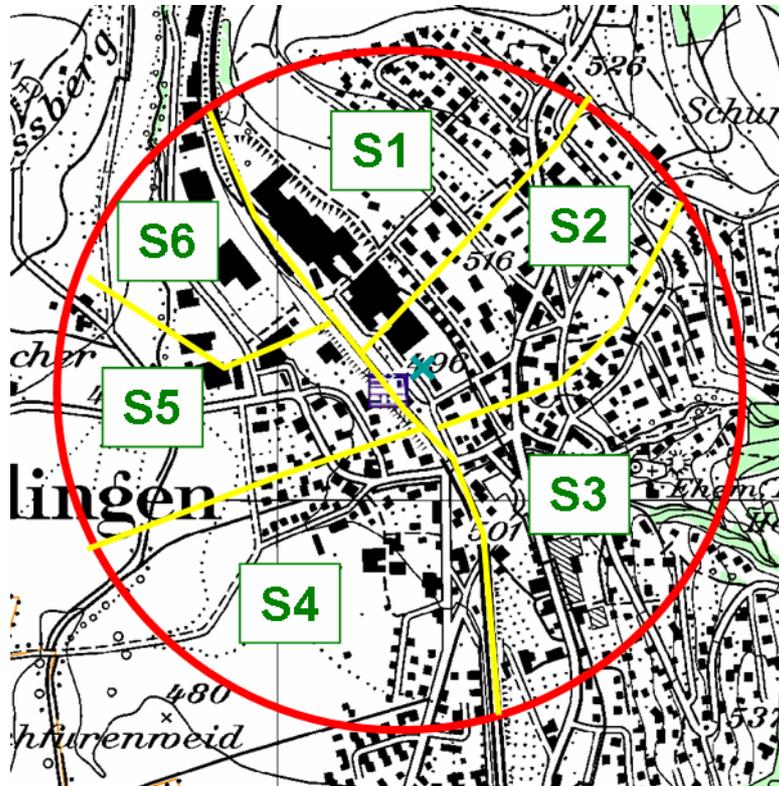
- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **2 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **6.7h**

6.4 Hedingen

6.4.1 Ist-Zustand

Der Bahnhof Hedingen verfügt über drei Personenunterführungen. Nebst der zentralen Unterführung und der Unterführung am südwestlichen Perronende, welche nur bei geschlossener Barriere benutzt wird, liegt am nordwestlichen Ende eine Unterführung, welche jedoch nur einen Treppenaufgang zum westlich der Gleise gelegenen Seitenperron aufweist. Fahrgäste von und nach den Sektoren 1 und 6 müssen folglich grosse Umwege über die zentrale Unterführung in Kauf nehmen, wollen sie den Einsteigepunkt HVZ1 auf dem Westperron erreichen. Dementsprechend gross ist auch der durchschnittliche Zeitbedarf für das Erreichen eines Einsteigepunktes, mit 138s (Sektor 1) respektive 180s (Sektor 6).

Abbildung 34 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Hedingen

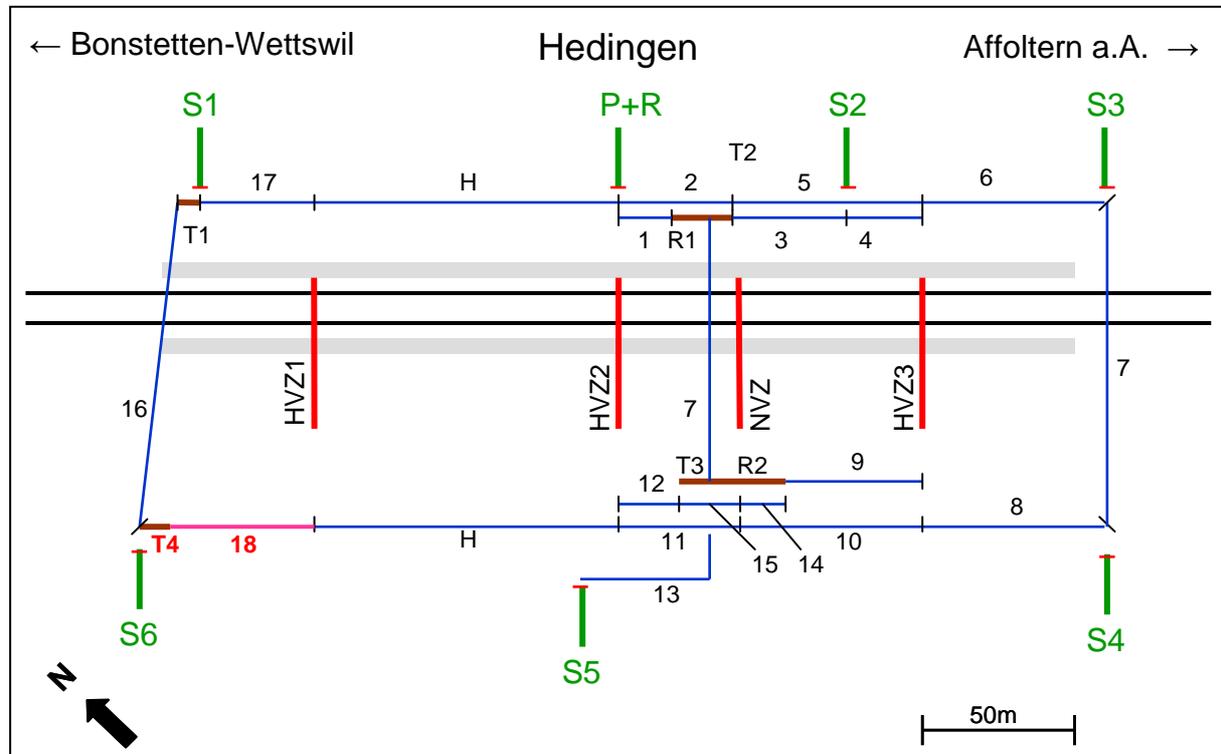


6.4.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass die Barriere am südlichen Ende des Bahnhofs geöffnet ist. Bei geschlossener Barriere, kurz vor der Einfahrt der S-Bahnen, erschwert sich der Zugang zum gegenüberliegenden Perron vom Sektor 3 respektive 4, da die südliche Unterführung benutzt werden muss; der Zeitbedarf wird deutlich grösser.

Optimiert werden soll der Zugang von den Sektoren 1 und 6, da der Zeitbedarf bei diesen Sektoren im Ist-Zustand am grössten ist und von Sektor 1 aus ein grosser Teil der Fahrgäste kommt (über 25%). Mit dem Bau eines Treppenaufgangs (T4 in Abbildung 35) wird der Zugang zum westlichen Perron deutlich verbessert. Der Bau dieses Zugangs ist jedoch nicht einfach, da von der Unterführung her zuerst noch die bestehenden Werkgleise unterquert werden müssen.

Abbildung 35 Fusswege Bahnhof Hedingen



6.4.3 Zeitgewinn

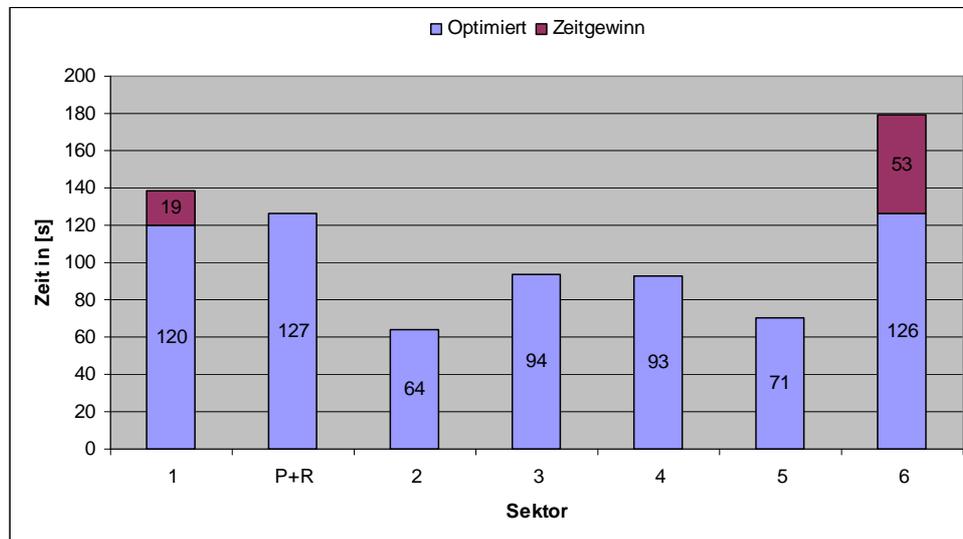
Mit dem zusätzlichen Treppenaufgang resultiert für den Sektor 6 ein durchschnittlicher Zeitgewinn von beinahe einer Minute, für den Sektor 1 verkürzt sich der Zugangsweg noch um 19s.

- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **9 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **6.8h**

Tabelle 12 Zeitbedarf Hedingen

Sektor	Benutzer pro Tag	Ist [s]	Optimiert [s]	Zeitgewinn [s]
1	737	138	120	19
P+R	94	127	127	0
2	358	64	64	0
3	671	94	94	0
4	519	93	93	0
5	276	71	71	0
6	202	180	126	53

Abbildung 36 Zeitgewinn Hedingen



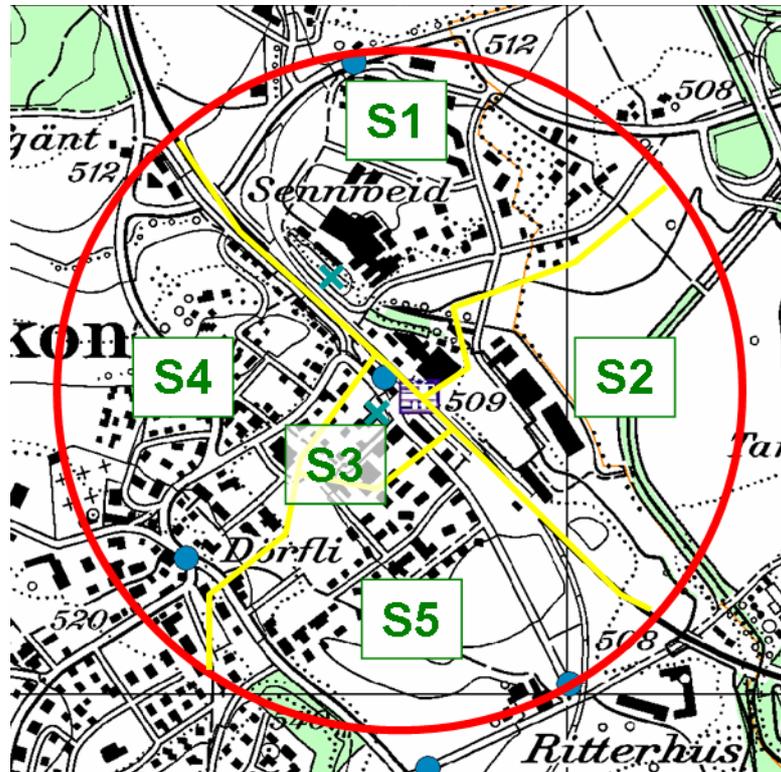
6.5 Bubikon

6.5.1 Ist-Zustand

Der Bahnhof Bubikon verfügt über zwei Perronaufgänge, jeweils am Ende des Inselferrons. Da mit der nordwestlich gelegenen Unterführung der Dorfkern und insbesondere die Bushaltestelle schneller erreicht werden können, wird die zweite Unterführung deutlich weniger frequentiert, was in einer sehr unregelmässigen Verteilung der wartenden Fahrgäste auf dem Perron resultiert. Dies ist insofern problematisch, da der Perron verhältnismässig schmal ist.

Der Haltepunkt des ÖPNV liegt ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Unterführungen. Der durchschnittliche Zeitbedarf ist, der Situation entsprechend, für die Umsteigepassagiere (Bahn-Bus) mit 170 Sekunden sehr hoch. Im Extremfall (Umsteigen auf den Bus vom Einsteigepunkt HVZ3) werden sogar mehr als 4 Minuten (281s) für den Umsteigeweg benötigt. Der Zeitbedarf ist bei dieser Umsteigerelation derart hoch, weil einerseits Bus-Haltepunkt und der Einsteigepunkt HVZ3 weit auseinander liegen und andererseits die südöstlich gelegene Unterführung nur über eine Rampe Richtung Nordwest verfügt, was zu einem grossen Umweg führt.

Abbildung 37 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Bubikon



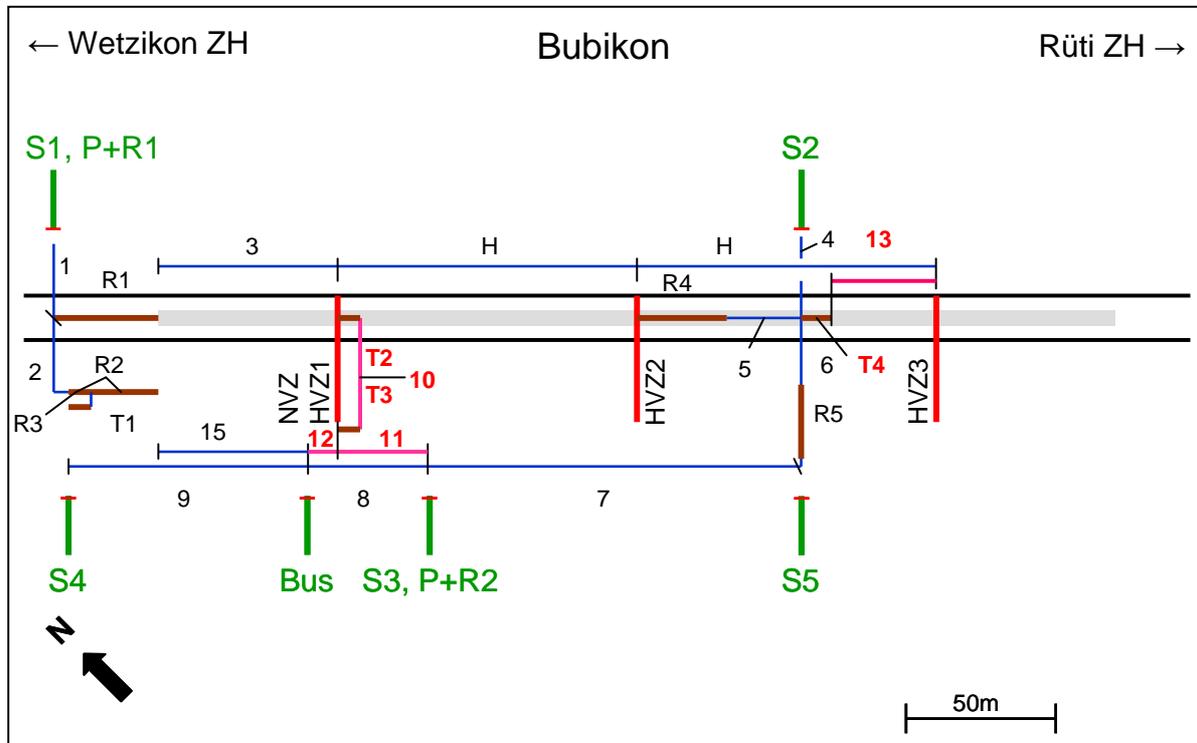
6.5.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Um den Zeitbedarf für das Umsteigen Bahn-Bus zu reduzieren, wird der Bau einer dritten, zentral gelegenen Personenunterführung mit einem Treppenaufgang an beiden Enden vorgeschlagen. Die Lage dieser Unterführung ist in Abbildung 38 ersichtlich.

Eine weitere Massnahme ist ein zusätzlicher Treppenaufgang in der südlichen Unterführung (T4), der den Zeitbedarf für Fahrgäste von und nach HVZ3 reduziert.

Da kürzlich erst Gleisbauarbeiten im Raume Bubikon (Doppelspurausbau für Inbetriebnahme der S15 zwischen Bubikon und Rüti) stattfanden, hätte man den Bau der zusätzlichen Personenunterführung und des Treppenaufgangs in das Projekt mitintegrieren können.

Abbildung 38 Fusswege Bahnhof Bubikon



6.5.3 Zeitgewinn

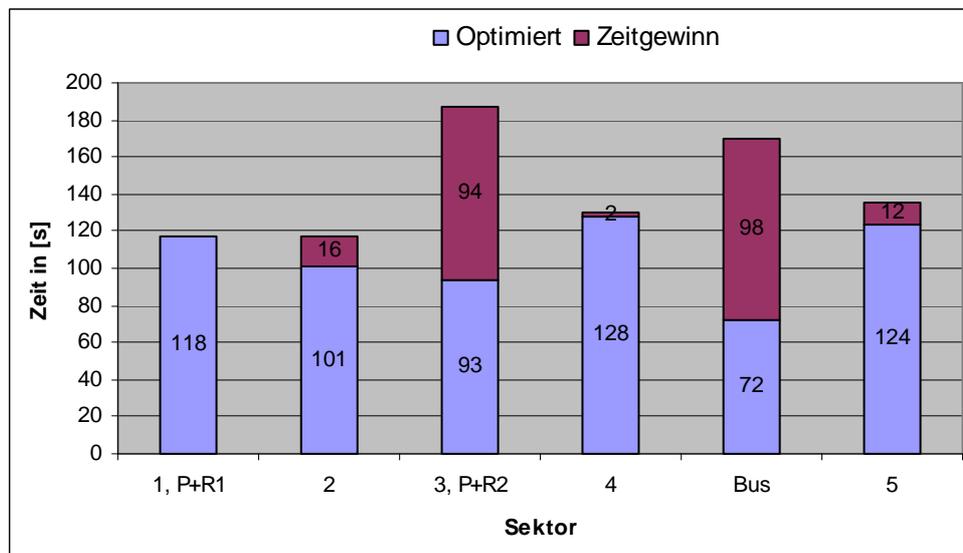
Mit den neuen Perronzugängen resultiert ein Zeitgewinn für die Umsteigepassagiere von durchschnittlich 98s, also über eineinhalb Minuten. Es wird somit nicht einmal mehr die Hälfte der ursprünglichen Umsteigezeit benötigt. Stark von den optimierten Zugangswegen profitiert auch der Sektor 3 und die Benutzer von P+R2, welche durchschnittlich 94s schneller zum Einsteigepunkt gelangen, was ziemlich genau einer Halbierung des Zeitbedarfs entspricht.

Der durchschnittliche Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer beträgt 46s, und dies trotz der Tatsache, dass einzelne Sektoren überhaupt nicht (S1, P+R1) oder nur geringfügig (S4) von den optimierten Zugangswegen profitieren.

Tabelle 13 Zeitbedarf Bubikon

Sektor	Benutzer	Ist	Optimiert	Zeitgewinn
	pro Tag	[s]	[s]	[s]
1, P+R1	1064	118	118	0
2	496	117	101	16
3, P+R2	578	187	93	94
4	1617	130	128	2
Bus	2564	170	72	98
5	753	136	124	12

Abbildung 39 Zeitgewinn Bubikon



- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **46 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **90.7h**

6.6 Wetzikon ZH

6.6.1 Ist-Zustand

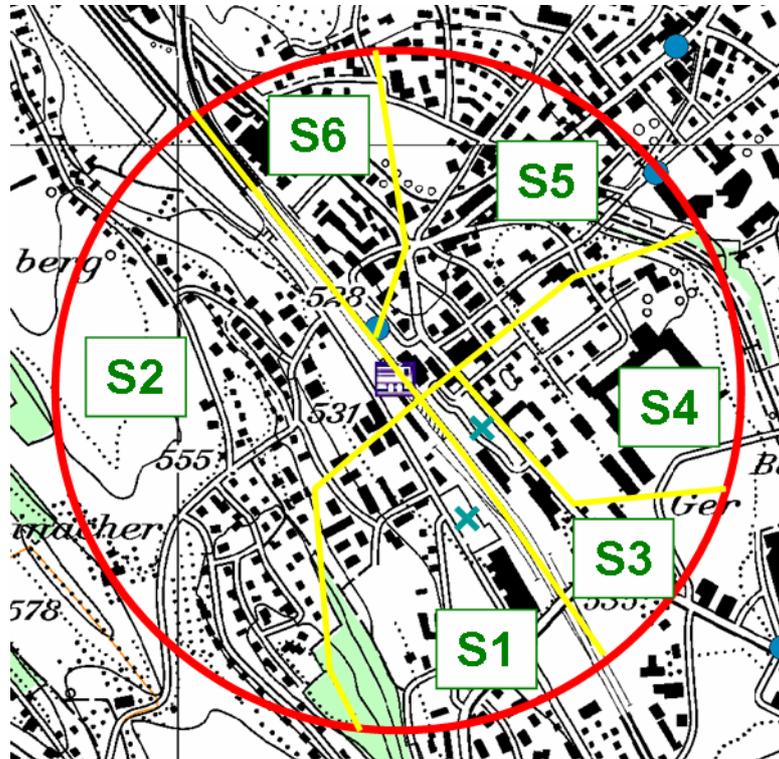
Der Zugang zum Perron wird im Bahnhof Wetzikon durch zwei Personenunterführungen gewährleistet. Die eine liegt am nordwestlichen Perronende, die andere ungefähr in Bahnhofsmitte. Daher sind die Zugangswege vom Siedlungsgebiet südöstlich der zentralen Unterführung zur südöstlich gelegenen Perronhälfte mit einem Umweg verbunden. Nebst einer Zugangsmöglichkeit zum Perron fehlt in diesem Bereich auch ein Fussgängerübergang über die Rapperswilerstrasse, weshalb die Verteilung der Fahrgäste auf dem Perron in den Hauptverkehrszeiten (lange S-Bahn-Kompositionen) asymmetrisch ist. Von einem zusätzlichen Zugangsweg würden hier hauptsächlich die Schülerinnen der Kantonsschule Zürcher Oberland profitieren, welche mit der Bahn zur Schule pendeln. Der dadurch bedingte grosse Aussteigeranteil am Fahrgastwechsel in der morgendlichen Hauptverkehrszeit führt im heutigen Zustand zu einer Verzögerung des Fahrgastwechsels bei den Türen, welche nahe bei der Hauptunterführung sind. (Bollinger, Lüthi, Weidmann, 2005)

Für die Berechnung des Zeitbedarfs im Ist-Zustand benutzen Fahrgäste von und nach Sektor 4 die bestehende Personenunterführung von der Spitalstrasse zum Bahnhofsgebäude. Weiter wird als Vereinfachung mit einem Modell gerechnet, das über einen Inselferron in der Mitte der bestehenden Anlage verfügt.

6.6.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Massnahmen für eine Optimierung der Zugangswege sind eine neue Personenunterführung mit zwei Treppenaufgängen je Perron (16, 17 und T5, siehe Abbildung 41) und ein neuer Fussgängerübergang über die Rapperswilerstrasse. Personen von und nach Sektor 4 benutzen diesen neuen Fussweg, der sich um 60m (Distanz Pestalozzistrasse – Spitalstrasse) verkürzt. Die geplante Übergabe der Oberlandautobahn A53 (Abschnitt Uster Ost – Kreisel Betzholz bei Hinwil) an den Verkehr soll bei optimalem Verlauf der Arbeiten im Jahr 2014 erfolgen. Dadurch wird Wetzikon und somit die Rapperswilerstrasse erheblich vom Durchgangsverkehr entlastet werden. Deshalb würde für die Strassenüberquerung, als kostengünstige Alternative zu einer Personenunterführung unter der Strasse, ein gut markierter Fussgängerstreifen genügen.

Abbildung 40 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Wetzikon



6.6.3 Zeitgewinn

Von den Optimierungsmassnahmen profitieren ausschliesslich die südöstlich der zentralen Unterführung gelegenen Sektoren, mit einer Reduktion der Zugangszeit von 31 bis 41s. Auf alle Bahnhofbenutzer hochgerechnet fällt der durchschnittliche Zeitgewinn deutlich tiefer aus, da insbesondere die Umsteigepassagiere Bahn-Bus nur indirekt (Reduktion der Stauanfälligkeit bei der Hauptunterführung in den Hauptverkehrszeiten) von der Optimierung profitieren.

- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **4 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **22.2h**

Abbildung 41 Fusswege Bahnhof Wetzikon

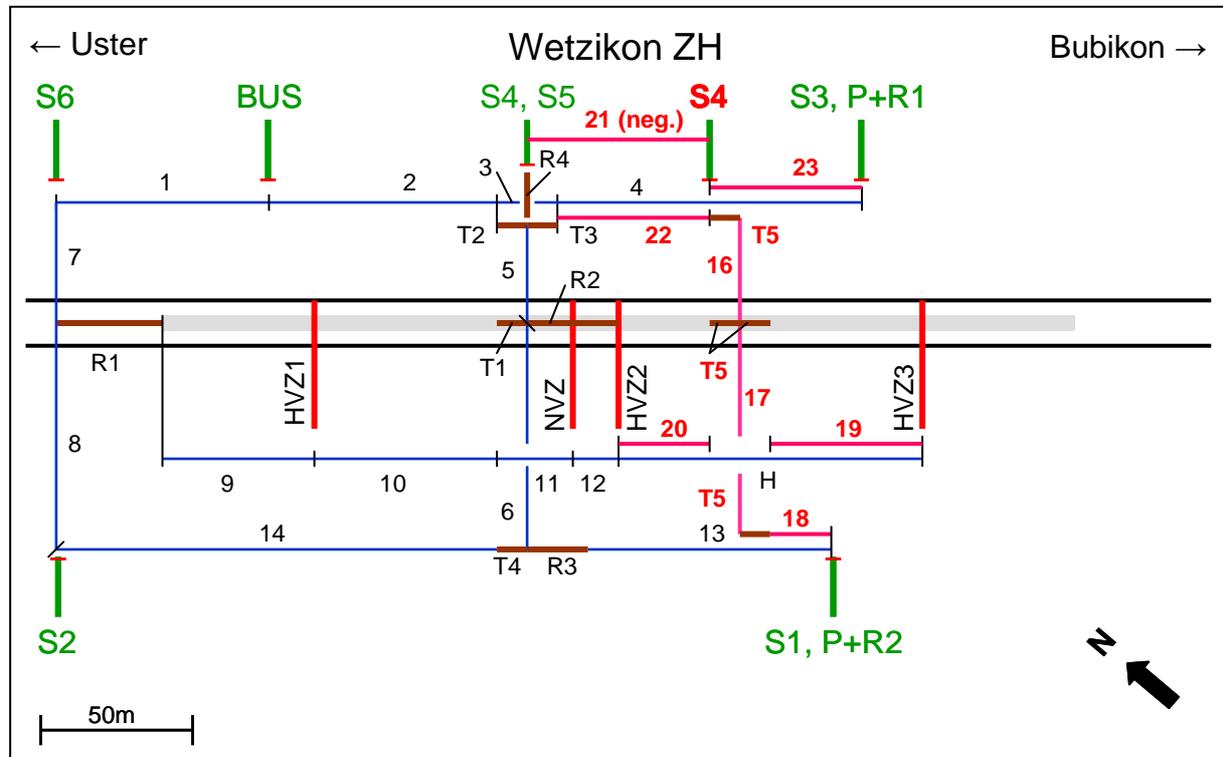
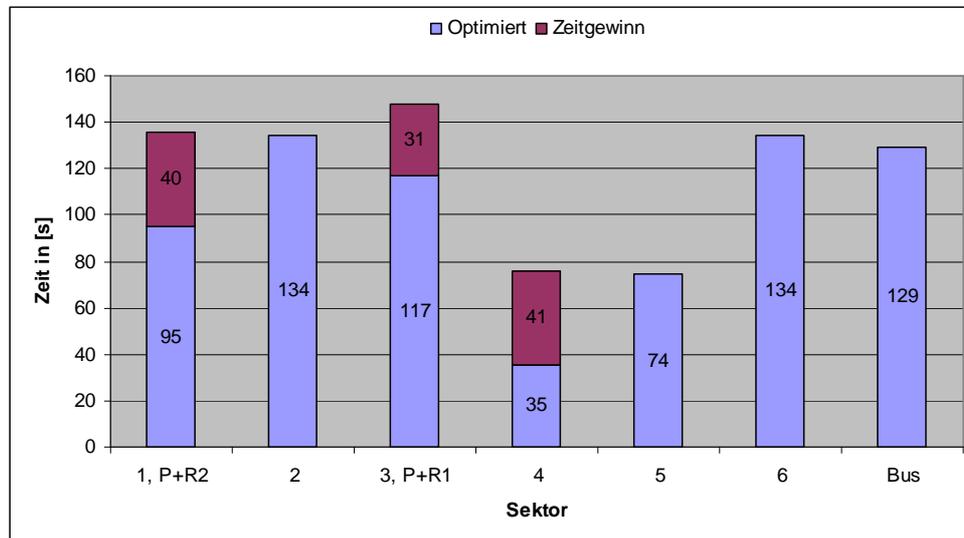


Tabelle 14 Zeitbedarf Wetzikon

Sektor	Benutzer	Ist	Optimiert	Zeitgewinn
	pro Tag	[s]	[s]	[s]
1, P+R2	1034	136	95	40
2	545	134	134	0
3, P+R1	350	148	117	31
4	664	76	35	41
5	1406	74	74	0
6	507	134	134	0
Bus	14503	129	129	0

Abbildung 42 Zeitgewinn Wetzikon



6.7 Zürich Altstetten

6.7.1 Ist-Zustand

Die Personenunterführungen des Bahnhofs Zürich Altstetten sind asymmetrisch entlang der Perrons angeordnet; die eine befindet sich am westlichen Ende der Perrons, die andere nur wenige Meter nach dem ersten Drittelpunkt der Perronanlagen (110m), von der westlichen Unterführung aus gesehen. Rollstuhlgängig ist nur die westliche Unterführung, was für mobilitätsbehinderte Benutzer zu grossen Umwegen führt. Eine Lösung analog zu Wädenswil (Aufzug von der zentralen Unterführung zu den Perrons) ist hier aus Platzgründen jedoch nicht möglich.

Nebst den auf Rampen angewiesenen Fahrgästen wird die westliche Unterführung noch von Fahrgästen der Sektoren 1 (für alle Einsteigepunkte) und 5 (Einsteigepunkt HVZ 1) benutzt, da dieser Weg schneller ist im Vergleich zum Weg über die zentral gelegene Unterführung.

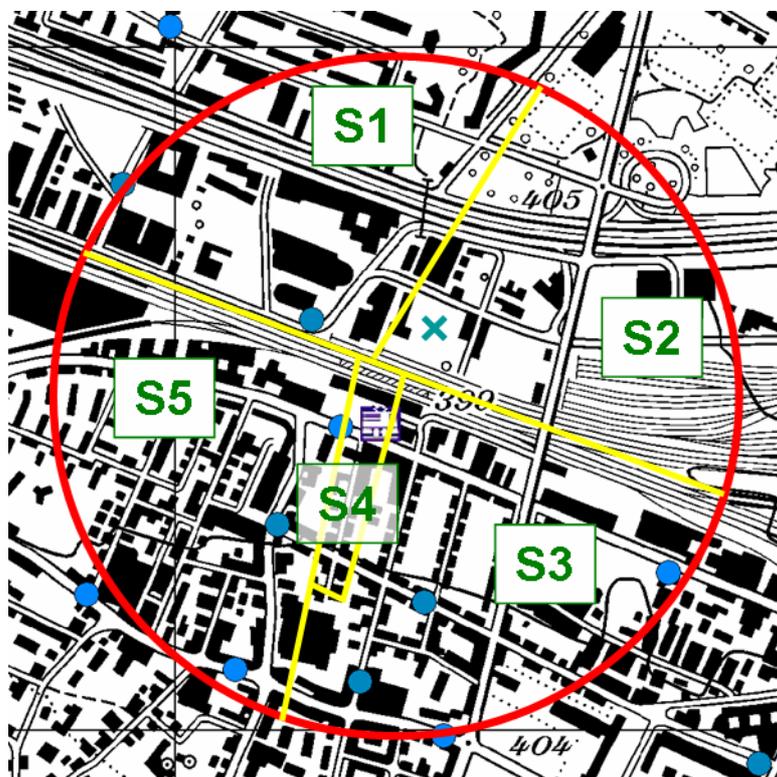
In den Hauptverkehrszeiten ist die zentrale Personenunterführung bis an ihre Kapazitätsgrenze hin ausgelastet. Stockender Verkehr, Gedränge und Staubildung sind die Folge. Die Ver-

kehrsströme von und zu den Geleisen sind zu dieser kritischen Zeit ungefähr gleich stark, was zu gegenseitigen Behinderungen und Kollisionen führt und somit einerseits den Zeitbedarf der Zugangswege erhöht, andererseits eine Komforteinbusse für die Fahrgäste darstellt.

Für die Berechnungen wird die Annahme getroffen, dass die Mehrzahl der Fahrgäste den Perron zwischen den Geleisen 3 und 4 benutzt, weshalb dieser Perron für die Berechnungen verwendet wird.

Es stellt sich hier – wie auch bei den Bahnhöfen Zürich Oerlikon und Winterthur – das Problem, dass im Verkehrsmodell keine direkten Zugangsdaten Siedlungsgebiet – Bahnhof vorhanden sind, sondern lediglich die Belastungen zwischen Siedlung und Bushaltestelle herausgelesen werden können. Dies liegt daran, dass im Verkehrsmodell die Fahrgäste, die beispielsweise von Süden her zum Bahnhof gelangen, zuerst in die Zone „Bushaltestelle Bahnhof Zürich Altstetten“ gelangen und von dort zur Zone „Bahnhof Zürich Altstetten“ weitergehen. Deshalb wird für die Berechnungen die Zahl dieser „Umsteige“-Passagiere auf die einzelnen Fussweg-Sektoren aufgeteilt.

Abbildung 43 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Zürich Altstetten

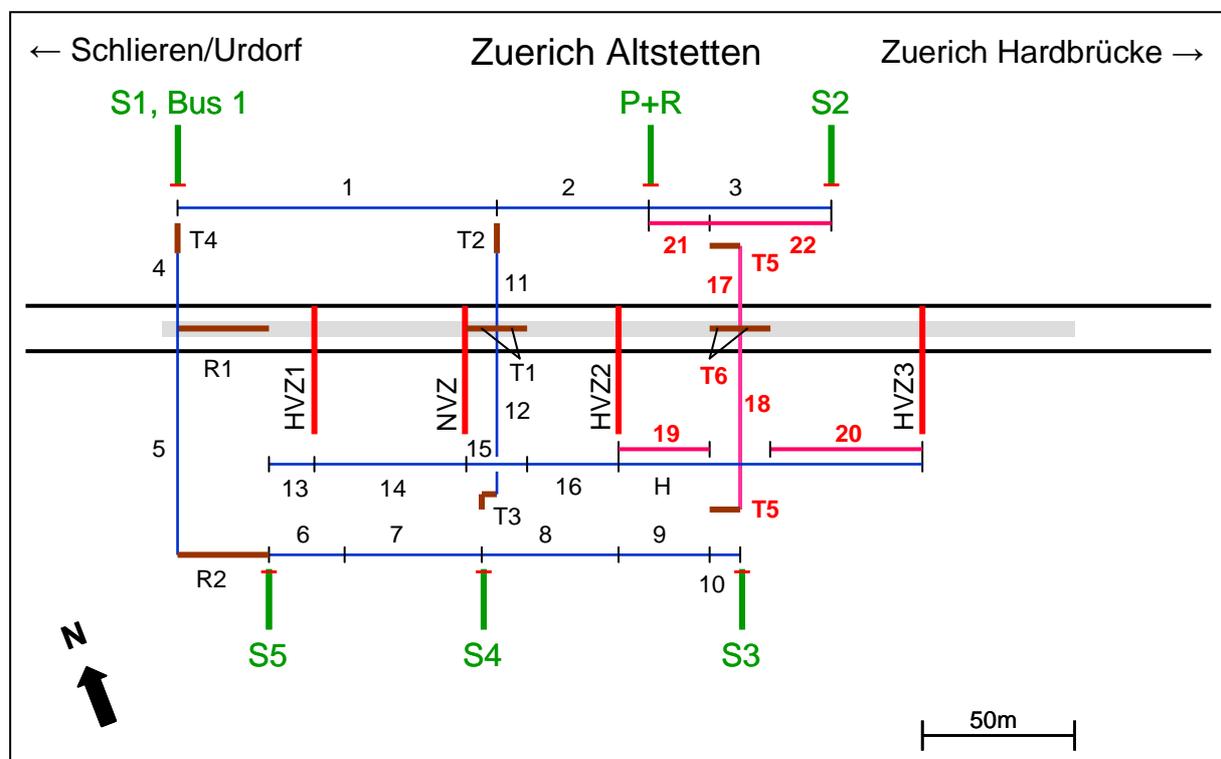


6.7.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Die Massnahme zur Optimierung der Zugangswege ist eine zusätzliche Personenunterführung in östlicher Richtung, mit zwei Treppenaufgängen je Perron (siehe Abbildung 44), womit sich der Zugangsweg für die Sektoren P+R, 2 und den benutzerstarken Sektor 3 verkürzt.

Durch den Bau dieser Unterführung wird auch die bestehende Unterführung entlastet und die Gefahr von Staubbildung an den Treppenaufgängen in den Hauptverkehrszeiten reduziert.

Abbildung 44 Fusswege Bahnhof Zürich Altstetten



6.7.3 Zeitgewinn

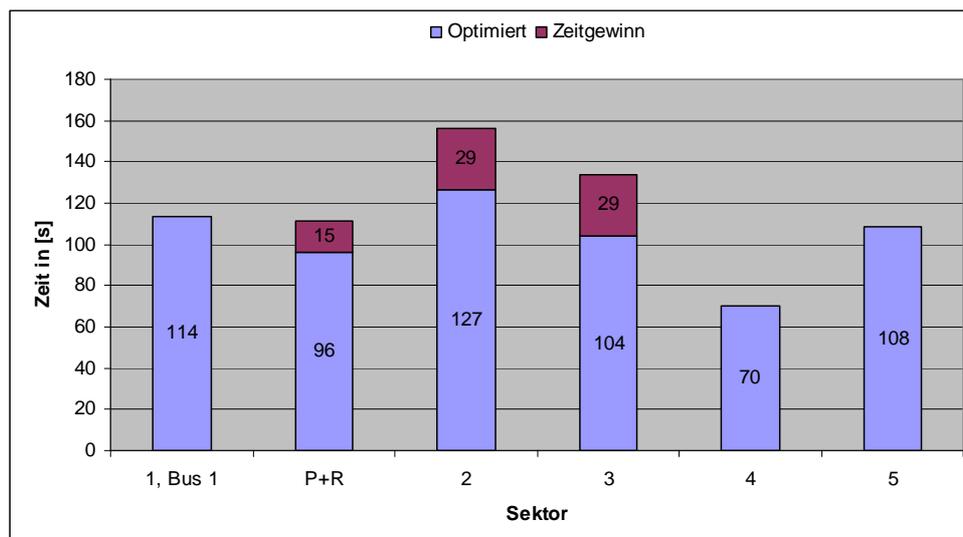
Der Zeitgewinn beträgt für die Sektoren 2 und 3 jeweils 29s. Für die Benutzer der P+R-Anlage reduziert sich der Zeitbedarf um durchschnittlich 15s. Im Extremfall beträgt die Zeiterparnis sogar 112s (von Sektor 3 zum Einsteigepunkt HVZ3).

- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **9 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **79.2h**

Tabelle 15 Zeitbedarf Zürich Altstetten

Sektor	Benutzer pro Tag	Ist [s]	Optimiert [s]	Zeitgewinn [s]
1, Bus	11376	114	114	0
P+R	954	111	96	15
2	901	156	127	29
3	8286	134	104	29
4	1373	70	70	0
5	10312	108	108	0

Abbildung 45 Zeitgewinn Zürich Altstetten

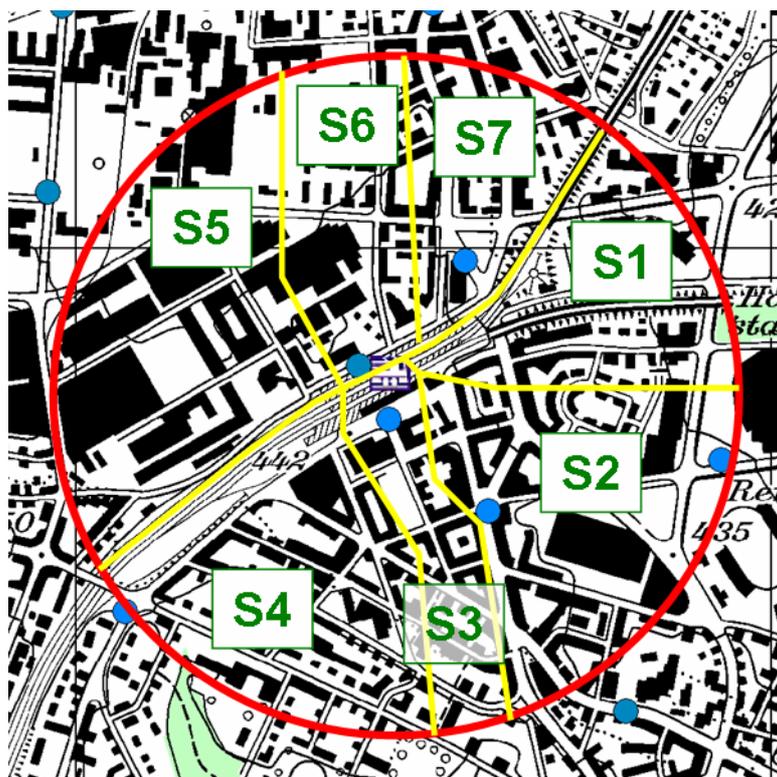


6.8 Zürich Oerlikon

6.8.1 Ist-Zustand

Insgesamt vier Unterführungen ermöglichen dem Fahrgast im Bahnhof Zürich Oerlikon den Zugang zu den Perrons. Von einer Unterführung (bei der Andreasstrasse) aus können jedoch nicht alle Perrons erreicht werden. Der Abstand zwischen den beiden mittleren Unterführungen beträgt 170 (Südseite) respektive 180m und entspricht beinahe der Länge von zwei S-Bahn-Kompositionen (200m). Diese beiden Unterführungen sind für Umsteigepassagiere von der Bahn zu den Haltestellen der Tramlinien 10, 11 (jeweils Fahrtrichtung Innenstadt) und der Buslinien 63 und 94 suboptimal gelegen. Weiter erfordert die einzige rollstuhlgängige Unterführung besonders in der Nebenverkehrszeit grosse Umwege für den Perronzugang.

Abbildung 46 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Zürich Oerlikon



Die Bahn-Bus-Umsteiger werden auf die zu den Busstationen führenden Fussweg-Sektoren aufgeteilt. Im Verkehrsmodell sind drei Bahn-Bus-Umsteigeorte vorhanden: Oerlikon Ost

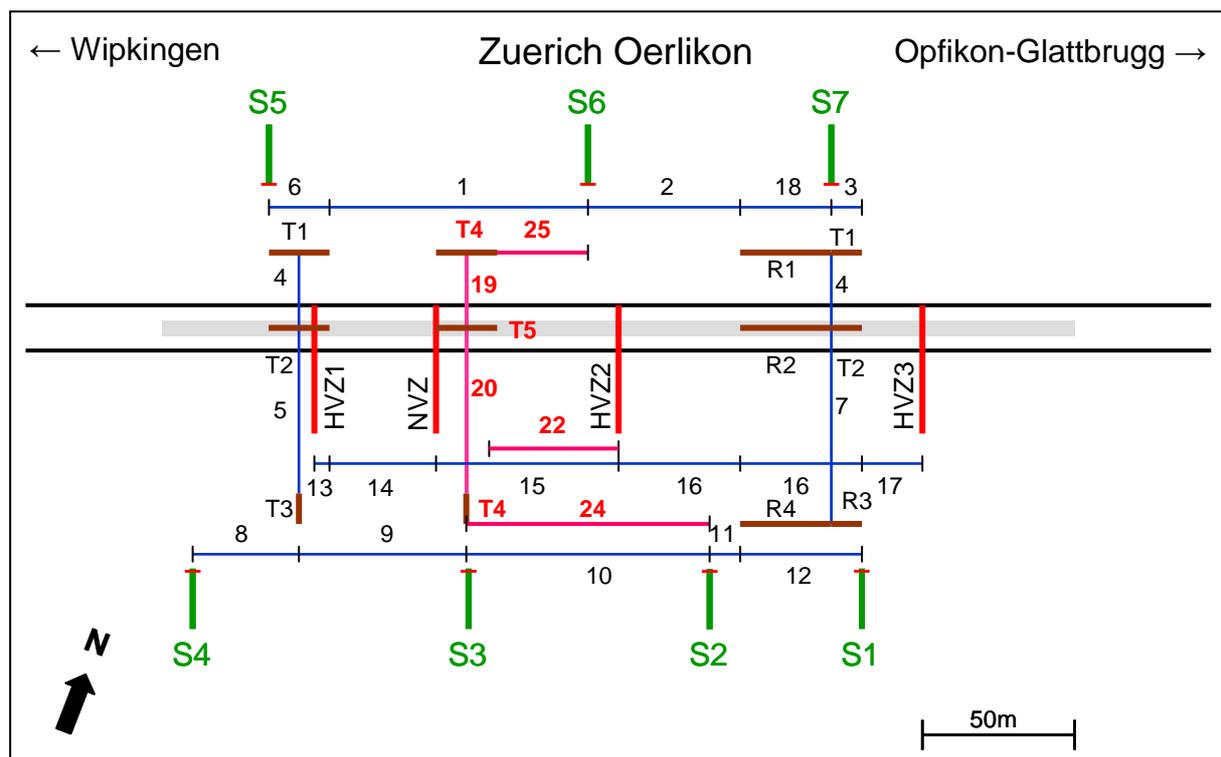
(Bahn-Tram/Bus), Oerlikon Nord (Bahn-Bus) und Oerlikon Süd (Bahn-Tram/Bus). Für die Berechnung wird der Perron zwischen den Gleisen 4 und 5 verwendet.

Nicht berücksichtigt für die Berechnung wird die Neumarkt-Unterführung am südwestlichen Perronende, da sie keinen Einfluss auf den Zeitgewinn der gewählten Optimierungsmassnahmen hat.

6.8.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Die Optimierung der Zugangswege erfolgt durch eine neue, durchgehende und zu allen Perrons Zugang gewährende Personenunterführung. Sie kommt zwischen den beiden bestehenden, zentral gelegenen Unterführungen zu liegen (19, 20, T4, T5; siehe Abbildung 47).

Abbildung 47 Fusswege Bahnhof Zürich Oerlikon



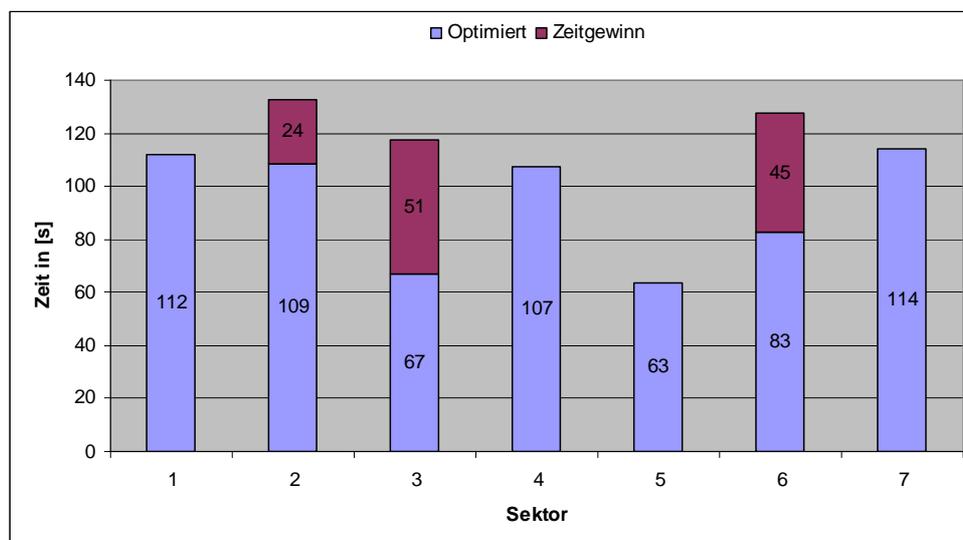
6.8.3 Zeitgewinn

Es werden für drei der sieben Sektoren Zeitgewinne von 24, 45 und 51s erreicht. Es verkürzt sich nicht nur der Zugangsweg vom Siedlungsbereich, der durch diese Sektoren repräsentiert wird, sondern auch die Umsteigezeit zwischen Bahn und Bus (Bus-Haltestellen liegen mehrheitlich in diesen Sektoren).

Tabelle 16 Zeitbedarf Zürich Oerlikon

Sektor	Benutzer pro Tag	Ist [s]	Optimiert [s]	Zeitgewinn [s]
1	5506	112	112	0
2	15048	133	109	24
3	8482	118	67	51
4	16139	107	107	0
5	6905	63	63	0
6	9663	128	83	45
7	9006	114	114	0

Abbildung 48 Zeitgewinn Zürich Oerlikon



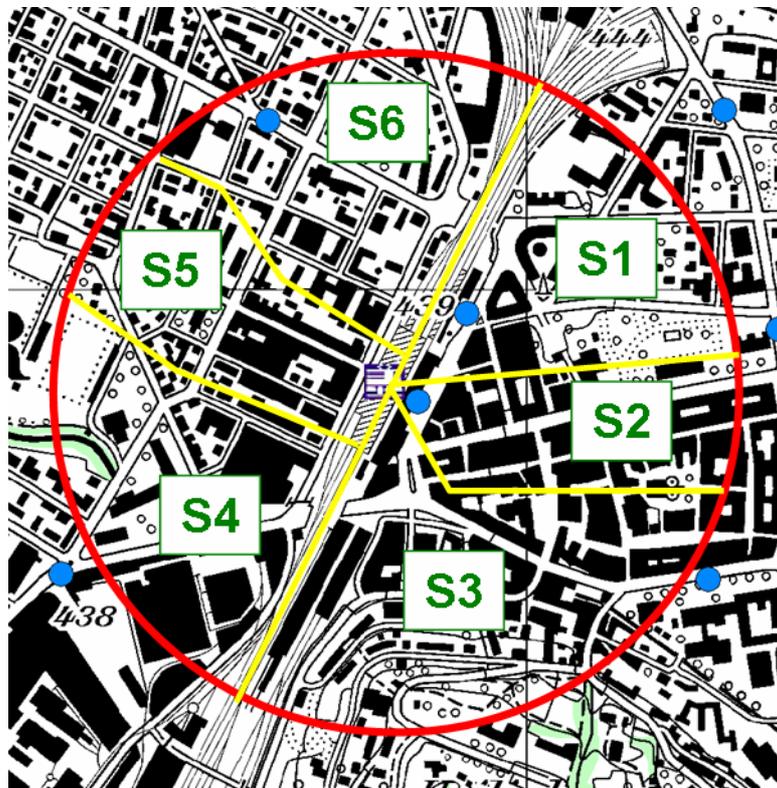
- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **17 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **342h**

6.9 Winterthur HB

6.9.1 Ist-Zustand

Der Abstand zwischen den beiden bestehenden Unterführungen beträgt 150m. (Die Wülflinger-Unterführung am Nordende der Perrons wird nicht berücksichtigt, da die Benutzung dieser Unterführung keinen Einfluss hat auf den Zeitgewinn bei einer zusätzlichen Unterführung im Bahnhofsbereich und diese Unterführung nur Zugang zu den Geleisen 2 bis 5 ermöglicht). Nur die südliche Unterführung ist rollstuhlgängig.

Abbildung 49 Einzugsgebiet und Fussweg-Sektoren Winterthur HB

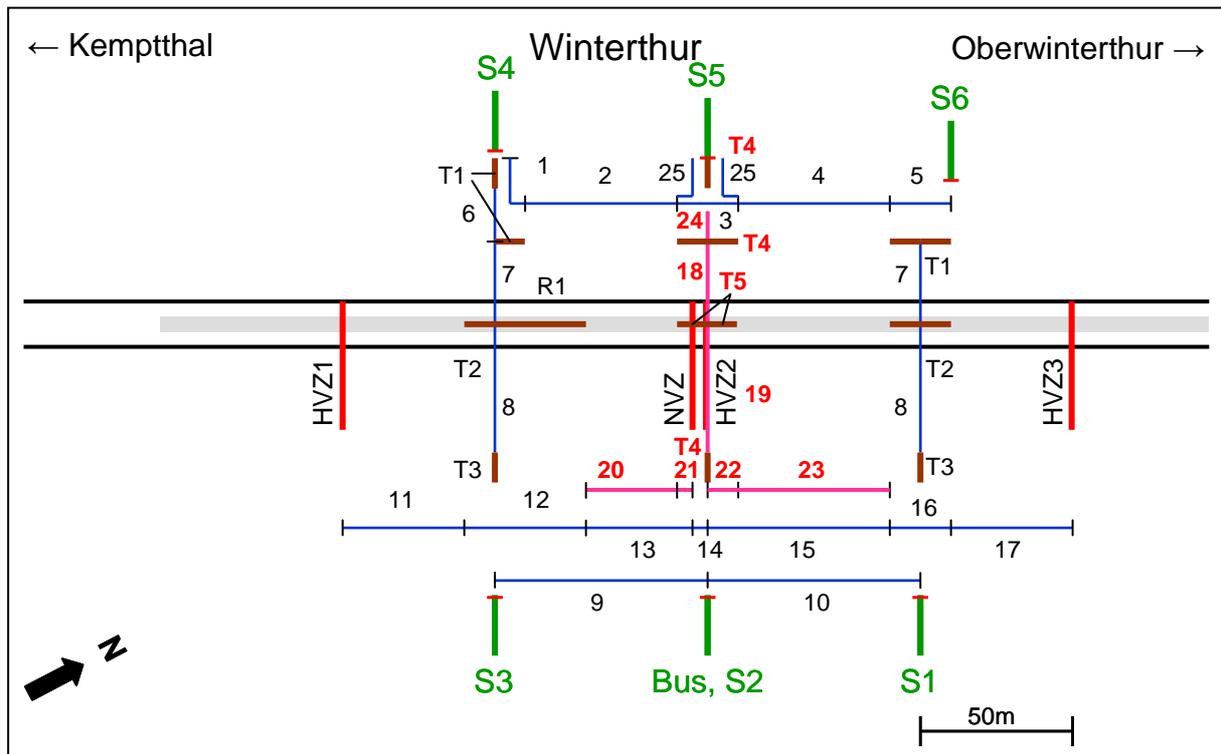


Für die Berechnung des Zeitbedarfs wird angenommen, dass der Perron zwischen den Gleisen 4 und 5 das meistbelastete sei (Halt von ICN, S12, IC). Daher werden alle Wege von und nach diesem Perron berechnet. Weiter stellt sich in Winterthur das gleich Problem wie schon in Zürich Altstetten und Zürich Oerlikon: Nur die Anzahl Umsteiger Bahn-Bus ist bekannt, und Fahrgäste, welche zu Fuss zum Bahnhof gelangen und die Bahn benutzen, sind in dieser Zahl miteingeschlossen. Die Berechnung erfolgt wieder mit der Verteilung der totalen Anzahl Umsteiger Bahn-Bus auf die einzelnen Fussweg-Sektoren.

6.9.2 Optimierungspotential, Massnahmen

Durch eine dritte Unterführung (zwei Treppenaufgängen je Perron) innerhalb des Bahnhofgebäudes, zentral zwischen den beiden bestehenden Unterführungen gelegen, wird der Zeitbedarf für den Zugangsweg für die Sektoren 2 und 5 reduziert (siehe Abbildung 50).

Abbildung 50 Fusswege Bahnhof Winterthur HB



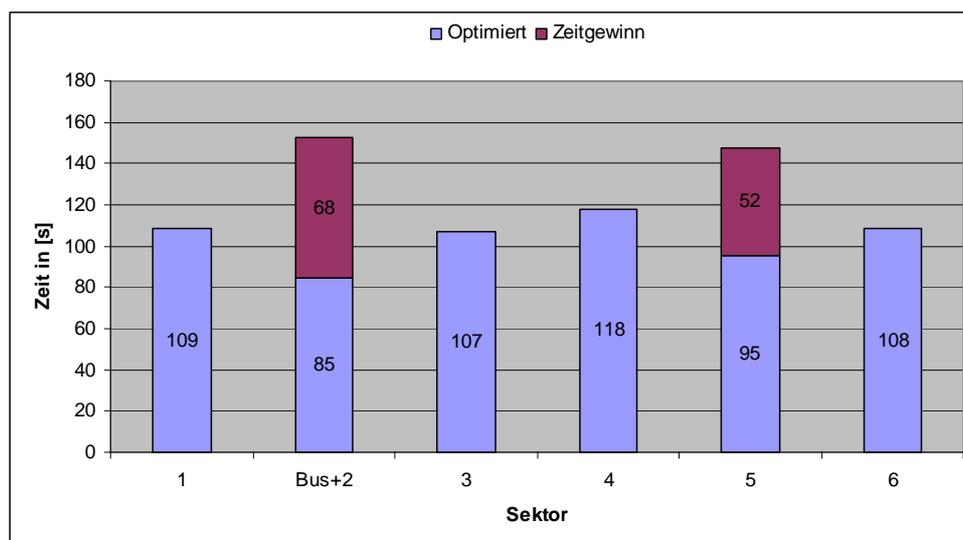
6.9.3 Zeitgewinn

Die Unterführung bringt den Sektoren „Bus und 2“ und 5 eine Zeitersparnis von durchschnittlich 68 respektive 52s. Nebst dem Ziel- und Quellverkehr der beiden Sektoren profitieren auch hier die Umsteigepassagiere von den Optimierungsmassnahmen.

Tabelle 17 Zeitbedarf Winterthur HB

Sektor	Benutzer	Ist	Optimiert	Zeitgewinn
	pro Tag	[s]	[s]	[s]
1	5055	109	109	0
Bus + 2	19498	153	85	68
3	11069	107	107	0
4	10050	118	118	0
5	7141	148	95	52
6	6506	108	108	0

Abbildung 51 Zeitgewinn Winterthur HB



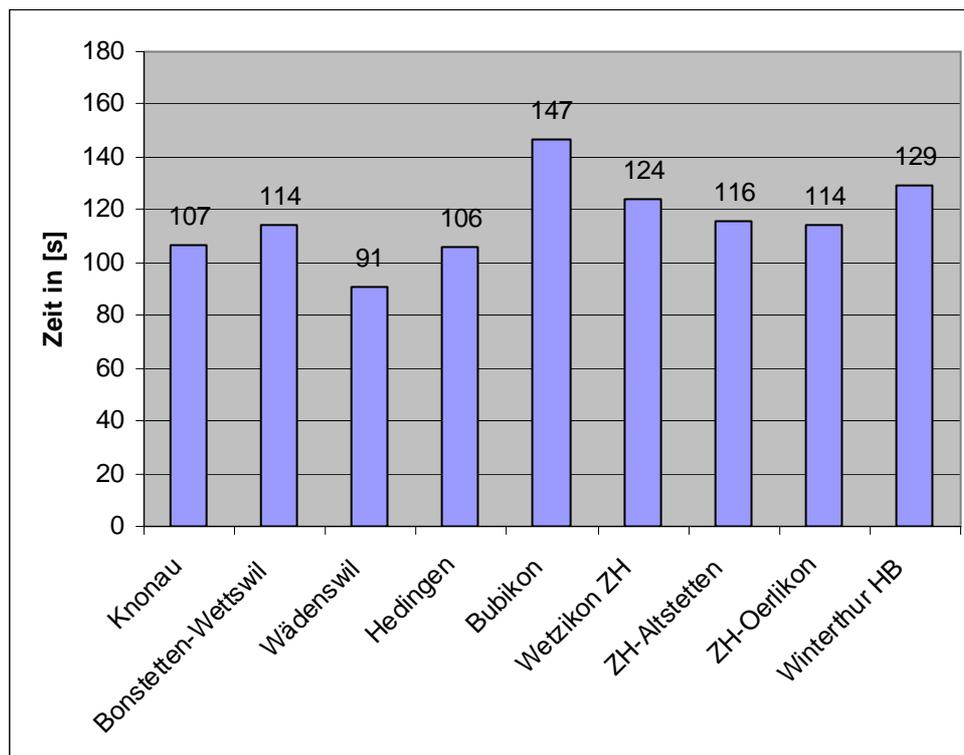
- Durchschnittlicher Zeitgewinn pro Bahnhofbenutzer: **29 Sekunden**
- Zeitgewinn in Stunden pro Tag über **alle** Bahnhofbenutzer: **471.9h**

6.10 Vergleich der Ergebnisse

6.10.1 Zeitbedarf für Zugangswege im Ist-Zustand

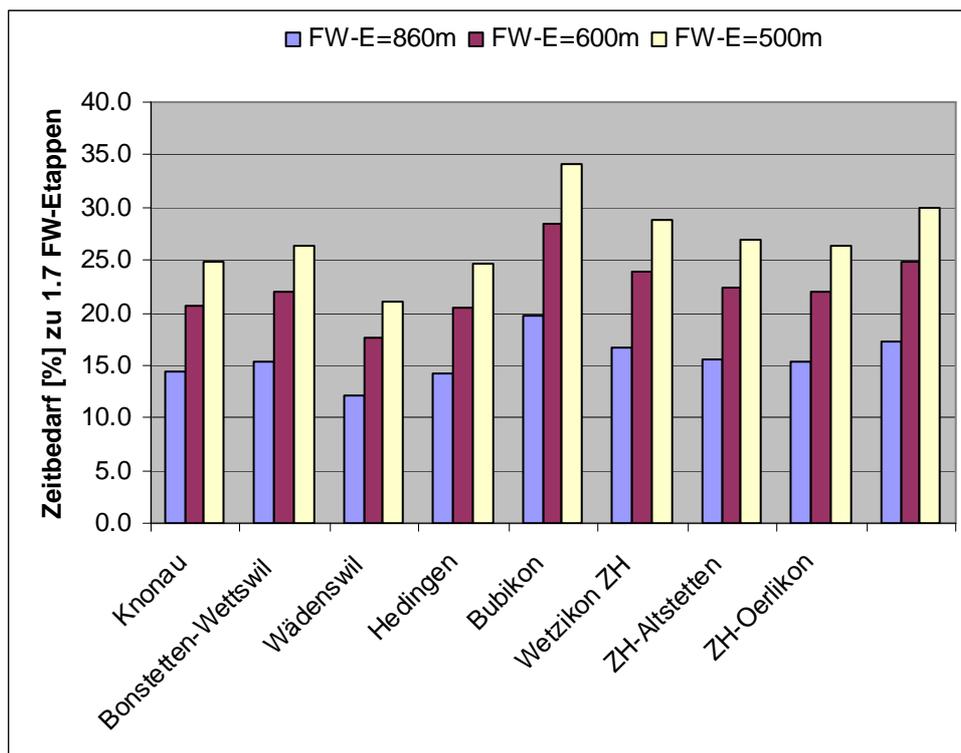
Wie Abbildung 52 zeigt, beträgt der durchschnittliche Zeitbedarf für Zugangswege im Ist-Zustand im Minimum 91s. Der grösste Wert tritt in Bubikon auf, gefolgt von Winterthur HB und Wetzikon ZH.

Abbildung 52 Zeitbedarf für Fusswege Stopp-Balken - Einsteigepunkt



Gemessen am Zeitbedarf für das Zurücklegen von 1.7 Fussweg-Etappen (1.7 Etappen werden durchschnittlich benötigt, um eine ÖV-Etappe zurückzulegen, siehe Kapitel 2.4) entspricht der Zeitbedarf für diese Zugangswege je nach Länge einer durchschnittlichen Fusswegetappe (FW-E; Wert aus Mikrozensus = 860m) einem prozentualen Anteil gemäss Abbildung 53:

Abbildung 53 Zeitbedarf für Zugang, gemessen an 1.7 FW-Etappen

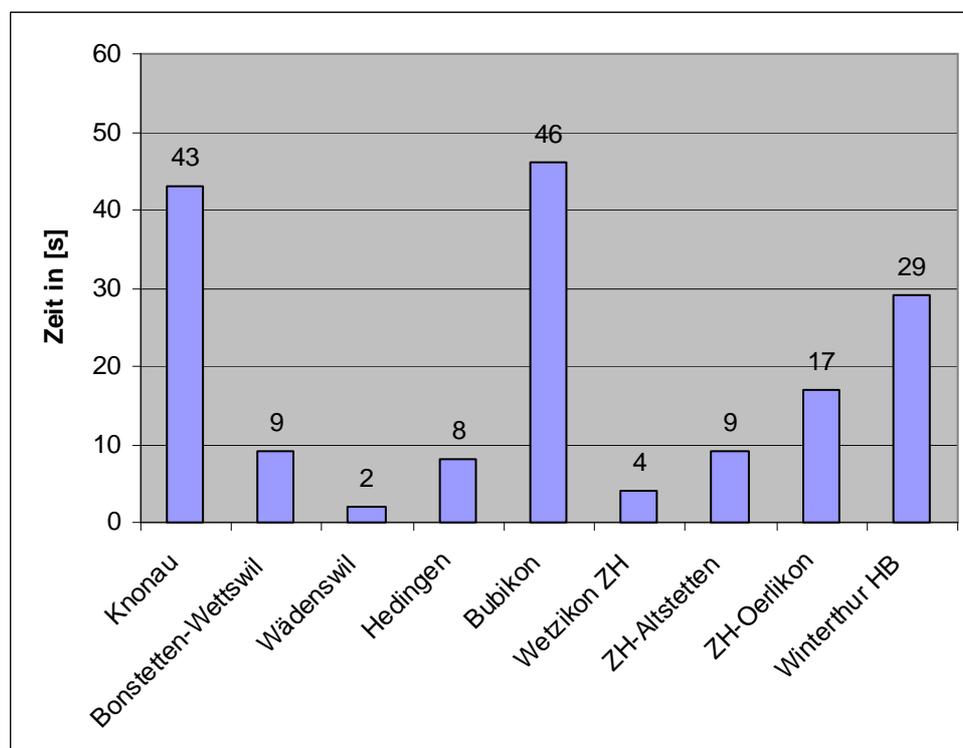


6.10.2 Zeitgewinn durch optimierte Fussgängerführung

In Abbildung 54 sind nochmals die Resultate für den durchschnittlichen Zeitgewinn je Zugangsweg und Bahnhofbenutzer dargestellt. Der Vergleich zeigt, dass mit den Optimierungsmassnahmen in Bubikon der grössten Zeitgewinn erzielt wird. Ähnlich gross ist der Zeitgewinn in Knonau, und auch in Winterthur kann eine deutliche Reduktion des Zeitbedarfs erzielt werden.

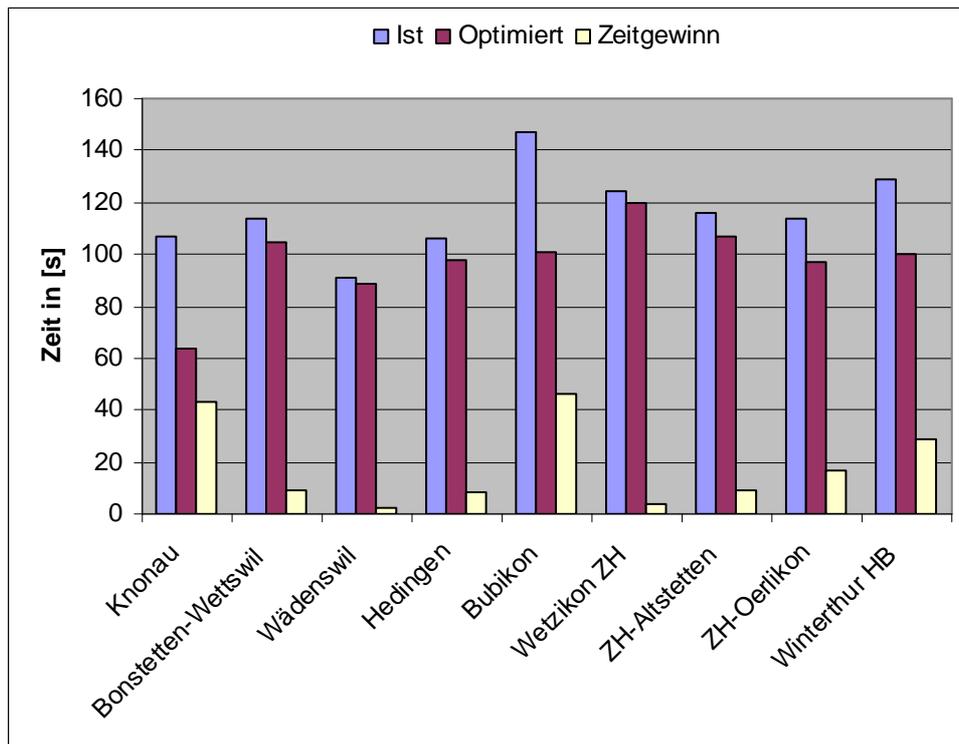
Der geringste durchschnittliche Zeitgewinn (Wädenswil) wird bei dem Bahnhof erreicht, bei welchem als Optimierungsmassnahme lediglich der Bau eines Treppenaufgangs vorgeschlagen wird. Dieselbe Massnahme führt in Hedingen zu einem deutlich höheren Zeitgewinn, da hier prozentual zur Summe aller Bahnhofsbenutzer mehr Fahrgäste vom zusätzlichen Treppenaufgang profitieren.

Abbildung 54 Zeitgewinn je Zugangsweg und Benutzer



In Abbildung 55 sind die Werte für den durchschnittlichen Zeitbedarf der Zugangswege im Ist-Zustand, im optimierten Zustand und den Zeitgewinn dargestellt.

Abbildung 55 Zeitbedarf Ist, Optimiert, Zeitgewinn



Die Reduktion des Zeitbedarfs pro durchschnittlichen Zugangsweg ist in Knonau am grössten, gefolgt von Bubikon und Winterthur HB, wie in Abbildung 56 ersichtlich ist.

Abbildung 56 Zeitgewinn durch optimierte Fussgängerführung

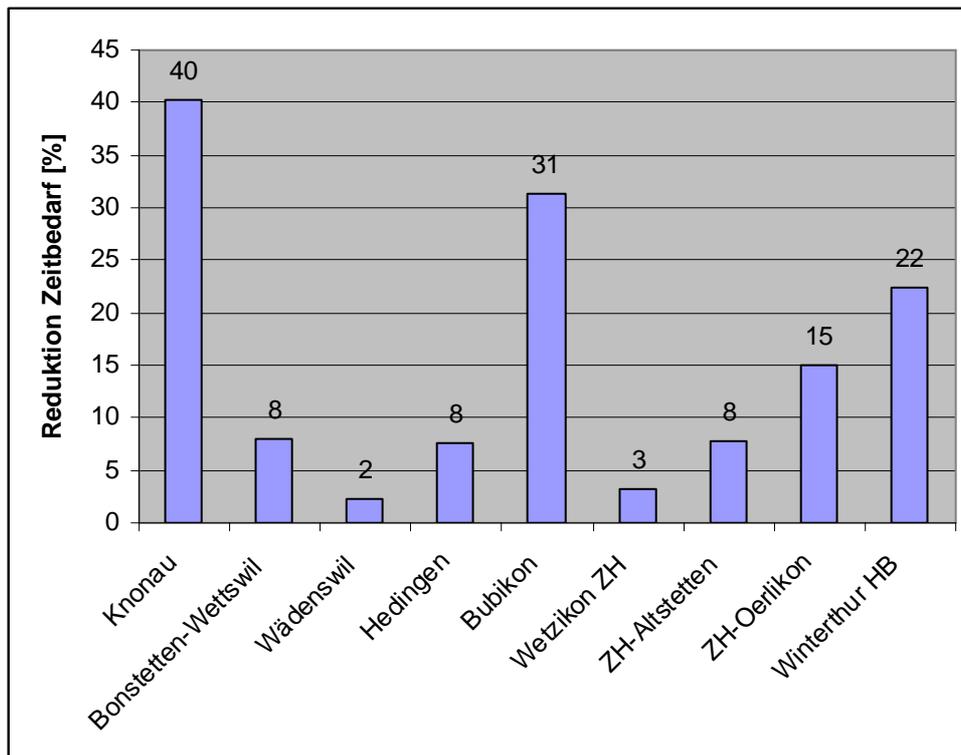
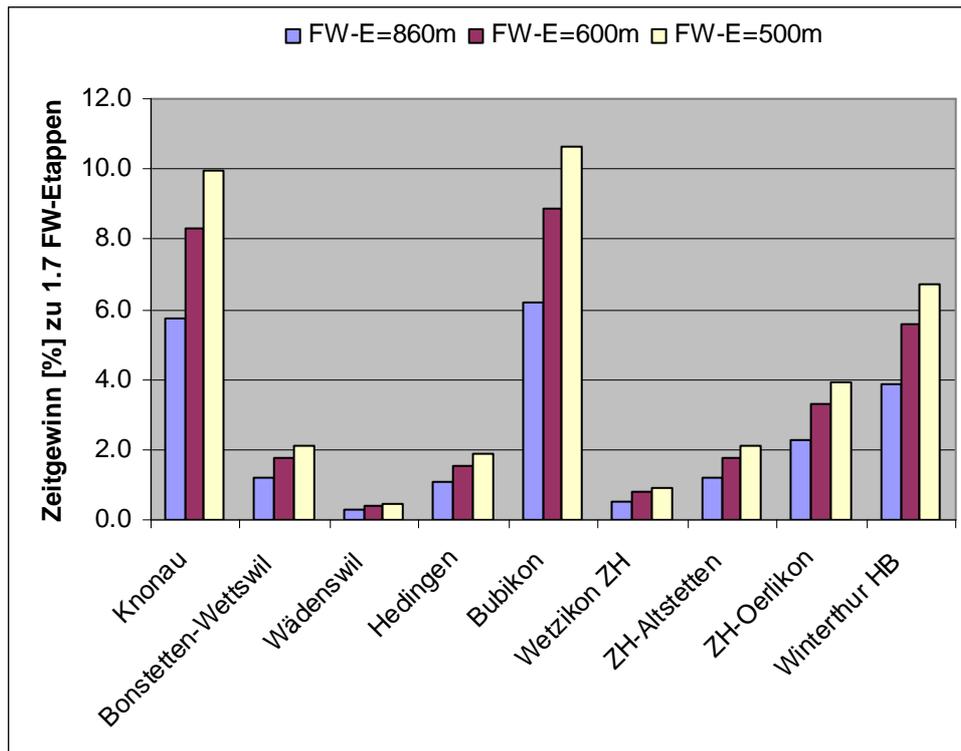


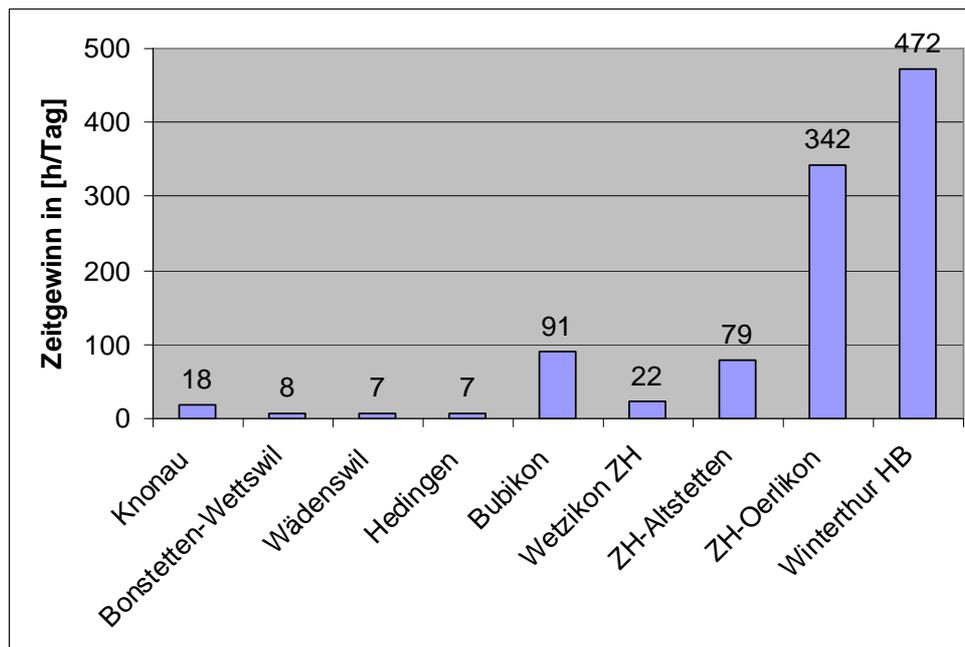
Abbildung 57 zeigt den prozentualen Zeitgewinn durch die Optimierungsmassnahmen, gemessen am Zeitbedarf für die Zahl von 1.7 Fussweg-Etappen, welche durchschnittlich für das Zurücklegen einer ÖV-Etappe benötigt werden.

Abbildung 57 Zeitgewinn durch optimierte Fussgängerführung



Rechnet man den durchschnittlichen Zeitgewinn pro Zugangsweg auf die tägliche Anzahl Bahnhofbenutzer hoch, ergibt sich ein Zeitgewinn in Stunden pro Tag gemäss Abbildung 58:

Abbildung 58 Zeitgewinn pro Tag, über alle Benutzer



6.11 Umsteigeanlagen

6.11.1 Fallbeispiele

Umsteigen Bahn-Bahn

Der Zeitbedarf für das Umsteigen von Bahn zu Bahn (siehe Abbildung 59) wurde berechnet, indem der Weg vom Einsteigepunkt (NVZ, HVZ1-3) via nächstgelegene Unterführung und Aufgang zum nächsten Perron gemessen wurde. (Annahme: Einsteigepunkt beim Ziel-Verkehrsmittel liegt unmittelbar am Ende des Perronaufgangs.) Die Durchschnittswerte im Ist-Zustand liegen im Bereich von 62s (Wädenswil) bis 86s (Winterthur).

Die Werte können durch Optimierungsmassnahmen um 2s (Wädenswil) bis 27s (Winterthur) verringert werden, was beim Bahnhof Winterthur einer Reduktion des durchschnittlichen Zeitbedarfs für einen Umsteigeweg um über 30% entspricht.

Umsteigen Bahn-Bus

In Abbildung 60 ist der Zeitbedarf für den Umsteigeweg von Bahn zu Bus aufgelistet. Im Ist-Zustand ist dieser Wert in Bubikon mit 185s mit Abstand am höchsten, gefolgt von Winterthur mit 153s. Besonders in Bubikon wirkt sich die Lage des Bus-Haltepunktes sehr negativ auf den Zeitbedarf für den Umsteigeweg aus.

Mit den Optimierungsmassnahmen wird in Bubikon der grösste Zeitgewinn aller betrachteten Bahnhöfe erzielt: der Wert fällt von 185s auf 90s, was einer Reduktion von 95s oder 51% entspricht. Grosse Zeitgewinne werden auch in Winterthur (62s) und Zürich Oerlikon (50s und 43s, je nach Bus-Haltestelle) erzielt.

Abbildung 59 Zeitersparnis bei Umsteigerelation Bahn-Bahn

	Situation	Einsteige- punkt	Distanz [m]	Zeitbedarf [s]	Durchschnitt [m]	Durchschnitt [s]
Wetzikon	Ist	NVZ	60	61	81	75
		HVZ 1	95	87		
		HVZ 2	55	54		
		HVZ 3	155	128		
	Optimiert	NVZ	60	61	69	67
		HVZ 1	95	87	-12	-8
		HVZ 2	55	54		
HVZ 3		85	79			
Zürich Altstetten	Ist	NVZ	40	46	76	71
		HVZ 1	95	81		
		HVZ 2	70	68		
		HVZ 3	170	143		
	Optimiert	NVZ	40	46	63	61
		HVZ 1	95	81	-13	-10
		HVZ 2	70	68		
HVZ 3		90	83			
Zürich Oerlikon	Ist	NVZ	70	68	67	65
		HVZ 1	40	46		
		HVZ 2	95	84		
		HVZ 3	55	57		
	Optimiert	NVZ	35	42	46	50
		HVZ 1	40	46	-21	-15
		HVZ 2	75	72		
HVZ 3		55	57			
Winterthur HB	Ist	NVZ	105	91	96	86
		HVZ 1	80	75		
		HVZ 2	100	90		
		HVZ 3	80	75		
	Optimiert	NVZ	45	49	58	59
		HVZ 1	80	75	-38	-27
		HVZ 2	50	53		
HVZ 3		80	75			
Wädenswil	Ist	NVZ	40	46	62	62
		HVZ 1	110	98		
		HVZ 2	50	53		
		HVZ 3	90	83		
	Optimiert	NVZ	40	46	58	59
		HVZ 1	110	98	-3	-2
		HVZ 2	50	53		
HVZ 3		70	68			

Abbildung 60 Zeitersparnis bei Umsteigerelation Bahn-Bus

	Situation	Einsteige- punkt	Distanz [m]	Zeitbedarf [s]	Durchschnitt [m]	Durchschnitt [s]
Bubikon	Ist	NVZ	195	156	235	185
		HVZ 1	195	156		
		HVZ 2	265	207		
		HVZ 3	365	281		
	Optimiert (PU + Treppe)	NVZ	50	53	100	90
		HVZ 1	50	53	-135	-95
		HVZ 2	150	128		
	HVZ 3	250	202			
Zürich Altstetten (zu Bus 2)	Ist	NVZ	90	83	125	109
		HVZ 1	140	120		
		HVZ 2	120	105		
		HVZ 3	220	180		
	Optimiert	NVZ	90	83	108	97
		HVZ 1	140	120	-17	-12
		HVZ 2	110	98		
	HVZ 3	130	113			
Zürich Oerlikon Sektor 3 (Oerlikon Süd)	Ist	NVZ	135	116	148	126
		HVZ 1	105	94		
		HVZ 2	195	161		
		HVZ 3	185	151		
	Optimiert	NVZ	45	49	81	75
		HVZ 1	80	75	-68	-50
		HVZ 2	85	79		
	HVZ 3	185	151			
Zürich Oerlikon Sektor 6 (Oerlikon Nord)	Ist	NVZ	160	135	152	128
		HVZ 1	130	113		
		HVZ 2	170	137		
		HVZ 3	130	110		
	Optimiert	NVZ	70	68	93	84
		HVZ 1	105	94	-59	-43
		HVZ 2	110	98		
	HVZ 3	130	110			
Winterthur HB	Ist	NVZ	195	158	186	153
		HVZ 1	170	143		
		HVZ 2	190	158		
		HVZ 3	170	143		
	Optimiert	NVZ	65	64	101	91
		HVZ 1	170	143	-85	-62
		HVZ 2	70	68		
	HVZ 3	170	143			
Wädenswil	Ist	NVZ	75	72	102	92
		HVZ 1	145	124		
		HVZ 2	85	79		
		HVZ 3	155	131		
	Optimiert	NVZ	75	72	98	89
		HVZ 1	145	124	-3	-3
		HVZ 2	85	79		
	HVZ 3	135	116			

6.11.2 Ist-Situation einiger Bahnknoten

Zürich HB

Im grössten Schweizer Bahnhof sind die Umsteigewege je nach Relation gross, wie beispielsweise von Gleis 51-54 zu Gleis 1-2 und 21-24. In der Nebenverkehrszeit sind die Umsteigewege von Gleis 3-18 via Sihlquai-Unterführung zu Gleis 21-24 deutlich grösser als in der Hauptverkehrszeit, bedingt durch die Lage des Haltepunktes in der NVZ im Bahnhof Museumsstrasse.

An den bestehenden Umsteigewegen besteht schätzungsweise kein grosses Optimierungspotential, da an der bestehenden Gleisstopologie und den Haltepunkten des ÖPNV nichts geändert werden kann. Für die Zukunft empfiehlt sich vermehrt eine Optimierung der Umsteigewege durch vertikale Anordnung der Haltepunkte, wie dies auch beim Bahnhof Löwenstrasse geschieht.

Bern

Die Qualität der Fusswege wurde durch den Bau der Passerelle an der Schanzenstrasse („Welle“) deutlich erhöht. Wie alle Bahnhöfe dieser Grösse verfügt Bern über zwei rollstuhlgängige Perronzugänge. Besonders lang sind die Umsteigewege von den SBB-Geleisen zu den Perrons U1-U4 des Regionalverkehrs Bern-Solothurn; dieser Haltepunkt ist für ortsunkundige Bahnhofbenutzer oft nur schwer zu finden.

Basel SBB

In Basel wurde der Komfort der Zugangswege mit dem Bau der neuen Passerelle deutlich erhöht; sie verfügt über beidseitigen Zugang zu den Perrons mittels Rolltreppen und ist optimal auf den Umsteigeweg Bahn-Tram (Bahnhofplatz) ausgerichtet. Das Erreichen des Parkhauses im Postgebäude ist zwar gewährleistet, jedoch nicht rollstuhlgängig. So müssen Passagiere, die auf rollstuhlgängige Anlagen angewiesen sind, für den Umsteigeweg zwangsweise die Passerelle benutzen.

Olten

Die beiden Unterführungen, wovon die südliche rollstuhlgängig ist, liegen in einem Abstand von 100m im zentralen Bereich der Bahnhofsanlage. Der rollstuhlgängige Aufgang der südlichen Unterführung an der Tannwaldstrasse wird durch einen Aufzug gewährleistet.

Für Umsteigepassagiere, die im nördlichen Bereich der Perrons aussteigen und zum Bus-Haltepunkt gelangen wollen, sind relativ grosse Wege zu bewältigen, da der ÖPNV-Haltepunkt näher zur südlichen Unterführung liegt.

Insbesondere für das Umsteigen Bahn-Bahn von Gleis 1-3 zu Gleis 7-12 ergeben sich lange Umsteigewege, da das Bahnhofsgebäude unterquert wird. Da die Umsteigewege für Fahrgäste zwischen nördlicher respektive südlicher Unterführung und dem jeweiligen Perronende, bedingt durch die Lage der bestehenden beiden Unterführungen, lang sind, würde eine Lösung mit einer zusätzlichen Unterführung je Perronende den Zeitbedarf für das Umsteigen deutlich reduzieren. Doch der Kostenaufwand für die Erstellung von zwei Unterführungen lässt Zweifel offen, ob diese Lösung politisch durchsetzbar wäre. Eine Lösung mit drei Unterführungen ist als unrealistisch einzustufen, da die beiden bestehenden Unterführungen abgebrochen werden müssten, ausser es bestünde der Wille, nur an einem Perronende einen zusätzlichen Zugang zu erstellen.

Lausanne

In Lausanne sind zwei rollstuhlgängige Unterführungen vorhanden (Rampe beziehungsweise Aufzug). Besonders lang sind die Umsteigewege für Fahrgäste, die am westlichen Ende der Perrons aussteigen. Mit einer zusätzlichen Unterführung würde der Umsteigeweg in diesem Bereich deutlich kleiner werden und so den Komfort insbesondere für Umsteigepassagiere des ICN (Länge von 2 Kompositionen: über 375m) erhöhen.

Aarau

Der Bahnhof Aarau verfügt über zwei durchgehende Personenunterführungen, wobei nur die nordöstlich gelegene rollstuhlgängig ist. Gemäss Situationsplan der SBB ist der Zugang zum Inselferron der Wynetal- und Suhrentalbahn jedoch nur mittels Treppe möglich. Grosse Umsteigewege sind insbesondere für Fahrgäste, die im südwestlichen Teil der Perrons ein- oder aussteigen und die Verkehrsmittel der Wynetal- und Suhrentalbahn benutzen oder zur Haltestelle der Busbetriebe Aarau gelangen wollen.

Luzern

Die Umsteigewege zwischen Bahn und Bus sind aufgrund des Kopfbahnhofs und der Lage der Haltepunkte des ÖPNV besonders lang für Fahrgäste, die im südlichen Teil der Perrons aussteigen. Die Unterführung am südlichen Perronende ist nicht rollstuhlgängig, wodurch sich

für mobilitätsbehinderte Fahrgäste beim Umsteigen Bahn-Bahn eine grosse Komforteinbusse oder ein langer Umweg über die Bahnhofshalle ergibt.

6.12 Massnahmen zur Optimierung

6.12.1 Allgemeine Massnahmen

Folgende infrastrukturelle oder betriebliche Massnahmen sind für die Optimierung der Fusswege im System ÖV (Anbindung der Haltestellen an den Siedlungsraum und Umsteigeanlagen) möglich:

Direkterer Zugang vom Siedlungsgebiet ins Bahnhofareal

Durch zusätzliche Fussgängerstreifen oder den Bau von neuen Fusswegen kann das bestehende Fusswegnetze als Verknüpfung von Haltepunkt und Siedlung besser auf die einzelnen Perronzugänge ausgerichtet werden. .

Direkterer Zugang Siedlungsgebiet – Perronkante

Durch zusätzliche Unterführungen oder Passerellen kann der Zugangsweg vom Siedlungsgebiet zur Perronkante verkürzt werden. Unterführungen haben verglichen mit Passerellen einen geringeren Zeitaufwand für den Benutzer zur Folge, da der zu überwindender Höhenunterschied kleiner ist.

Um das Einzugsgebiet und damit das Passagierpotential zu vergrössern, empfiehlt es sich, mehr als bloss einen zentralen Perronzugang anzuordnen. An allen Perronzugangsstellen sollte es Bike&Ride-Abstellplätze haben, womit Umwege vermieden werden. Hiermit wird eine gleichmässige Auslastung über die gesamte Länge des Zuges erreicht.

Bei der Mehrzahl aller Bahnhöfe kann die Forderung von direkten Zugängen zu den Perrons von allen Richtungen meist nur mit mehreren Unter- oder Überführungen erfüllt werden.

Kürzere Umsteigewege innerhalb des Bahnhofareals

Um die Umsteigewege Bahn-Bahn zu verkürzen, können zusätzliche Perronaufgänge (Rampen, Treppen), Unter- oder Überführungen gebaut werden und Geschwindigkeit und Komfort der bisherigen Perronzugänge mittels Ersatz von Treppen durch Rolltreppen erhöht werden.

Die Umsteigewege können auch durch Anordnung mehrerer Haltepunkte in mehreren, übereinander liegenden Ebenen (Höhenunterschiede sind mittels Rolltreppen und Aufzügen zu bewältigen) optimiert werden.

Eine weitere Möglichkeit, Umsteigewege zu verkürzen, bietet die betriebliche Massnahme, dass Anschlusszüge am gleichen Perron halten, womit ein Umsteigen „quai-à-quai“ ermöglicht werden kann.

6.12.2 Von den Fallbeispielen abgeleitete Massnahmen

Zusätzliche Personenunterführungen

Bei allen Bahnhöfen ausser Hedingen und Wädenswil sehen die Optimierungsmassnahmen den Bau einer zusätzlichen Unterführung vor. Die Zahl der im Ist-Zustand vorhandenen Unterführungen spielt dabei keine Rolle. Wichtiger ist deren Lage, gerade im Bezug auf die Umsteigerelation Bahn-ÖPNV, welche für das Gesamtsystem ÖV von eminenter Bedeutung ist.

Zusätzliche Treppenaufgänge

Es empfiehlt sich, bei bestehenden Personenunterführungen, welche nicht am Ende des Perrons liegen, Zugänge in beiden Perronlängsrichtungen anzuordnen – sofern diese noch nicht vorhanden sind. Gerade im Vergleich zu Rampen, die entgegen der Marschrichtung liegen (wie beispielsweise in Bubikon), sind somit grosse Zeitgewinne realisierbar.

Weitere Aspekte der Optimierungen von Fussgängeranlagen im System ÖV

Unter Berücksichtigung der neuen Zugängen (Personenunterführungen, Treppen, Fusswege) müssten auch die Haltepunkt der S-Bahn-Kompositionen der neuen Situation angepasst werden, was nochmals eine Verkürzung der (durchschnittlichen) Zugangswege zur Folge hätte.

Durch die zusätzlichen Perronzugänge werden die bestehenden Zugänge entlastet, was zu einer Geschwindigkeit- und Komfortsteigerung bei bestehenden Engpässen führt und so die Qualität des Systems weiter erhöht.

7 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

Um die Optimierungsmassnahmen der Fallbeispiele auf deren Wirtschaftlichkeit zu untersuchen, werden zuerst die Kosten der einzelnen Massnahmen berechnet. Hierzu werden folgende Durchschnittspreise angenommen (Werte jeweils in CHF):

- Unterführung, gedeckter Bereich
 - ohne Hilfsbrücke 8'000
 - mit Hilfsbrücke 9'750
- Treppenaufgang
 - ausserhalb Gleisbereich 120'000
 - Inselbaustelle 160'000

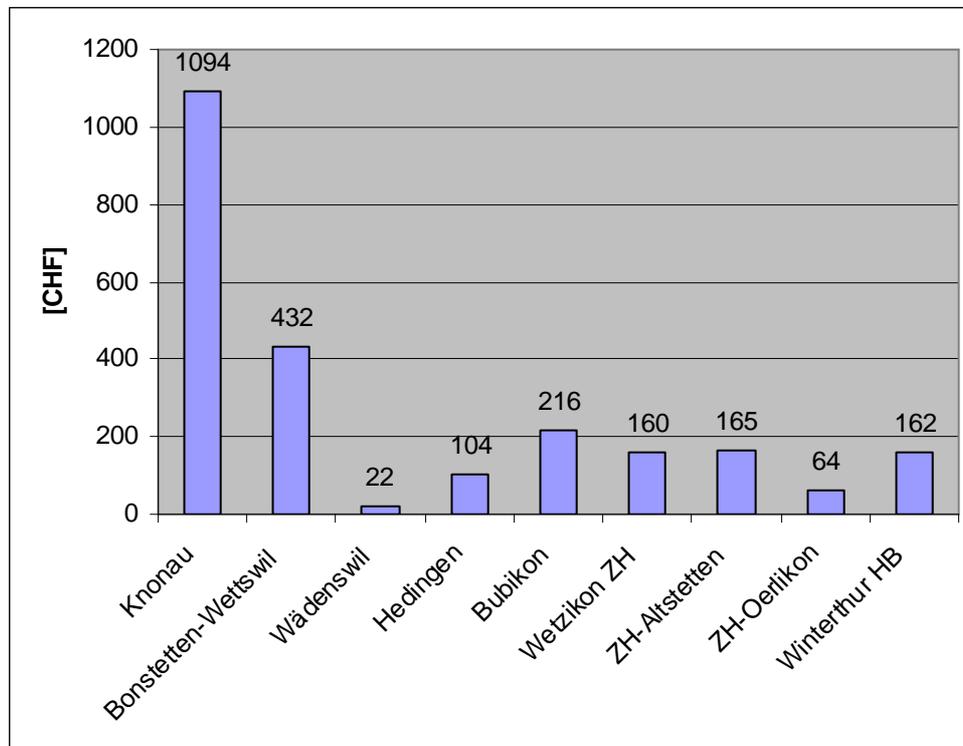
Daraus ergeben sich Investitionskosten je Bahnhof gemäss Abbildung 61:

Abbildung 61 Investitionskosten für Optimierungsmassnahmen

Bahnhof	Massnahme	Breite PU	Länge PU	Fläche PU	Treppen	Kosten
Knonau	Unterführung, zusätzlicher Treppenaufgang	4	25	100	3	1.67
Bonstetten-Wettswil	Unterführung	4	20	80	2	1.33
Wädenswil	Treppenaufgang	4	2	8	1	0.28
Hedingen	Treppenaufgang mit Gleisunterquerung	4	2	8	1	0.30
Bubikon	Unterführung, zusätzlicher Treppenaufgang	4	20	80	3	1.53
Wetzikon ZH	Unterführung	4	40	160	6	3.05
ZH-Altstetten	Unterführung	6	60	360	6	5.49
ZH-Oerlikon	Unterführung	6	45	270	7	4.54
Winterthur HB	Unterführung	8	80	640	10	9.60
		[m]	[m]	[m ²]		[Mio. CHF]

Dividiert man die Investitionskosten für die Optimierungsmassnahmen durch die Anzahl täglicher Bahnhofbenutzer, so erhält man folgende Werte (Abbildung 62):

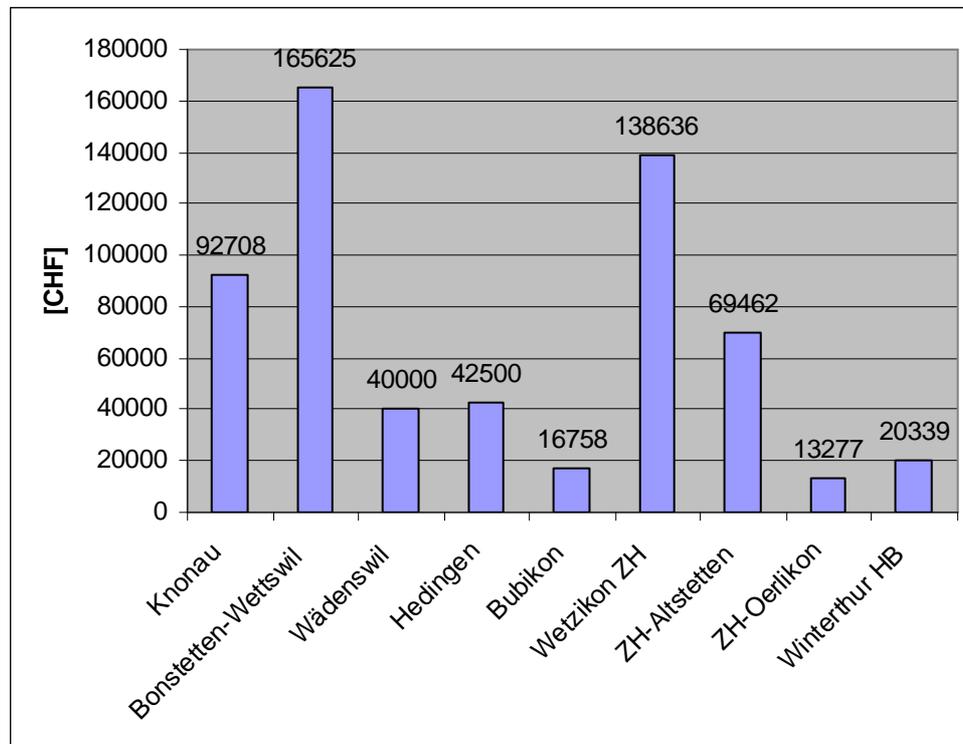
Abbildung 62 Kosten je Bahnhofbenutzer



Der Quotient Investitionskosten / Anzahl Bahnhofbenutzer ist in Knonau mit Abstand am grössten. Sehr niedrig ist der Wert bei den Bahnhöfen Wädenswil und Zürich Oerlikon. In Wädenswil sind die Investitionskosten verhältnismässig tief, und in Zürich Oerlikon ist die Anzahl täglicher Bahnhofbenutzer sehr hoch, wodurch die tiefen Kosten je Benutzer begründet sind.

Um die Wirtschaftlichkeit der Optimierungsmassnahmen der untersuchten Bahnhöfe vergleichen zu können, müssen die Investitionskosten, der Zeitgewinn und die Anzahl täglicher Bahnhofbenutzer berücksichtigt werden, wobei die Anzahl täglicher Bahnhofbenutzer in der Grösse „Zeitgewinn in Stunden pro Tag“ versteckt ist. Dividiert man nun die Investitionskosten durch den Zeitgewinn in Stunden pro Tag, erhält man die Ergebnisse gemäss Abbildung 63.

Abbildung 63 Kosten je Stunde Zeitgewinn



Die Werte in Abbildung 63 zeigen, dass die Optimierungsmassnahmen in Zürich Oerlikon, Bubikon und Winterthur HB die effizientesten sind. In Zürich Oerlikon und Winterthur HB sind nebst dem Zeitgewinn die hohen Nutzerzahlen für dieses Ergebnis ausschlaggebend, während in Bubikon der grosse Zeitgewinn je Zugangsweg der entscheidende Faktor ist. Weniger lohnenswert sind die Optimierungsmassnahmen in Knonau, Wetzikon ZH und Bonstetten-Wettswil.

Die Frage nach der Monetarisierung von Fahrzeitgewinnen zur volkswirtschaftlichen Bewertung hat bei Zeitgewinnen im Bereich von Sekunden bis wenigen Minuten an Aktualität verloren, weshalb auf Berechnungen in diese Stossrichtung verzichtet wird. Andere Faktoren wie die Gewährleistung von Anschlüssen und die Gesamtstabilität des Systems sind bedeutend wichtiger. Eine Reduktion der Umsteigezeit wie beispielsweise in Winterthur HB kann also insbesondere für betriebliche Belange von grosser Bedeutung sein.

8 Schlussbemerkungen und Ausblick

Weniger Zeitbedarf beim Zugang zum ÖV-System und in Umsteigeanlagen hat zur Folge, dass

- der ÖV als Gesamtsystem attraktiver wird, der Ansprechbarkeitsbereich vergrössert, knappere Anschlüsse möglich sind,
- die ÖV-Nutzerzahlen steigen (höhere Auslastung, höherer Kostendeckungsgrad),
- der ÖV-Modal Split erhöht wird (weniger Staus, Reduktion der Externalitäten des Individualverkehrs)

Für weitere Arbeiten bezüglich Fussverkehr im System ÖV wäre es wünschenswert, wenn die Erfassung von Kurzetappen exakter erfolgen würde und insbesondere Umsteigefusswege als eigenständige Etappen aufgenommen würden. Gerade in Grossknoten wie Zürich HB wäre es äusserst interessant, die Umsteigerelationen möglichst punktgenau zu kennen und dadurch Optimierungsmassnahmen ableiten und simulieren zu können, insbesondere die Reaktion der Fussgängerströme auf Änderungen im Fusswegnetz oder auf neue Perronzugänge.

Die Optimierung von Fusswegen im System ÖV verkürzt nicht nur die Fusswegdistanzen für jeden einzelnen Benutzer des öffentlichen Verkehrs. Der Bau von zusätzlichen Zugängen zu den Einsteigepunkten hat auch einen wesentlichen Einfluss auf die Verteilung der Fahrgäste auf dem Perron. Verteilen diese sich nämlich regelmässiger, so kann dem Problem, dass in den Hauptverkehrszeiten die mittlere der drei S-Bahn-Kompositionen deutlich stärker ausgelastet beziehungsweise überlastet ist, entgegengewirkt werden. Auch wird – wie ich aus diversen Rückmeldungen von ÖV-BenutzerInnen erfahren habe, das Vorhandensein von nur einer Unterführung bei Umsteigebahnhöfen beliebiger Grösse als Mangel des ÖV-Systems wahrgenommen. Dies wohl darum, weil der Fussgänger als Verkehrsteilnehmer jeden einzelnen Meter Umweg in seinem Gedächtnis registriert, womit das Thema „Subjektive Bewertung von ÖV-Wegen“ angeschnitten wird, wo Fusswege im Zusammenhang mit dem öffentlichen Verkehr oft als negativer Teil eines Weges wahrgenommen werden, während die Fusswege im Zusammenhang mit einer Autofahrt oft nur passiv wahrgenommen werden und einfach selbstverständlich sind. Hinzu kommen noch die typischen Eigenschaften des ÖV's (hohes Personenaufkommen in den Hauptverkehrszeiten, genau festgelegte Abfahrtszeiten, Linien-

gebundenheit, Witterungseinflüsse, Orientierungsmöglichkeiten an den Stationen), welche dem Individualverkehr als systemgegebene Nachteile gegenübergestellt werden.

Die Zugangswege zu den Haltestellen sind als Teil des allgemeinen Fusswegnetzes zu planen und in dieses einzubinden. Das Fusswegnetz selbst ist für die Haltestellenzugänge zu ergänzen, da selten Standorte für Stationen in Frage kommen, bei denen schon alle notwendigen Fusswege bestehen. Analog dazu sind neu zu erstellende Perronzugänge auf die bestehenden Fusswegnetze auszurichten. Den Bahnhofsbereichen kommt in ortsplanerischer Hinsicht ein hoher Stellenwert zu, wobei dem Fussgänger als einem entscheidenden Wirtschaftsfaktor im Nahbereich höchste Aufmerksamkeit zu schenken und entsprechend Priorität in der Nutzung der Verkehrsflächen zuzugestehen ist. Bahnhofplätze sollen nicht eine unstrukturierte Sammelstelle von öffentlichen und privaten Verkehrsmitteln sein, sondern fussgängerfreundlich, übersichtlich und zweckmässig gestaltet sein.

Bei Umsteigeanlagen kann das optimale Layout und somit eine minimale Gesamtreisezeit nur dann erreicht werden, wenn ein Kompromiss getroffen wird zwischen einer optimalen Lage der Haltepunkte von Bahn und ÖPNV im Bezug auf die Anbindung ans Siedlungsgebiet einerseits und einer optimalen Anordnung der Haltepunkte mit dem Ziel optimaler Umsteigewege zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln andererseits.

Von grundlegender Bedeutung im Zusammenhang mit der Gestaltung von Personenverkehrsanlagen und deren Zugangswegen ist auch die enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Erstellern der Infrastruktur, den ÖV-Systembetreibern und den Behörden. Nur so können ganzheitliche und vor allem nachhaltige Lösungen der Probleme – gerade im öffentlichen Verkehr – zur Zufriedenheit aller Beteiligten gefunden werden, wovon wiederum alle Benutzerinnen und Benutzer des öffentlichen Verkehrssystems profitieren.

9 Literatur

- AFV (2005) Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich, Endbericht, Amt für Verkehr des Kantons Zürich
- ARE BFS (2001) Mobilität Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten, Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Statistik, Bern und Neuenburg
- ARE BFS (2004) Mobilität Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, Detailkonzept, Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Statistik, Bern und Neuenburg
- Axhausen, K.W., S. Beige und M. Bernard (2004) Perspektiven des Schweizerischen Verkehrs bis 2030, Module M04 und M05 Besitz von Mobilitätswerkzeugen, Fahrleistungen/Betriebsleistungen und Verkehrsleistungen, Bericht an das ARE, IVT, ETH Zürich
- Berg, W. (1988) Gestaltung von Zugängen zu den Haltestellen und Bahnhöfen, Verkehrstechnisch-betriebliche Belange, ARF Arbeitsgemeinschaft Rechtsgrundlagen für Fuss- und Wanderwege, Zürich
- Berg, W., Maurer, E., Odermatt, F. (1983) Der Fussweg als Anschluss ans Öffentliche Verkehrsnetz, Pilotstudie am Beispiel des Bahnhofs Embrach-Rorbas, ARF Arbeitsgemeinschaft Rechtsgrundlagen für Fuss- und Wanderwege, Zürich
- Boesch, H. (1989) Der Fussgänger als Passagier, Zugänge zu Haltestellen und Bahnhöfen, ORL-Bericht 73/1989
- Bollinger, S., Lüthi, M., Weidmann, U. (2005) Untersuchung über die Fahrgastwechsel- und Haltezeiten auf der Zürcher S-Bahn, IVT, ETH Zürich
- INRETS/CODRA (2006) Les pôles d'échanges en France, Etat des connaissances, enjeux et outils d'analyse, CERTU – Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
- Jermann, J. (2004) GIS-basiertes Konzept zur Modellierung von Einzugsbereichen auf Bahn-Haltestellen, Schriftenreihe des IVT Nr. 129, ETH Zürich
- Kaufmann, V., Jemelin, Ch., Joye, D. (2000) Entre rupture et activités: vivre les lieux du transport, de la sociologie des usages à l'aménagement des interfaces, Berichte des NFP 41 „Verkehr und Umwelt“, Tagungsdokumentation A4
- Moser, P. (2003) Zürcherinnen und Zürcher unterwegs – Hauptresultate des Mikrozensus Verkehr 2000, Statistisches Amt des Kantons Zürich, Zürich

parkandrail (2006) P+R-Angebote der SBB-Bahnhöfe (www.sbb.ch)

Thomas, Ch., Schweizer, Th. (2003) Zugang zum öffentlichen Verkehr: Der Fussverkehr als „First and Last Mile“

VÖV Schriften (1981) Verkehrliche Gestaltung von Verknüpfungspunkten öffentlicher Verkehrsmittel, Reihe Technik VÖV 1.15.1, Ausgabe Mai 1981

Weidmann, U. (1993) Transporttechnik für Fussgänger, Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs (Literaturauswertung), Schriftenreihe des IVT Nr. 90, ETH Zürich

Weidmann, U. (2004) TI 2 Personenverkehrsanlagen, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2005a) Infra 1 Grundlagen, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2005b) Infra 2 Infrastrukturplanung, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2005c) MN 1 Verkehrsökonomische Grundlagen, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2005d) MN 2 Angebotssensitivitäten des Personenverkehrs, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2006a) Infra 3 Infrastrukturprojektierung, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

Weidmann, U. (2006b) MA 1.A Angebotskonzepte Personenverkehr, Vorlesungsskript IVT, ETH Zürich

www.bfs.admin.ch

www.gis.zh.ch

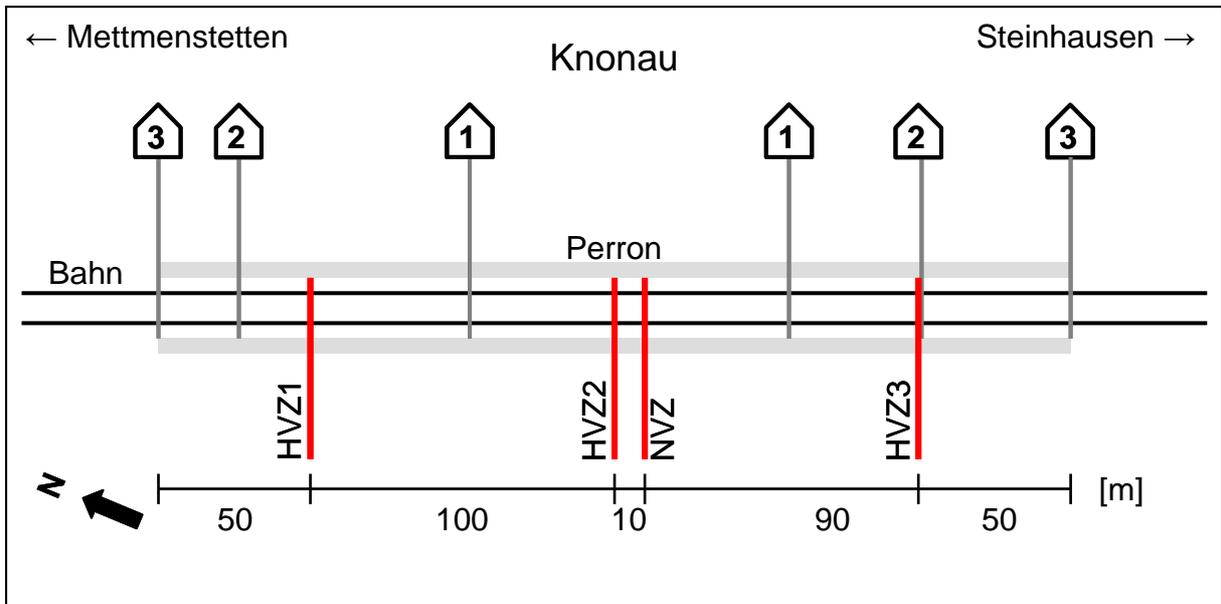
Zschweigert, M. (1982) Bahnanlagen des Nahverkehrs

A 2 Daten des ÖV-Verkehrsmodells des Kantons Zürich

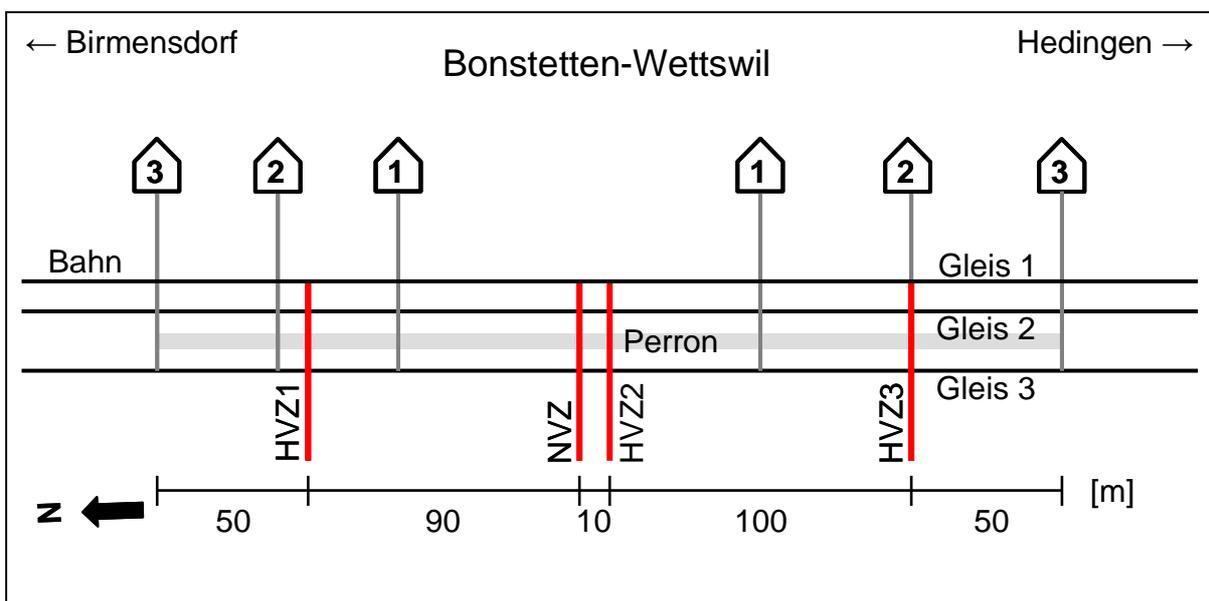
Bahnhof	Umsteiger Bahn-Bus	von der Siedlung zu Fuss / Auto				Richtung
		zum Bhf.	vom Bhf.	zum Bus	vom Bus	
Knonau		822	704			
Bonstetten-Wettswil	1530	819	719	140	12	
Wädenswil	4063	4452	4344	262	161	
Hedingen		1529	1328			
Bubikon	2564	2511	1997	60	105	
Wetzikon	14147	2067	2296			
				281	218	Nordwest
Zürich Altstetten	1622			16	44	Nord
				27	27	Süd
	31581			2892	3357	Nord
				3493	3101	Süd
Zürich Oerlikon	16568			922	933	Süd
				1197	1019	West
				591	561	Nord
	9006			4165	3528	Nord
	45175			8273	7068	Süd
				108	125	Nord
Winterthur HB	59318			4707	3326	Nordwest
				6825	5723	Südost

A 3 Einsteigepunkte NVZ und HVZ

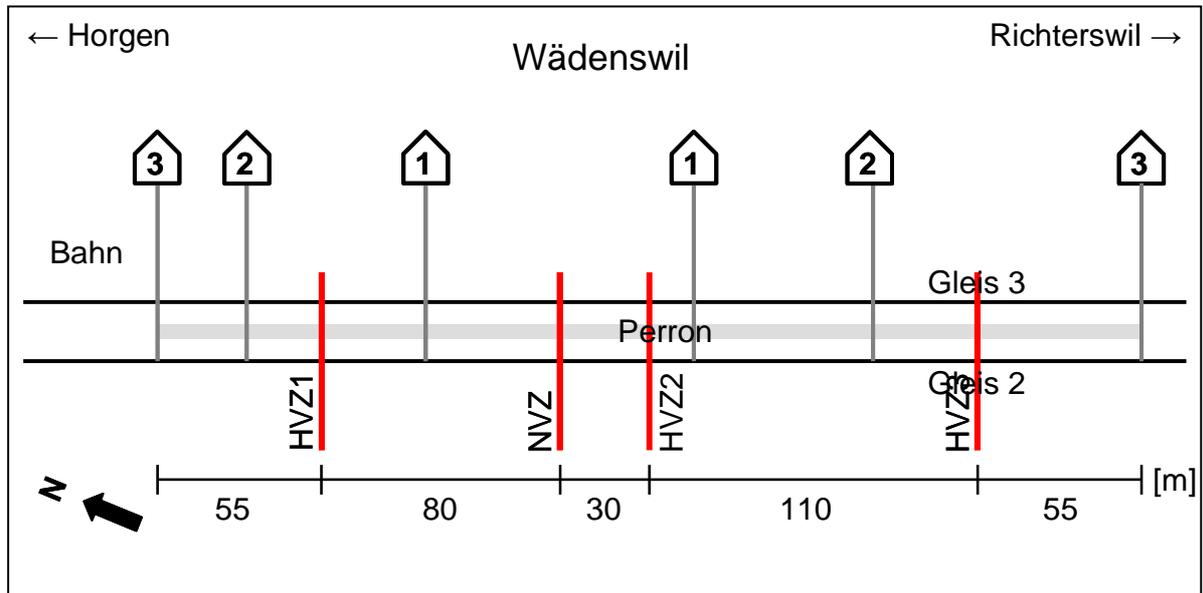
Knonau



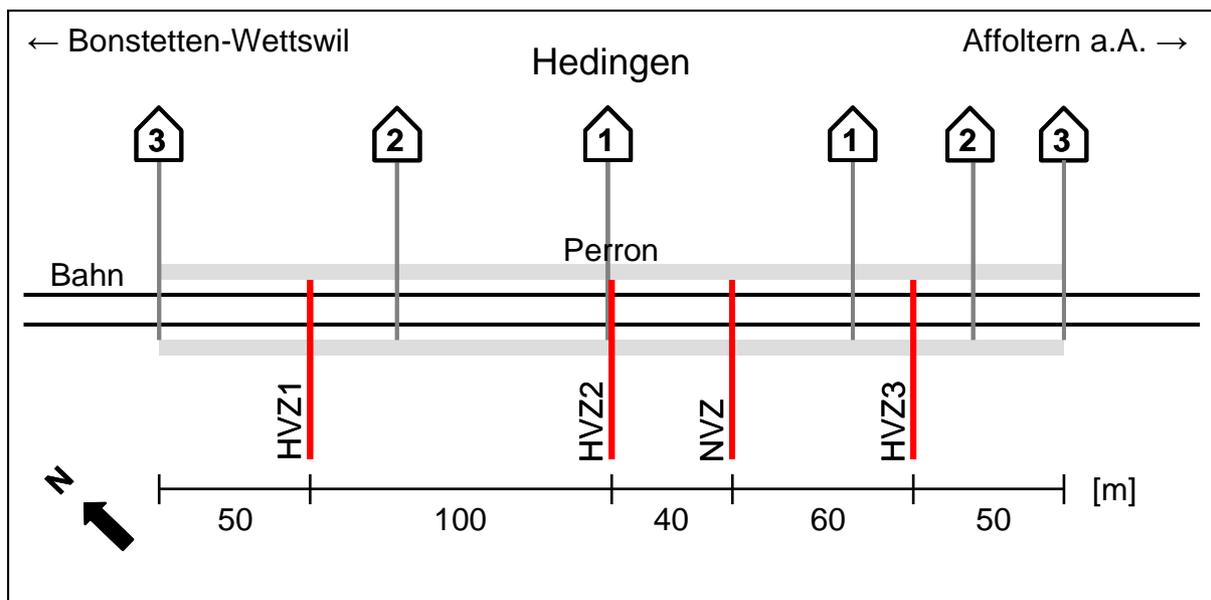
Bonstetten-Wettswil



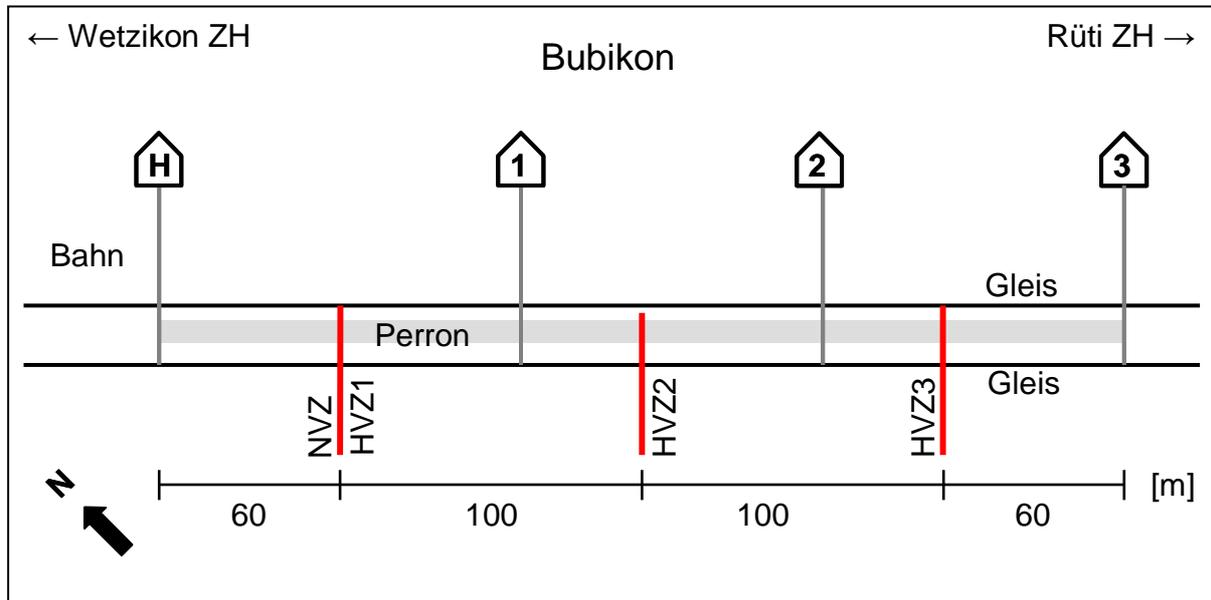
Wädenswil



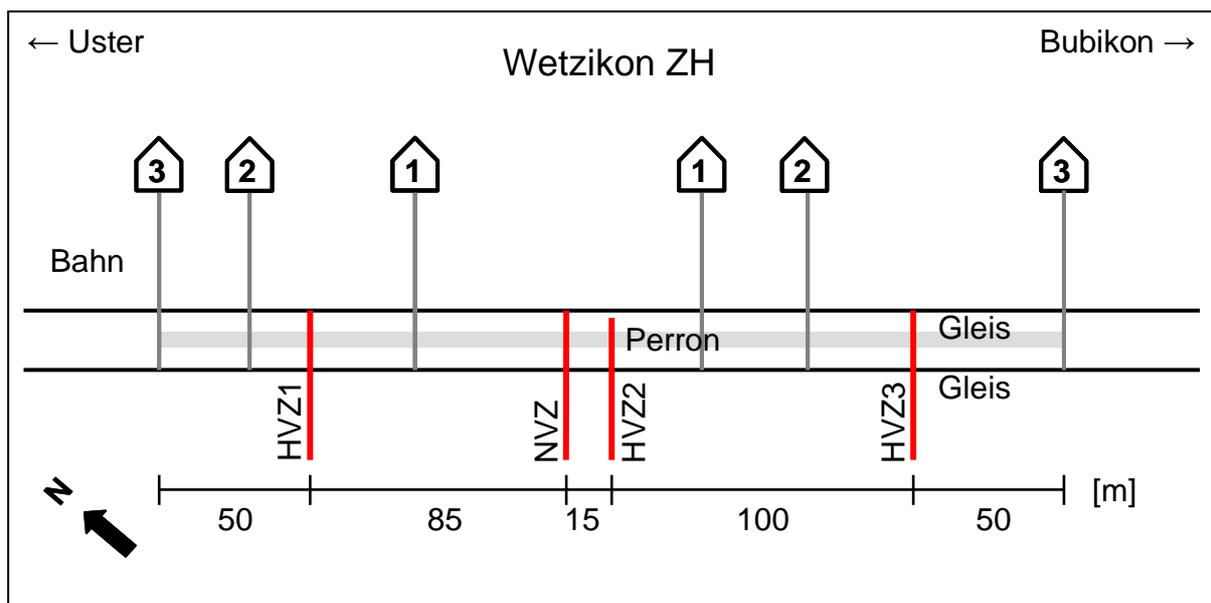
Hedingen



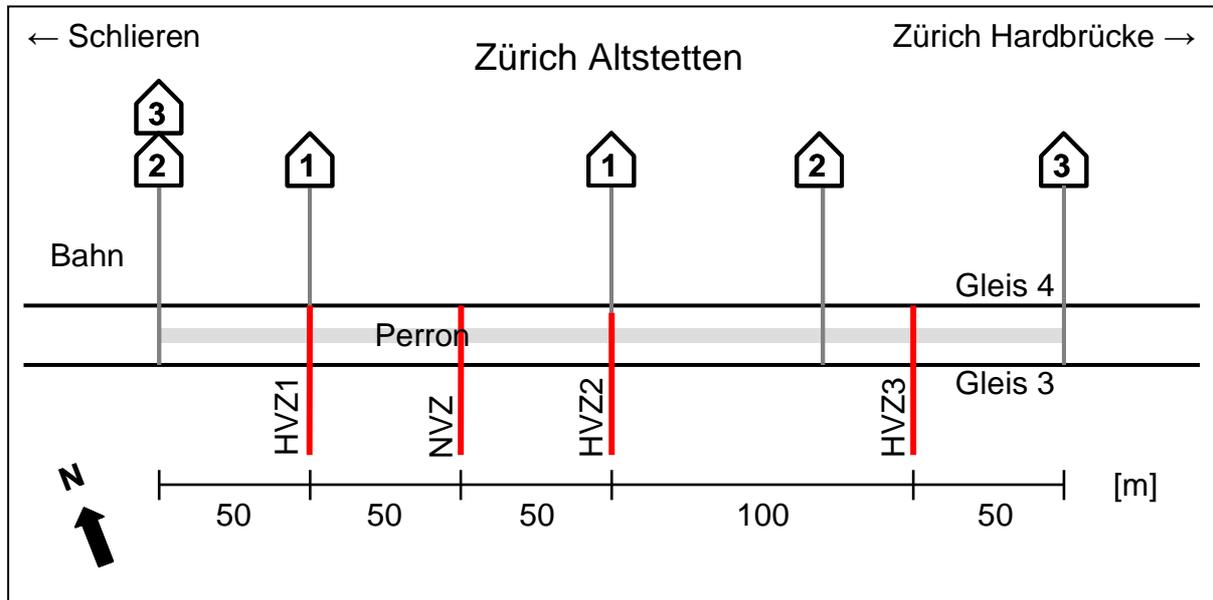
Bubikon



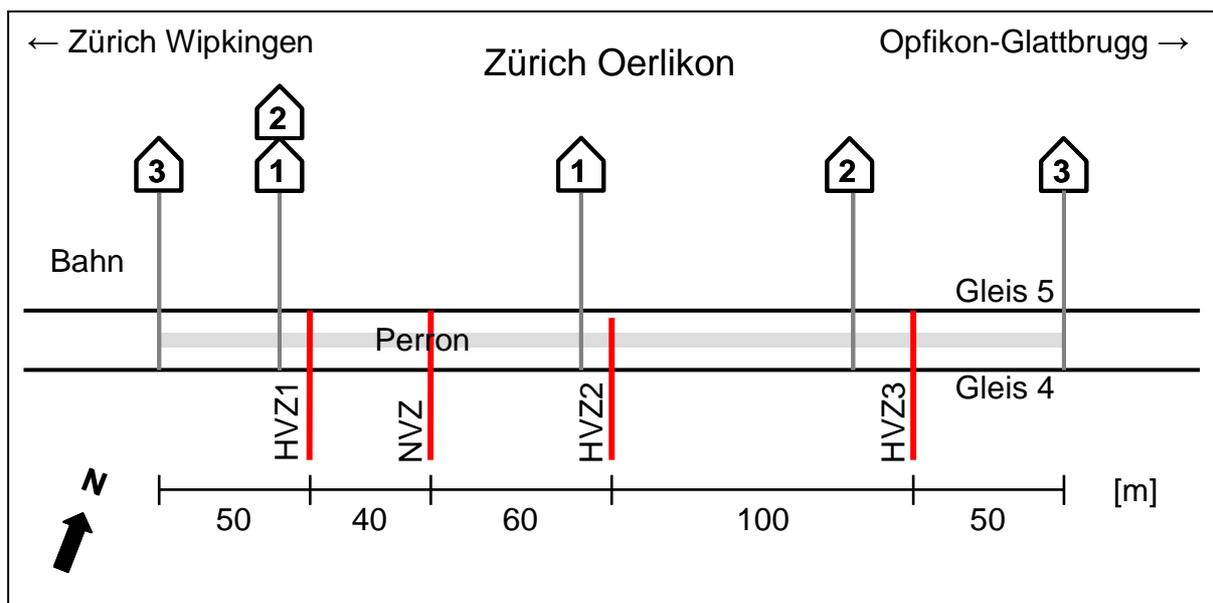
Wetzikon



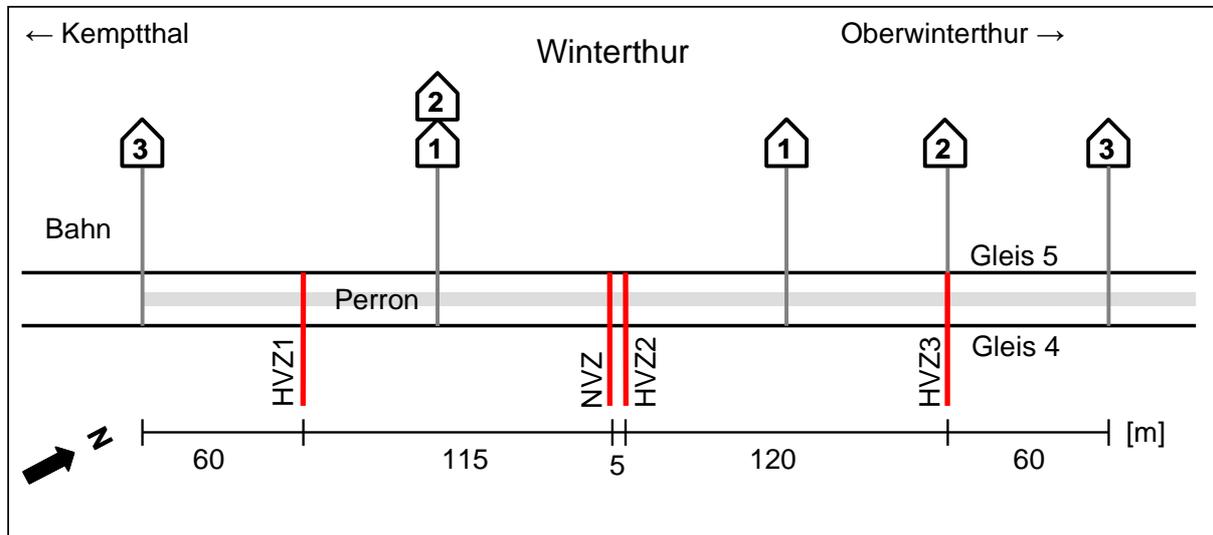
Zürich Altstetten



Zürich Oerlikon



Winterthur HB



A 4 Verteilung der Benutzerzahlen auf die Fussweg-Sektoren

Knonau

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1	34	29		63	0.07	106	53	27
P+R			90	90	0.10	152	76	38
2	271	39		310	0.34	523	262	131
3	367	74		441	0.49	744	372	186
			Tot. Bhf.	904		1526	763	382

Bonstetten-Wettswil

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R/Bus	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
P+R 1			35	35	0.02	32	32	16
1	498	74		572	0.34	524	524	262
Bus, 2	400	39		439	0.26	1932	1932	966
3	363	121		484	0.29	443	443	222
P+R 2			35	35	0.02	32	32	16
4	60	55		115	0.07	105	105	53
			Tot. Bhf.	1680		3068	3068	1534
						Total Bhf.		

Wädenswil

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1	1070	636	0	1706	0.40	3543	3543	1772
2, Bus	35	94		129	0.03	4331	4331	2165
3	781	809	0	1590	0.38	3302	3302	1651
4	478	332		810	0.19	1682	1682	841
			Tot. Bhf.	4235		12859	12859	6430
						Total Bhf.		

Hedingen

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1	442	382		824	0.26	737	368	184
P+R			105	105	0.03	94	47	23
2	311	89		400	0.13	358	179	89
3	650	101		751	0.23	671	336	168
4	333	248		581	0.18	519	260	130
5	129	180		309	0.10	276	138	69
6	22	204		226	0.07	202	101	51
			Tot. Bhf.	3196		2857	1429	714

Bubikon

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1, P+R1	232	127	55	414	0.24	1064	1064	532
2	15	178		193	0.11	496	496	248
3, P+R2	118	52	55	225	0.13	578	578	289
4	479	150		629	0.36	1617	1617	808
Bus				0	0.00	2564	2564	1282
5	275	18		293	0.17	753	753	377
			Tot. Bhf.	1754		7072	7072	3536
						Total Bhf.		

Wetzikon

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1, P+R2	522	192	81	795	0.21	1034	1034	517
2	389	30		419	0.11	545	545	272
3, P+R1	112	76	81	269	0.07	350	350	175
4	143	368		511	0.14	664	664	332
5	599	482		1081	0.29	1406	1406	703
6	178	212		390	0.10	507	507	254
Bus	14	260		274	0.07	14503	14503	7252
			Tot. Bhf.	3739		19009	19009	9505
						Total Bhf.		

Zürich Altstetten

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1, Bus 1	1210	4382		5592	0.34	11376	11376	5688
P+R	3	186	280	469	0.03	954	954	477
2	16	427		443	0.03	901	901	451
3	1753	2320		4073	0.25	8286	8286	4143
4	609	66		675	0.04	1373	1373	687
5	2194	2875		5069	0.31	10312	10312	5156
			Tot. Bhf.	16321		33203	33203	16602
						Total Bhf.		

Zürich Oerlikon

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1	274	786		1060	0.12	5506	5506	2753
2	1302	1595		2897	0.33	15048	15048	7524
3	433	1200		1633	0.19	8482	8482	4241
4	1011	1907	189	3107	0.36	16139	16139	8069
5	189	1181		1370	0.42	6905	6905	3453
6	974	943		1917	0.58	9663	9663	4831
7	1148	2128		3276	1.00	9006	9006	4503
			Tot. Bhf.	15260		70749	70749	35375
						Total Bhf.		

Winterthur HB

Sektor	Bevölkerung	Beschäftigte	P+R	total	gewichtet	Je Sektor	je Perron:	je HVZ/NVZ
1	262	1107		1369	0.09	5055	5055	2527
Bus+2	390	4891		5281	0.33	19498	19498	9749
3	779	2219		2998	0.19	11069	11069	5535
4	350	2372		2722	0.17	10050	10050	5025
5	913	1021		1934	0.12	7141	7141	3570
6	689	1073		1762	0.11	6506	6506	3253
			Tot. Bhf.	16066		59318	59318	29659
						Total Bhf.		

Optimiert

Sektor	Perron	Punkt	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T1	T2	T3	T4	T5	T6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Distanz	Differenz [m]	Zeitbedarf	Differenz [s]	Personen Sek	Gewichtung	Personen Pur	Zeitbedarf/Tag	Je Sektor	[%]	Personen total	Pro Person in s	Differenz p.P. zu IST	
		Distanz	##	50	40	30	60	30	40	20	50	40	10	11	20	10	90												10	10	10			35	30						[m]	zu IST	[s]	zu IST	Soil		[min]							
P+R 1 2 und 3 NVZ			1	1	1					1																			1												180	0	147	0	16	1	16	39	90	2	32	169	0	
P+R 1 2 und 3 HVZ1			1	1	1					1	1																		1	1											250	0	202	0	16	0.3	5	16						
P+R 1 2 und 3 HVZ2			1	1	1					1		1																	1												190	0	155	0	16	0.4	6	17						
P+R 1 2 und 3 HVZ3			1	1	1					1		1																	1												290	0	229	0	16	0.3	5	18						
1 2 und 3 NVZ				1	1					1																			1												130	0	110	0	262	1	262	479	1151	21	524	132	0	
1 2 und 3 HVZ1				1	1					1	1	1																	1	1											200	0	165	0	262	0.3	79	216						
1 2 und 3 HVZ2				1	1					1		1																	1												140	0	117	0	262	0.4	105	205						
1 2 und 3 HVZ3			1	1	1					1		1																	1												240	0	192	0	262	0.3	79	251						
Bus, 2 2 und 3 NVZ					1					1																			1												90	0	80	0	966	1	966	1287	3285	61	1932	102	0	
Bus, 2 2 und 3 HVZ1					1					1	1	1																	1	1											160	0	135	0	966	0.3	290	653						
Bus, 2 2 und 3 HVZ2					1					1		1																	1												100	0	87	0	966	0.4	386	563						
Bus, 2 2 und 3 HVZ3			1	1	1					1		1																	1												200	0	162	0	966	0.3	290	782						
3 2 und 3 NVZ										1	1																		1	1												60	-60	61	-42	222	1	222	223	557	10	443	75	-49
3 2 und 3 HVZ1										1	1	1																	1	1												190	0	158	0	222	0.1	22	58					
3 2 und 3 HVZ2										1		1																	1	1											50	-80	53	-57	222	0.45	100	88						
3 2 und 3 HVZ3										1		1																	1	1											130	-100	113	-72	222	0.45	100	187						
P+R 2 2 und 3 NVZ										1		1																	1	1												90	-60	83	-42	16	1	16	22	51	1	32	96	-50
P+R 2 2 und 3 HVZ1										1	1	1																	1	1												180	-40	150	-30	16	0.1	2	4					
P+R 2 2 und 3 HVZ2										1		1																	1	1												80	-80	75	-57	16	0.45	7	9					
P+R 2 2 und 3 HVZ3										1		1																	1	1												160	-100	135	-72	16	0.45	7	16					
4 2 und 3 NVZ										1	1																		1	1												130	-60	113	-42	53	1	53	99	221	4	105	126	-50
4 2 und 3 HVZ1										1	1																		1	1												220	-40	180	-30	53	0.1	5	16					
4 2 und 3 HVZ2										1		1																	1	1												120	-80	105	-57	53	0.45	24	42					
4 2 und 3 HVZ3										1		1																	1	1												200	-100	165	-72	53	0.45	24	65					

Optimiert

Sektor	Perron	Punkt Distanz	H ##	1 20	2 36	3 40	4 25	5 63	6 60	7 18	8 60	9 45	10 60	11 40	12 20	13 45	14 15	15 20	16 41	17 37	18 40	19	20	21	22	23	24	25 T1	T2 8	T3 6	T4 8	T5	T6	R1 10	R2 25	R3	R4	R5	R6	Distanz [m]	Differenz [m] zu IST	Zeitbedarf [s]	Differenz [s] zu IST	Personen Sek	Gewichtung Sol	Personen Pur	Zeitbedarf/Tağ [min]	Je Sektor	[%]	Personen total	Pro Person in s	Differenz p.P. zu IST
1 Ost	NVZ	1	1	1																																			173	0	129	0	184	1	184	396	1471	32	737	120	-19	
1 Ost	HVZ1	1																																					37	0	28	0	184	0.6	110	51						
1 Ost	HVZ2	1																																				137	0	102	0	184	0.3	55	94							
1 Ost	HVZ3	2																																				237	0	177	0	184	0.1	18	54							
1 West	NVZ	1	1																																				213	0	167	0	184	1	184	512						
1 West	HVZ1	1																																				97	-216	85	-157	184	0.6	110	157							
1 West	HVZ2	1																																				197	-16	160	-7	184	0.3	55	147							
1 West	HVZ3	1	1																																			255	0	196	0	184	0.1	18	60							
P+R Ost	NVZ	1	1																																			36	0	27	0	23	1	23	11	198	4	94	127	0		
P+R Ost	HVZ1	1																																				100	0	75	0	23	0.25	6	7							
P+R Ost	HVZ2	1																																				0	0	0	23	0.5	12	0								
P+R Ost	HVZ3	1																																				100	0	75	0	23	0.25	6	7							
P+R West	NVZ	1																																				76	0	65	0	23	1	23	25							
P+R West	HVZ1	1	1																																			156	0	124	0	23	0.25	6	12							
P+R West	HVZ2	1																																			76	0	65	0	23	5	117	126								
P+R West	HVZ3	1																																			118	0	94	0	23	0.25	6	9								
2 Ost	NVZ	1	1																																			40	0	30	0	89	1	89	44	381	8	358	64	0		
2 Ost	HVZ1	1																																				176	0	131	0	89	0.1	9	20							
2 Ost	HVZ2	1																																			76	0	57	0	89	0.3	27	25								
2 Ost	HVZ3	1																																			25	0	19	0	89	0.6	54	17								
2 West	NVZ	1																																			92	0	80	0	89	1	89	119								
2 West	HVZ1	1																																			192	0	154	0	89	0.1	9	23								
2 West	HVZ2	1																																			92	0	80	0	89	0.3	27	36								
2 West	HVZ3	1																																			134	0	109	0	89	0.6	54	97								
3 Ost	NVZ	1	1																																		123	0	92	0	168	1	168	257	1051	23	671	94	0			
3 Ost	HVZ1	2																																			260	0	194	0	168	0.1	17	54								
3 Ost	HVZ2	1																																			160	0	119	0	168	0.3	50	100								
3 Ost	HVZ3	1																																			60	0	45	0	168	0.6	101	75								
3 West	NVZ	1																																			138	0	103	0	168	1	168	288								
3 West	HVZ1	1																																			275	0	216	0	168	0.1	17	60								
3 West	HVZ2	1																																			175	0	142	0	168	0.3	50	119								
3 West	HVZ3	1																																			78	0	58	0	168	0.6	101	98								
4 Ost	NVZ	1	1																																		141	0	105	0	130	1	130	228	806	17	519	93	0			
4 Ost	HVZ1	2																																			278	0	207	0	130	0.1	13	45								
4 Ost	HVZ2	1																																			178	0	133	0	130	0.3	39	86								
4 Ost	HVZ3	1																																			78	0	58	0	130	0.6	78	76								
4 West	NVZ	1																																			120	0	90	0	130	1	130	194								
4 West	HVZ1	2																																			260	0	194	0	130	0.1	13	42								
4 West	HVZ2	1																																			160	0	119	0	130	0.3	39	78								
4 West	HVZ3	1																																			60	0	45	0	130	0.6	78	58								
5 Ost	NVZ	1	1																																																	

Optimiert

Sektor	Perron	Punkt	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T1	T2	T3	T4	T5	T6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Distanz	Differenz [m]	Zeitbedarf	Differenz [s]	Personen Sek	Gewichtung	Personen Pur	Zeitbedarf/Tag	Je Sektor	[%]	Personen total	Pro Person in s	Differenz p.P. zu IST						
		Distanz	##	##	50	60	30	25	45	45	30	10	30	25	15	20	30	30	30	30	30	50	20	40				10	10	10	10	10	10	30	30							[m]	zu IST	[s]	zu IST	Soll		[min]											
1, Bus 1	3 4	NVZ					1									1	1																										135	0	114	0	5688	1	5688	10761	21521	36	11376	114	0				
1, Bus 1	3 4	HVZ1					1									1																												85	0	76	0	5688	0.6	3413	4334								
1, Bus 1	3 4	HVZ2					1									1	1	1																													185	0	151	0	5688	0.3	1706	4289					
1, Bus 1	3 4	HVZ3					1									1	1	1																														285	0	225	0	5688	0.1	569	2137				
P+R	3 4	NVZ					1									1																																											
P+R	3 4	HVZ1					1									1	1																																										
P+R	3 4	HVZ2					1									1																																											
P+R	3 4	HVZ3					1									1																																											
2	3 4	NVZ					1	1								1																																											
2	3 4	HVZ1					1	1								1																																											
2	3 4	HVZ2					1									1																																											
2	3 4	HVZ3					1									1																																											
3	3 4	NVZ														1	1																																										
3	3 4	HVZ1														1	1																																										
3	3 4	HVZ2														1																																											
3	3 4	HVZ3														1																																											
4	3 4	NVZ														1																																											
4	3 4	HVZ1														1	1																																										
4	3 4	HVZ2														1																																											
4	3 4	HVZ3														1																																											
5	3 4	NVZ														1																																											
5	3 4	HVZ1														1																																											
5	3 4	HVZ2														1	1																																										
5	3 4	HVZ3														1																																											

Optimiert

Sektor	Perron	Punkt	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	T1	T2	T3	T4	T5	T6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Distanz	Differenz [m]	Zeitbedarf	Differenz [s]	Personen Sek	Gewichtung	Personen Pur	Zeitbedarf/Tag	Je Sektor	[%]	Personen total	Pro Person in s	Differenz p.P. zu IST	
		Distanz	##	20	50	20	50	20	15	40	70	40	70	40	45	5	60	40	40	40	30	5	10	50	15	20	10	10	10	10	10	30									zu IST	[s]	zu IST	Soll		[min]								
1	4.5	NVZ								1						1	1												1	1											125	0	109	0	2527	1	2527	4593	9154	9	5055	109	0	
1	4.5	HVZ1								1		1	1	1	1														1	1										250	0	202	0	2527	0.1	253	852							
1	4.5	HVZ2								1																				1	1									120	0	105	0	2527	0.45	1137	1996							
1	4.5	HVZ3								1																				1	1									100	0	90	0	2527	0.45	1137	1713							
Bus*2	4.5	NVZ									1	1	1																	1	1	1									65	-130	64	-94	9749	1	9749	10441	27551	28	19498	85	-68	
Bus*2	4.5	HVZ1									1	1	1																		1	1									170	0	143	0	9749	0.25	2437	5793						
Bus*2	4.5	HVZ2																													1	1									70	-120	68	-90	9749	0.5	4875	5524						
Bus*2	4.5	HVZ3																													1	1									170	0	143	0	9749	0.25	2437	5793						
3	4.5	NVZ								1			1																		1										125	0	106	0	5535	1	5535	9782	19798	20	11069	107	0	
3	4.5	HVZ1								1		1																			1										100	0	90	0	5535	0.5	2767	4168						
3	4.5	HVZ2									1		1	1																	1										130	0	110	0	5535	0.4	2214	4050						
3	4.5	HVZ3									1	1	1																		1	1									240	0	195	0	5535	0.1	553	1797						
4	4.5	NVZ								1	1																				1										140	0	117	0	5025	1	5025	9819	19756	20	10050	118	0	
4	4.5	HVZ1								1	1																				1										115	0	102	0	5025	0.5	2513	4253						
4	4.5	HVZ2								1	1																				1										145	0	121	0	5025	0.4	2010	4052						
4	4.5	HVZ3		1	1	1	1			1																					1										240	0	195	0	5025	0.1	503	1632						
5	4.5	NVZ									1																				1	1	1									80	-90	75	-67	3570	1	3570	4490	11322	11	7141	95	-52
5	4.5	HVZ1									1																					1	1									195	0	158	0	3570	0.25	893	2355					
5	4.5	HVZ2																														1	1									85	-105	79	-78	3570	0.5	1785	2356					
5	4.5	HVZ3																													1	1	1								170	0	143	0	3570	0.25	893	2122						
6	4.5	NVZ								1																					1	1									135	0	109	0	3253	1	3253	5889	11737	12	6506	108	0	
6	4.5	HVZ1								1			1	1	1	1															1	1									260	0	202	0	3253	0.1	325	1095						
6	4.5	HVZ2									1																					1	1									130	0	105	0	3253	0.45	1464	2559					
6	4.5	HVZ3									1																					1	1									110	0	90	0	3253	0.45	1464	2195					